

**PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN
DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA
EN COLOMBIA**



colección GUÍAS Y MANUALES

JOSÉ HENRY CARVAJAL PERICO



**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

Libertad y Orden

Revolución del Libertador

colección GUÍAS Y MANUALES

**Propuesta de estandarización
de la cartografía geomorfológica
en Colombia**

Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia

JOSÉ HENRY CARVAJAL PERICO



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

Servicio Geológico Colombiano

Director General
OSCAR ELADIO PAREDES ZAPATA

Secretaria General
CRISTINA RUEDA LONDOÑO

Directora Técnica Servicio Geológico
MARTA LUCÍA CALVACHE VELASCO

Director Técnico Servicio Minero
HERNÁN JOSÉ SIERRA MONTES

Subdirector Geología Básica
LEOPOLDO GONZÁLEZ OVIEDO

© SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

© JOSÉ HENRY CARVAJAL PERICO
JCARVAJAL@INGEOMINAS.GOV.CO

ISBN: 978-958-99528-2-5

Imagen de portada
SIERRA HOMOCLINAL DE COTA, SABANA DE BOGOTÁ

Coordinación editorial
LUIS EDUARDO VÁSQUEZ SALAMANCA

Diseño y diagramación
IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA

Impresión
IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA

Bogotá, 2012

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
Importancia de hacer cartografía y análisis geomorfológico de un territorio	15
Factores que hay que tener en cuenta para escoger un sistema metodológico	16
JERARQUIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA	19
Categorización geomorfológica	20
Geomorfoestructura	21
Provincia geomorfológica	21
Región geomorfológica	22
Unidad geomorfológica.	25
Subunidad geomorfológica	26
Componente o elemento geomorfológico	26
Taxonomía de la jerarquización geomorfológica propuesta	27
CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA	28
Características de la metodología del ITC	28
Mapas geomorfológicos analíticos	29
Mapas geomorfológicos sintéticos	31
Mapas geomorfológicos pragmáticos	31
ESTADO ACTUAL DEL PROCESO DE ESTANDARIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA EN COLOMBIA	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
Conclusiones generales	43
Recomendaciones	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	57

Agradecimientos

El autor agradece la lectura y las contribuciones conceptuales y técnicas, recibidas del documento en su proceso de elaboración, por parte de funcionarios del Igac, Ideam e Invemar. Se agradece en especial la contribución de los compañeros del área de Geoamenazas de Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano), el aporte siempre entusiasta del geólogo Domingo Mendivelso y la lectura crítica del manuscrito por parte del geólogo Jaime Orlando Martínez.

La globalización de la información y el desarrollo acelerado en los últimos años de los sistemas de información geográfica (SIG), han inducido a estandarizar los procesos, datos y metodologías de las ciencias de la tierra, con el fin de compartir la información de investigadores de otras latitudes del mundo y tener acceso a ella. La geomorfología no es ajena a esta concepción, no solo por la información que genera por su categoría de ciencia de la tierra, sino porque esta disciplina facilita la tarea de definir zonas territoriales homogéneas, tanto en fotografías aéreas como en imágenes de satélite, atributo básico para estructurar la información cartográfica temática y facilitar la integración de otros tipos de datos en los SIG.

Este trabajo es producto de la experiencia y de la concertación de las ideas sobre este tema esbozadas en *Primeras aproximaciones de la estandarización de la geomorfología en Colombia* (Carvajal, 2006). Dada la aceptación de los documentos previos por parte de la comunidad técnico-científica, se ha tomado la decisión de publicarlo, para incentivar las discusiones tendientes a aplicar unos mismos parámetros y criterios en la investigación y la elaboración de la cartografía geomorfológica en el país.

El documento debe considerarse punto de partida de las discusiones sobre esta materia en Colombia. En él se consignan los conceptos más importantes de la geomorfología, tendientes a definir la metodología más apropiada para el país. En ese sentido, y con el objeto primordial de organizar el pensamiento técnico-científico hacia el análisis de las geoformas, se propone jerarquizarlas de lo regional a lo particular en geomorfoestructuras, provincias, regiones, unidades, subunidades y componentes geomorfológicos. Del mismo modo, se plantea para el proceso de cartografía geomorfológica la adaptación de la metodología desarrollada por el ITC con ciertas modificaciones, producto de las experiencias obtenidas por Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano) con trabajos hechos en el territorio nacional.

El avance tecnológico de los sistemas de información geográfica (SIG) así como la necesidad de intercambiar información con otros países del país y del mundo, ha despertado la necesidad de estandarizar la información, métodos y procesos de las diferentes ciencias del saber. Mejoras significativas se han logrado a nivel nacional con disciplinas como la geología, pero todavía falta mucho por hacer en el campo de la geomorfología, en particular en la sistematización de la información existente.

Diversas entidades han utilizado tangencialmente la información geomorfológica con diferentes propósitos, en algunos casos sólo con el objeto de cumplir un requisito de los informes geológicos y de ingeniería. La necesidad de llevar a cabo planes de ordenamiento territorial y conocer en particular la evolución del terreno ha permitido vislumbrar el valor que tiene la geomorfología, no sólo por la información que proporciona, sino también porque esta disciplina facilita la tarea de definir zonas homogéneas en fotografías aéreas e imágenes de satélite. Así mismo, es evidente el valor estructurante e integrador de otro tipo de información básica para la planeación sostenible del uso del terreno en ambiente SIG.

Particularmente en Colombia, entidades como el Servicio Geológico Colombiano, Ideam e Igac, algunas universidades y empresas del sector privado, utilizan la geomorfología con diferentes enfoques y propósitos, pero ninguna tiene la responsabilidad de desarrollar esta disciplina en el ámbito nacional. Esta falta de liderazgo es la causante de la inexistencia de metodologías y, por ende, de estándares definidos, a pesar de que en cumplimiento de sus misiones institucionales éstas convergen y se correlacionan en la misma superficie terrestre (figura 1).

Las instituciones, en especial las de carácter oficial usan la caracterización y la cartografía geomorfológica con el fin de alcanzar los objetivos definidos en su misión. Cada una de ellas trabaja con diferentes escalas y estudia con énfasis ciertos temas de la geomorfología, cuyos enfoques, en la mayoría de los casos, no son compatibles con las actividades y propósitos de las demás entidades.



FIGURA 1: Competencia de las entidades de Colombia en el campo de la geomorfología.

Fuente: Carvajal, 2011.

El Servicio Geológico Colombiano y el Igac, trabajan con cartografías geomorfológicas en escalas tanto regional como local, a diferencia de la concepción del Ideam, cuyo desarrollo y aplicación se encuentra en las escalas regionales. A su vez el Servicio Geológico Colombiano, en desarrollo de sus funciones institucionales, aplica una geomorfología donde la morfología, la génesis de las geoformas y los procesos geomórficos, en ese orden, son fundamentales en las actividades de investigación y análisis, mientras que el Igac les da mayor énfasis a la morfogénesis y los procesos geomórficos y el Ideam enfoca su quehacer científico a la morfoclimatología.

Ante esta panorámica del país, el Servicio Geológico Colombiano decidió publicar el documento Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica Colombiana (Carvajal, 2008), el cual es producto de las discusiones y la aceptación por parte de la comunidad técnico-científica en el país. En él se propone la adaptación de una metodología que permita realizar una cartografía geomorfológica básica, que pueda ser útil para todas las entidades, incluyendo

tanto las universidades como empresas privadas. En ese sentido, se adapta una jerarquización de las geoformas y se plantea un análisis de éstas, tomando en cuenta su origen.

El primer principio de acuerdo debe dirigirse a establecer el objeto y los alcances de la geomorfología como disciplina. En ese orden de ideas, se hace fundamental definir y determinar sus alcances.

La geomorfología es la ciencia que trata de la descripción y el estudio de la génesis, clasificación, procesos y evolución de las formas antiguas y actuales del terreno (tanto terrestres como submarinas) y su relación con las estructuras infrayacentes. Está enfocada al análisis de la superficie de la tierra, donde interactúan la litosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera. Igualmente, las geoformas por definición son la expresión superficial del terreno, de la interacción dependiente de los materiales que las constituyen y su disposición estructural, de los procesos geomórficos que interactúan según el ambiente morfogenético específico donde se desarrollan, y el tiempo de duración de la acción de los mencionados procesos (Gregory, 1978, en Keller y Rockwell, 1984, y Robertson, 1990).

**geoforma = materiales (litología + estructuras) +
procesos + tiempo**

Los procesos geomorfológicos son dinámicos y corresponden a todos los cambios que ha sufrido la tierra desde sus comienzos, tanto aquellos originados en su interior (geodinámica interna, o procesos endogenéticos), como los generados en su superficie por la interacción con la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera (geodinámica externa, o procesos exógenos).

Los procesos exógenos determinan cambios de la superficie terrestre que contribuyen al remodelado y a la reducción de los relieves primarios por la acción aislada o combinada de la meteorización física o química de las rocas, la erosión y el transporte de los materiales resultantes y de los fenómenos de remoción en masa. Estos procesos que destruyen o modifican las geoformas iniciales son, a la vez, constructores de nuevas formas del terreno mediante la sedimentación o el depósito de los materiales transportados, estableciéndose entonces un equilibrio Denudación-acumulación, cuya

estabilidad depende de la resistencia y el tipo de roca o sedimento, y la acción y el tiempo de duración de los agentes meteóricos propios de las condiciones climáticas prevalecientes.

Esta concepción de la geomorfología permite establecer como ciencias o ramas afines la geología (litología y sedimentología estructural), geoquímica, geofísica, climatología, edafología, técnicas de datación del Cuaternario, neotectónica, sensores remotos, ecología y geografía, disciplinas desarrolladas unas más que otras, de acuerdo con su misión, por las instituciones tanto oficiales como privadas de Colombia.

Según Verstappen (1987), la geomorfología involucra los siguientes conceptos, que en orden cronológico han marcado la evolución y el desarrollo de esta disciplina:

- *La forma del terreno*. Descripción cualitativa y cuantitativa de las formas del terreno (geomorfología estática). Prevalece antes del siglo XVII.
- *Procesos*. Trata de los cambios de las geoformas a corto plazo (geomorfología dinámica). Concepto aplicado a finales del siglo XVII y comienzos del XVIII.
- *Génesis*. Desarrollo a largo plazo de las geoformas (geomorfología genética). Prevalece desde mitad del siglo XIX.
- *Medio Ambiente*. Involucra la relación entre el paisaje y la ecología (geomorfología ambiental). Concepto aplicado desde mitad del siglo XX hasta la actualidad.

El marcado desarrollo evolutivo de unas temáticas de la geomorfología con respecto a otras a lo largo de la historia y su aplicación a diferentes escalas de trabajo ha obedecido principalmente a las necesidades de información de Europa y Norteamérica, en particular, durante el siglo pasado. En las dos últimas décadas se ha tenido en cuenta la acción del hombre como modificador de las formas del terreno, y además, con los avances de las técnicas de percepción remota y el procesamiento digital de imágenes de satélite, se ha concebido nuevamente la visión macro del terreno (megageomorfología) en el análisis geomorfológico (Short y Blair, 1986). Se plantea en este documento, para la evaluación ambiental de un lugar, la aplicación

de un análisis de lo regional a lo local, siguiendo los criterios de definición de la jerarquización geomorfológica propuesta más adelante.

La geomorfología involucra los siguientes conceptos, de acuerdo con Van Zuidam (1985):

- *Morfología*. Trata de la apariencia y forma del relieve en general.
- *Morfografía*. Descripción cualitativa de las geoformas.
- *Morfometría*. Trata de los aspectos cuantitativos de las geoformas. Medidas, dimensiones y valores.
- *Morfogénesis*. Estudia el origen y la evolución de las formas del terreno.
- *Morfoestructura*. Tiene que ver con la disposición, composición y dinámica interna de la tierra. Es *Pasiva* cuando trata de las características de los materiales involucrados y su disposición estructural, y *activa* cuando está relacionada con la dinámica endógena (volcanismo, plegamientos, tectonismo fallado).
- *Morfodinámica*. Estudia los procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro. Se refiere a la dinámica exógena relacionada con la actividad de agentes como el viento, agua, hielo y la acción de la gravedad terrestre, que modifica las geoformas preexistentes.

Los procesos hacen referencia a los cambios físicos y químicos (meteorización, erosión y depositación) que generan modificación de los materiales y las formas superficiales de la tierra, definiendo un equilibrio dinámico de las geoformas (gradación = degradación y agradación de materiales) (Thornbury, 1960). Estos eventos naturales, específicos de cada ambiente morfogenético, afectan y modelan la superficie terrestre con diferentes grados de intensidad, imprimiéndole al terreno características propias de cada ambiente.

- *Morfocronología*. Trata de la edad relativa o absoluta de cada una de las geoformas del terreno, la cual puede ser del tiempo de su formación o de los procesos que marcaron su de-

sarrollo posterior. Es esencial hacer una distinción entre las formas del terreno de edades diferentes, en particular entre las formas recientes y aquellas heredadas de periodos anteriores, cuando prevalecían condiciones geológicas o climáticas distintas de las actuales.

En general, las geoformas más grandes son más durables, mientras que las pequeñas son rápidamente construidas o destruidas (Bloom, 1998). En ese sentido, las tasas de acción de los procesos geomorfológicos dependen del tamaño de la geoforma en diferentes órdenes de magnitud y, de manera hipotética, son inversamente proporcionales.

En concordancia con lo anterior, las escalas del tiempo están relacionadas con las escalas espaciales y, por tanto, con la jerarquización geomorfológica propuesta. Según Baker (1986), esta relación es clave en la definición de los alcances y la naturaleza de las investigaciones geomorfológicas; de ese modo, el autor establece escalas de investigación del tiempo geomorfológico de macro, meso y microescala.

El tiempo geomorfológico de macroescala está definido para los procesos geomorfológicos de plegamiento regional, construcción de montañas y movimientos asociados con la tectónica de placas, que han generado las mayores fases de erosión o sedimentación conocidas. Los procesos geomorfológicos de macroescala temporal pueden ser cíclicos y se definen en términos de millones de años. Muchas de las aproximaciones para determinar este tiempo son históricas, y se usan los elementos del paisaje como fundamento para la reconstrucción de los eventos pasados.

El tiempo geomorfológico de mesoescala está definido para los procesos geomorfológicos generados por la interrelación de controles tectónicos y climáticos, que corresponden a los cambios mayores de las geoformas, en cientos o miles de años. Según Baker (1986), para su definición se necesita retroalimentación intelectual entre la reconstrucción histórica y el estudio de los procesos geomorfológicos actuales. Corresponden a esta escala del tiempo la progradación o el retroceso de las líneas de costa, o también el avance o recesión de glaciares.

El tiempo geomorfológico de microescala está definido para los cambios de corto tiempo, determinados por los procesos geomor-

fológicos actuales relacionados con el flujo de corrientes de viento, agua o mar en términos de meses o años. Es la mayor fuente de datos geomorfológicos cuantitativos obtenidos por monitoreo para aplicaciones geotécnicas.

Dada la trascendencia que tiene la edad para conocer la evolución de las geoformas, es necesario empezar a aplicar las técnicas de datación más apropiadas, de acuerdo con el ambiente morfogenético y las condiciones del terreno. Existen diferentes técnicas de datación que pueden ser de carácter numérico absoluto, relativo y de correlación.

Entre las metodologías de carácter absoluto las más utilizadas son los registros históricos, carbono 14, huellas de fisión y potasio-argón. Recientemente se empezaron a usar nuevas técnicas radiométricas para conocer el tiempo de exposición de las superficies del terreno a la radiación cósmica, mediante la determinación y cuantificación de partículas nucleares (núclidos cosmogénicos tales como Be y Cl), captadas de la atmósfera y acumuladas durante la exposición de la superficie del terreno (Bloom, 1998; Easterbrook, 1999).

Para aplicar las metodologías de datación relativa resulta indispensable entender los procesos geomorfológicos y su evolución, siendo de uso común el desarrollo del suelo, el grado de meteorización de minerales o rocas, la modificación progresiva de las geoformas, las tasas de depósito, de incisión o deformación, y la posición geomorfológica.

Las metodologías de correlación, tales como la estratigrafía, tefrocronología, palinología, fósiles y artefactos e isótopos estables, demandan igualmente conocimiento y detalle para su aplicación. En razón de que la mayoría de las geoformas actuales se originaron en el Cuaternario, es común el uso de unidades geoclimáticas tanto para la correlación como para la determinación de su evolución; la nomenclatura europea es la más empleada en Colombia (tabla 1).

La cronología, en especial la datación absoluta, es a veces difícil de establecer, por lo cual la asignación de la edad de una geoforma debe ser flexible. Se recomienda un sistema de letras fundamentado en la utilización de la tabla de edades geomorfológicas propuesta por Villota (1997) y modificada por Carvajal (2002) con base en infor-

mación preexistente (tabla 1). Términos como actual (a), subactual (sa), reciente (r), subreciente (sr), antiguo (A) y muy antiguo (MA), son útiles mientras se obtienen dataciones absolutas. Si la edad de las geoformas del terreno es incierta, las letras simplemente se omiten.

- *Morfoclimatología*. Es indudable que las geoformas reflejan en gran medida las condiciones climáticas en las cuales se formaron en el pasado, o a las que se encuentran sometidas en la actualidad. El clima influye sobre los procesos geomórficos (sobre todo meteorización y erosión), que se acentúan directamente o no, dependiendo de las características estructurales del terreno (tipo de material y disposición y densidad de discontinuidades) e indirectamente de las características topográficas y la cobertura vegetal.

El clima determina regiones geomorfológicas con características distintivas y con procesos geomorfológicos particulares, lo cual permite diferenciarlas de otras regiones desarrolladas en condiciones climáticas diferentes (Thornbury, 1960). No se conoce en detalle la relación entre factores como clima, procesos geomórficos y geoformas, básicamente por considerar que el clima controla los procesos geomórficos tan sólo por la influencia de la temperatura y la precipitación promedios, desconociéndose o no tomándose en cuenta la influencia de otros factores, como PH, relación de infiltración-escoorrentía superficial, temperatura del terreno, variabilidad en temperatura, y precipitación, nubosidad, humedad relativa e intensidad y dirección de vientos.

Los suelos son el producto de la interacción de los agentes meteóricos con los diferentes tipos de material, cuyo grado de influencia depende de las características climáticas prevalecientes, que determinan en gran medida el grado y los tipos de meteorización y denudación, así como el carácter y la clase de vegetación existente. Como resultado de esto, y según el tiempo de prevalencia de las condiciones climáticas, se desarrollan una sucesión de horizontes de diferente espesor y composición, que en esencia permiten la reconstrucción de climas pasados y, por ende, contribuyen a establecer, por sus características geoquímicas y mineralógicas, la evolución geológica y geomorfológica de una región.

En estas circunstancias, y dadas las condiciones climáticas múltiples por las posiciones latitudinal y altitudinal variables del territorio colombiano, se propone adoptar la clasificación del clima propuesta por Villota (1997), que combina los pisos térmicos altitudinales (cálido, medio, frío, muy frío, paramuno y subnival, con las clases de humedad disponible (perhúmedo, húmedo, semihúmedo, subhúmedo, seco, semiárido y árido, cuya estimación según el autor se puede hacer de manera cuantitativa mediante balances hídricos y la definición de índices de humedad, ya sea por los métodos de Thorntwaite o de Lang. Igualmente, los índices de humedad se pueden determinar de acuerdo con este autor de manera cualitativa, mediante el análisis de cobertura vegetal, uso del suelo y rasgos erosivos diferenciados en fotos o imágenes de sensores remotos.

Esta información se considera atributo particular de las geofor-
mas y se consigna en tablas o bases de datos relacionadas con los polígonos de las categorías geomorfológicas propuestas más adelante, sobre todo en las regiones geomorfológicas definidas por los ambientes morfo genéticos, como ya se indicó.

Importancia de hacer cartografía y análisis geomorfológico de un territorio

El objetivo principal de la cartografía y el análisis geomorfológico, es registrar información de las formas del terreno, los materiales (roca o suelos) que las constituyen y los procesos superficiales que los afectan, de tal manera que permitan la reconstrucción de la historia, antigua, presente y futura (génesis, procesos y edad) del relieve de una localidad. Esta información es básica para el manejo ambiental y territorial de una región, dado el carácter de geoindicador que tiene la superficie terrestre al mostrar los más recientes cambios geológicos, propios de la dinámica tanto interna como externa de la tierra.

La facilidad de identificar, cartografiar y correlacionar la expresión morfológica del terreno, tanto en fotos aéreas como en imágenes de satélite, permite definir las zonas homogéneas, que posibilitan el análisis y los cálculos en los sistemas de información geográfica (SIG). Tal situación hace que los mapas geomorfológicos se constituyan en documentos integradores de variables tales como litología,

suelos y minería, que ayudan a conocer y evaluar el geopotencial de una región.

Ante esta posibilidad, permiten definir además sectores territoriales estructurantes, básicos para la toma de decisiones tanto a nivel regional como local (Velásquez, 1999). En ese sentido, el análisis y la cartografía geomorfológica son aplicables a la evaluación ambiental y a los planes de ordenamiento territorial, en particular al manejo de tierras, zonificaciones geotécnicas y sísmicas de ciudades, planificación del desarrollo de recursos, del uso de tierras, de proyectos, y a la política de riesgos naturales (Slaymaker, 2001).

Factores que hay que tener en cuenta para escoger un sistema metodológico

La superficie terrestre se ha analizado con diferentes criterios, producto de las necesidades de información en un momento dado, situación que ha definido, como ya se vio, la evolución de la disciplina. Mientras algunos autores clasifican el terreno desde los puntos de vista morfológico, morfoclimático y morfodinámico principalmente actual, otros utilizan como criterio la génesis de las geoformas con fundamento en la morfoestructura terrestre, visiones que sintetizan las dos escuelas principales de geomorfología; por un lado, la visión de la geografía, y por otro, la concepción de la geología, respectivamente.

En Colombia son innumerables los aportes al conocimiento geomorfológico del territorio nacional con trabajos regionales y de detalle, realizados desde el siglo XIX, como lo reseña Flórez (2003). Sobresalen los estudios sistemáticos llevados a cabo por Villota (1997) y Antonio Flórez (2003), consolidados recientemente con la publicación *Sistemas morfogénicos del territorio colombiano*, en escala 1:500.000 (Ideam, 2010). En zonas costeras se destacan los aportes hechos por Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano) en escalas 1:50.000 y 1:100.000 en la década de los noventa (Molina et al., 1998; González et al., 1998) y actualizados por Invemar (2008). A nivel de detalle y con el fin de dar respuesta a las necesidades del país, asociadas con los procesos de inestabilidad del terreno, sismicidad y volcanismo, El Servicio Geológico Colombiano, ha venido desarrollado metodologías de cartografía geomorfológica aplicada (Carvajal et al., 2005; Carvajal, 2008; Leyva et al., 2010).

A partir de estos puntos de vista, se han analizado a escala mundial los sistemas de clasificación de la superficie terrestre; las metodologías que se usan actualmente en Colombia son adaptaciones y combinaciones de tales concepciones de la geomorfología. Se han elaborado para escalas y fines específicos, en especial con la visión y necesidad de cada institución (tabla 2).

La selección de una metodología geomorfológica común, acorde con las necesidades y los enfoques de las instituciones del país, exige que las entidades –tanto oficiales como privadas usuarias de este tipo de información– cumplan una serie de condiciones que deben facilitar su comunicación y adaptación. Así las cosas, la metodología geomorfológica aplicada debe:

- Ser para uso multidisciplinario.
- Ser aplicable a diferentes niveles de detalle.
- Permitir definir unidades homogéneas tanto en fotos aéreas como imágenes de satélite.
- Facilitar la extrapolación y la generalización de las unidades definidas.
- Permitir el análisis genético de las geoformas, el paisaje y la toma de parámetros (morfografía, morfometría, morfogénesis y morfocronología).
- Facilitar la inclusión y el tratamiento de la información en los sistemas de información geográfica.
- Ser de conocimiento mundial y compatible con otras metodologías.

En este documento, que se constituye en una versión actualizada de la propuesta puesta en consideración anteriormente (Carvajal, 2008), se propone adoptar el sistema de clasificación morfogenética (particularmente la metodología ITC) (tabla 2), porque cumple con los requisitos enunciados anteriormente, además posee una estructura de fácil adaptación a las necesidades de todas las instituciones y fundamentalmente porque es una metodología de reconocimiento mundial, aplicada muy difundida en Colombia.

Tabla 2. Sistemas de clasificación de la superficie terrestre con criterio geomorfológico

	Clasificación geomorfológica	Clasificación morfogenética	Clasificación morfológica	Clasificación geográfica	Análisis del paisaje	Zonificación de tierras y planificación territorial
Objetivo	Definición de grandes regiones fisiográficas	Clasificación de formas de la tierra según su origen	Clasificación del relieve según la morfología	Clases de sup. terrestre en una perspectiva de integración	Clasificación del paisaje como síntesis del medio	Evaluación del geopotencial de unidades territoriales
Aplicación	Académica y científica	Académica y aplicación indirecta	Académica	Académica y científica	Académica y aplicada	Agronomía y planificación y uso del terreno
Base de trabajo	Síntesis a partir de información geológica y geomorfológica	Int. de imágenes satelitales, fotos aéreas, T. campo y oficina	Fotos aéreas, análisis de mapas topográficos y T. de campo	Información climática y geológica a escala pequeña	Fotos aéreas y trabajo de campo	Int. de imágenes de satélite, Fotos aéreas SIG, trabajo de campo y oficina
Escala	Continental y regional	Local y regional	Local y continental	Continental	Todas las escalas	Local y regional
Objeto de clasificación	Geología y geomorfología	Relieve y formas del terreno	Relieve y formas del terreno	Superficie terrestre	Paisaje	Suelos, Relieve y medio ambiente
Unidades de clasificación	Div. fisiográfica y unidad geomorfológica	Elementos y unidades geomorfológicas	Facetas	Regiones naturales	Geotopo	Unidad fisiográfica ecología y ambiente
Disciplinas	Geología y geografía física	Geomorfología y geología	Geografía y geomorfología	Geografía	Geografía	Ingeniería, geografía ecología y C. de la tierra (Edatología)
Referencias	Davis (1899) Fenneman (1928) Pedraza (1978)	Tricart (1965, 1994) ITC (1968, 1992) Denek (1972) CNRS (1970)	Woodrige (1932) Hammond (1954) Waters (1958) Savigear (1965) Dalrymple y otros (1968)	Herberson (1905) Joerg (1914)	Vinograd y otros (1962) Bertrand (1968) Sochava (1974) Bolos (1992)	Zinck (1989) Villota (1997) Tricart (1973) Candriero y Díaz de Teián (1987) Cortés (1989) Velásquez (1999) Ingeominas (1999)

Fuente: Velásquez (1999), Cortés (1989), Villota (1997), Zinck (1989), ITC (1992), Dalrymple et al. (1968).

Una jerarquía de unidades o categorías geomorfológicas se pueden definir en una región dada, dependiendo de la escala de trabajo, y sistémicamente deben permitir el análisis de la evolución geomorfológica y geológica de ésta. Esta concepción es igualmente necesaria con el fin de enfocar el pensamiento hacia el análisis de las geoformas de manera sistémica y coherente con las operaciones funcionales de almacenamiento, consulta, análisis, generación y generalización de información cartográfica de los Sistemas de Información Geográfica.

Según Howard y Mitchell (1980) en Hayden (1986), la más simple y clara base de clasificación es la definición de unidades homogéneas fáciles de mapear a la escala requerida en una región en particular. Así mismo, debe seleccionarse cuidadosamente para que sea homogénea e indivisible a la escala de trabajo que se requiere (Hayden, 1986).

Las propuestas de zonificación del terreno en categorías de unidades geomorfológicas son variadas tanto en número como en nombres, y dependen del objetivo perseguido y la especialidad del proponente. Esta misma situación se presenta con los rangos de escala para cada categoría y los criterios de definición y diferenciación cartográfica (tablas 2 y 3).

En Colombia, cada entidad hace cartografía geomorfológica en escalas y con fines distintos, proceso en el cual han propuesto categorizaciones con base en adaptaciones de diferentes metodologías geomorfológicas internacionales. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac) ha hecho adaptaciones de la metodología ITC (Verstapen, 1987; Verstapen y Van Zuidam, 1992); Zinck 1988-1989, en Velásquez (1999) para zonificar el terreno con criterio edafológico, y producto de estas aproximaciones es la clasificación fisiográfica del territorio nacional (Villota, 1992-1997).

Por su parte, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) utiliza como criterios de diferenciación la morfogénesis y los procesos geomorfológicos actuales, relacionados íntimamente con las características morfoclimáticas del territorio, visión fundamentada en la metodología francesa (Tricart, 1977; Flórez, 1988,

en Velásquez, 1999; Flórez, 2003; Ideam, 2010). Particularmente el Servicio Geológico Colombiano, en sus estudios de evaluación del medio ambiente y Ordenamiento Territorial, ha utilizado una adaptación de las metodologías antes mencionadas y ha propuesto una jerarquización de las geofformas relacionando la escala de trabajo con la subdivisión geomorfológica (Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999) (tabla 3).

Tabla 3. Categorización geomorfológica y fisiográfica en diferentes sistemas de clasificación

Referencias	Escala						
	< 1: 10.000.000	1: 5.000.000 1: 2.000.000	1: 1.500.000 1: 1.000.000	1: 1.500.000 1: 1.250.000	1: 1.100.000 1: 1.50.000	1: 25.000 1: 10.000	> 1: 10.000
ITC (1979)		Provincia geomorfológica		Unidad geomorfológica principal	Unidad geomorfológica	Detalle geomorfológico	
ITC (1992)		Provincia geomorfológica		Sistema de terreno	Unidad de terreno		Componente de terreno
Velásquez (1999) Ingeominas (1999)	Zona geoestructural		Provincia geomorfológica	Región geomorfológica	Subregión geomorfológica	Unidad geomorfológica de terreno	Elemento o componente geomorfológico
Villota (1992) CIAF Villota (1997)	Geoestructura	Provincia fisiográfica	Unidad climática	¿Gran paisaje?	¿Paisaje fisiográfico?	Subpaisaje	Elemento de P.
Cendrero y Diaz de Terán 1987		Ambiente morfodinámico		Sistema morfodinámico	Unidad morfodinámica	Elemento morfodinámico	
Zinck (1988, 1989)	Geoestructura	Provincia fisiográfica		¿Región natural?	¿Subregión paisaje?	Forma del terreno	Sitio de perfil
Fenneman (1928)	División mayor	Provincia	Sección o región	Distrito			
Grant (1976) en Cortés (1989)			Provincia de terreno		Patrón de terreno	Unidad de terreno	Componente de terreno
Meijerink (1988)				Unidad de terreno	Subunidad de terreno	Elemento	Áreas de muestra
Esta propuesta	Geomorfoestructura		Provincia geomorfológica	Región geomorfológica	Unidad geomorfológica	Subunidad geomorfológica	Componente geomorfológico

Fuente: Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999.

La diferencia en la aplicación de la geomorfología llevada a cabo por las entidades mencionadas es de tipo conceptual y radica fundamentalmente en las escalas de trabajo, así como en el objeto y el enfoque de investigación de cada una de ellas. En ese sentido se propone retomar la jerarquización propuesta por Ingeominas (Velásquez, 1999), modificando los nombres para darle un sentido estrictamente geomorfogenético y así unificar criterios de estandarización de la información, siguiendo los lineamientos de la metodología ITC como se verá más adelante.

Categorización Geomorfológica

Se proponen y adoptan los siguientes rangos de clasificación de mayor a menor (figura 2).

Geomorfoestructura

Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales, caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y, posiblemente, metamorfismo o intrusión ígnea (megageoformas de origen tectónico). Se consideran geomorfoestructuras los escudos, los bloques de origen continental (*plateaus* orogénicos o epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y *rift valleys*, plataformas y cinturones orogénicos. Según Velásquez (1999) corresponde a escalas de trabajo menores de 1:2.500.000.

El nombre propuesto para las geomorfoestructuras es compuesto. Consta del término *Sistema*, asociado a un término *Morfológico* de macrorrelieve, combinado con un nombre *geográfico regional* reconocido (tabla 4 y figura 3).



Figura 2. Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para Ingeominas.

Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1999), e Ingeominas (1999) y Carvajal (2002-2008).

Provincia geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macrorrelieve y una génesis geológica similar. Localmente, se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia, los cuales están delimitados por el trazo de megafacturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas, 1999; Velásquez, 1999; Irving 1971; Etayo et al., 1986; Villota, 1997).

Se diferencian y delimitan las formas del relieve tomando como base sus características geológicas, morfológicas y geográficas. Se definen en términos tales como cinturones montañosos, llanuras, peneplanicies, cordilleras y serranías, y están establecidas para escalas entre 1:1.000.000-1.500.000.

El nombre propuesto para la provincia geomorfológica es compuesto y consta de un término morfológico de macrorrelieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva (tabla 4 y figura 3).

Región geomorfológica

Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente, definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos. La escala de trabajo está definida entre 1:250.000 y 1:500.000 (Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999; Verstappen y Van Zuidam, 1992; Carvajal, 2008).

El ambiente morfogenético alude a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas en las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto endógeno como exógeno), que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de éstas.

Los ambientes morfogenéticos se agrupan de manera general en:

Ambiente morfoestructural (S). Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente la asociada a plegamientos y fallamientos.

Ambiente volcánico (V). Definido para las geoformas generadas, tanto por la intrusión como por la extrusión de materiales fundidos procedentes del interior de la tierra.

Ambiente denudacional (D). Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, y producto principalmente

de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa, sobre geoformas preexistentes.

Tabla 4. Visión de la jerarquización geomorfológica propuesta y aspectos generales de la nomenclatura y la relación entre geoformas en cada división o categoría

Geomorfo estructura	Provincia	Región	Unidades	Subunidades	Componente
Sistema montañoso de la Guyana Sistema orogénico Andino Sistema orogénico costero y márgenes continentales	Peneplanicies de la Orinoquia Peneplanicies de la Amazonia	Ambiente denudacional Serranías denudacionales	Inselbergs Glasis Cerros residuales	Glasis erosión Deslizamientos Ladera denudada Conos deslizamiento	Barrancos Escarpes Coronas deslizamiento
		Ambiente fluvial Planicies Aluviales	Llanuras Inundación Abanico fluvial Terrazas fluviales	Basines Terrazas fluviales Deltas desborde Deltas lagunares Barras	Escarpe terraza Albardones Cauces
	Cinturón montañoso de San Jacinto Cinturón montañoso del Sinú	Ambiente marino Planicies Costeras	Espigas Terraza marina Tómbolo Plataformas de abrasión elevadas Isla Barrera	P. Abrasión Playas Llanuras Internareales	Acantilados Crestas de playa Frente de playa Paleoacantilados
		Ambiente eólico Planicies desérticas	Planos de deflación Dunas Parabólicas Salares Wadis	Yardangs Hoyos de deflación Dunas de sombra	Planos interdunares Planos de Tafoni
		Ambiente estructural Serranías estructurales	Sierras homoclinales Sierras anticlinales Espinazos Cuestas	Laderas estructurales Laderas de contrapendiente Cornisas estructurales	Escarpes de falla Facetas triangulares Lagos de falla Trincheras de falla
	Cordillera Central Plataforma Continental Pacífica	Ambiente volcánico Edificios volcánicos	Cráter volcánico Cono volcánico Flujo de lava Lahar	Ladera interna de cráter Cuello volcánico Ladera volcánica	Túnel de lava Cuello volcánico
		Ambiente glacial Serranías glaciadas	Kames Morrenas Sierras glaciadas	Arista glaciada Ladera estructura glaciada	Circo glaciar Planos de estrías glaciaria
		Ambiente kárstico Serranías karstificadas	Poljes Torres kársticas Cerro Pepino	Cañadas karstificadas Fondo de Polje	Dolinas Uvalas Depresión kárstica
		Ambiente antropogénico Planicies antrópicas	Lóbulos de escombros Embalses Canteras	Flancos de cantera Planos de explanación	Canales Espolones Banca de caminos

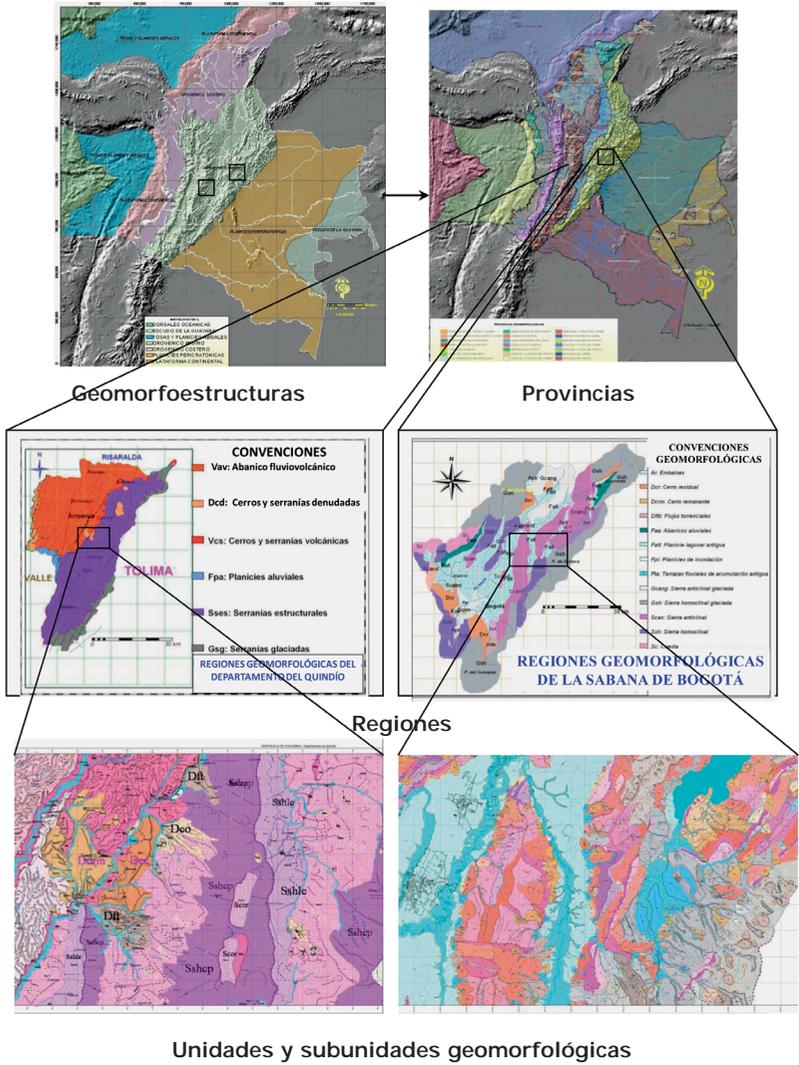


Figura 3. Ejemplo de la visión taxonómica geomorfológica propuesta, con aplicación en Colombia.

Fuente: Información tomada de Carvajal et al. (2003, 2004 y 2005).

Ambiente fluvial y lagunar (F). Corresponde a las geoformas producidas por procesos (erosión-sedimentación), generadas por corrientes de agua tales como ríos y arroyos, y lagos y lagunas, respectivamente.

Ambiente marino y costero (M). Determinado por las geoformas construidas o esculpidas por la actividad de las corrientes y procesos del mar. Se incluyen los deltas.

Ambiente glacial y periglacial (G). Definido por las geoformas originadas por los glaciares tanto continentales (casquetes polares) como de alta montaña.

Ambiente eólico (E). Corresponde a las geoformas erosivas y de acumulación sedimentaria, formadas por la acción de los vientos en climas desérticos, principalmente.

Ambiente karstico (K). Definido por las formas del terreno, producto de meteorización y dilución de rocas y materiales de fácil disolución (las calizas y sal), en ambientes tropicales húmedos.

Ambiente antropogénico (A). Corresponde a las formas del terreno, producto de la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre.

El nombre propuesto para las regiones geomorfológicas está definido por términos morfológicos de mesorrelieve tales como serranías o planicies, asociado con el nombre del ambiente morfogenético correspondiente. Para la notación cartográfica se propone usar una abreviatura de hasta tres caracteres; la primera, o la primera y la segunda en mayúsculas, se utiliza para identificar el ambiente morfogenético principal y la restante para la expresión morfológica de mesorrelieve.

Unidad geomorfológica

Esta categoría se propone como la unidad básica de la cartografía geomorfológica. El término unidad geomorfológica se define como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico construccional o destruccional (acumulación o erosión), típico de un ambiente morfogenético dado. Está determinada con criterios genéticos, morfológicos

y geométricos en función de la escala de trabajo propuesta de 1:50.000 a 1:100.000 (tabla 4 y figura 3).

La notación cartográfica propuesta corresponde a una abreviatura de hasta cinco caracteres, el primero en mayúscula. El primero y el segundo se utilizan para identificar el ambiente morfogenético principal (Denudacional: D, Volcánico: V, Estructural: S, Fluvial y deltaico: F, Kárstico: K, Marino y costero: M, Glacial: G, Eólico: E, Antropogénico: A); se usan letras adicionales para especificar tanto el relieve como el nombre de la geoforma típica de cada ambiente morfogenético (Verstappen y Van Zuidam, 1992 y anexo 1).

Subunidad geomorfológica

Categoría que corresponde a una subdivisión de las unidades geomorfológicas (tabla 4). Está determinada fundamentalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de éstos con la correspondiente topografía del terreno. Igualmente, está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos o determinados. La escala de trabajo oscila entre 1:10.000 y 1:25.000.

La nomenclatura de las subunidades está definida por la posición dentro de la unidad o por el proceso geomorfológico dominante. Por ejemplo, ladera estructural de espinazo o de cuesta, ladera denudativa o residual (tabla 4). La notación cartográfica propuesta corresponde a abreviaturas de hasta seis caracteres: La primera hace alusión al ambiente morfogenético, la segunda y tercera para definir la unidad correspondiente, y las restantes para especificar la disposición estructural o la posición dentro de la unidad geomorfológica.

Componente o elemento geomorfológico

El elemento o componente geomorfológico corresponde al máximo nivel de detalle de jerarquía en la subdivisión propuesta (escalas mayores de 1:10.000). Esta categoría está establecida por los rasgos del relieve (escarpes naturales o antrópicos, relieves inter-

nos de laderas o flancos, crestas, formas de valle), definidos en sitios puntuales y determinados por la morfometría detallada del terreno en una subunidad geomorfológica. Igualmente, puede estar definida por microrrelieves asociados con una característica litológica o sedimentaria establecida con base en análisis detallados (Velásquez, 1999; Ingeominas, 1999; Meijerink, 1988; Damen, 1990).

La nomenclatura propuesta está definida por caracteres combinados de letras y números, especificados por el origen de la geoforma, nombre de las unidades y subunidades y, al final, números que determinan la posición del elemento en la subunidad. Cartográficamente, se plantea hacer la diferenciación de elementos geomorfológicos acorde con las características de los tipos de material (rocas o sedimentos), utilizando los achurados estándar de geología.

Taxonomía de la jerarquización geomorfológica propuesta

La clasificación jerárquica propuesta para el estudio geomorfológico es sistémica y está estructurada para ser receptora de otro tipo de información mediante el uso de los sistemas de información geográfica (SIG). En ese orden de ideas, la jerarquización propuesta cumple con la propiedad de la recursividad de los SIG (Galeano, 2003); es decir, cada categoría constituye un sistema y los sistemas inferiores están contenidos en los superiores (tablas 4 y 5 y figura 2).

Así mismo, se constituye en un sistema abierto, adaptable y compatible con otros sistemas geomorfológicos, y principalmente guarda equivalencia con las jerarquías de otras especialidades o ciencias, tales como la geología y edafología (tabla 5). Esta disposición, igualmente, facilita la definición de tipos categorías o unidades de gestión ambiental que permiten establecer las acciones pertinentes de planificación territorial desde el nivel nacional hasta lo local (Velásquez, 1999).

Tabla 5. Taxonomía de las categorías geomorfológicas propuestas

Taxonomía geomorfológica	Geomorfo-estructura	Provincia geomorfológica	Región geomorfológica	Unidad geomorfológica	Subunidad geomorfológica	Elemento geomorfológico
Escala	< 1:2.500.000	1:1.500.000 1:1.000.000	1.500.000 1.250.000	1:100.000 1:50.000	1:25.000 1:10.000	> 1:10.000
Nivel	Mundial Continental Supranacional	Nacional Supranacional	Regional y Departamental	Subregional cuenca Municipal	Municipal Local	Puntual
Extensión de unidades	10-10 ³ km ²	10 ³ -10 ⁴ km ²	10 ³ -10 ⁴ km ²	10 ² -10 ³ km ²	10-10 ² km ²	< 10 km ²
Criterios de definición	Grandes estructuras geológicas y topográficas regionales	Macrorrelieve y génesis geológica	Ambientes morfogénéticos y geológicos Morfodinámica	Procesos morfogénéticos y morfológica	Contrastes morfológicos Formaciones superficiales Morfodinámica	Morfometría Cateras Morfodinámica
Herramienta de clasificación	I. Satélite LANDSAT MSS Mapas geológicos	I. Satélite LANDSAT MSS Mapas geológicos a pequeña escala	I. Satélite LANDSAT TM - RADAR, Mapas topográficos y geológicos Control de campo	I. Satélite SPOT XS RADAR - Fotos aéreas, Mapas geológicos y topográficos y MNT control de campo	I. Satélite SPOT, RADAR, IKONOS Fotos aéreas V y O, Mapas topográficos y MNT campo detallado	I. Satélite IKONOS Fotos aéreas V y O, Mapas topográficos MNT campo detallado-Erucasas
Categorías geológicas		Provincias - Terrenos Geológicos	Grupo URT	Formación UCG	Miembro	Capa o estrato
Tipo de suelo (USDA, 1975)	Orden	suborden	Grupo	Subgrupo	Familia	Serie
Zonificación geotécnica y geomecánica		Provincia de terreno	Patrón de terreno	Unidad de terreno	Subunidad de terreno	Componente de terreno
Zonificación ingeniería		Terreno Ingeniería (TE)	Grupo Ingeniería (ES)	Formación Ingeniería (EF)	Tipo Litológico (LT)	Tipo Ingeniería (ET)
Unidad de gestión ambiental equivalente	Medio Natural	Provincia ambiental	Región ambiental	Unidad ambiental	Subunidad ambiental	Sitio
Tipo de acción en planificación	Política de bloque subcontinental	Política Nacional Ambiental	Planificación Ambiental Departamental	Planificación Ambiental regional	Planificación y gestión municipal	Gestión puntual en un sitio

Fuente: Velásquez, 1999; USDA, 1975; Unesco, 1976; Cortés, 1986; Van Zuidam, 1986; Carvajal (2002-2008).

Según Verstappen y Van Zuidam (1992), la elaboración de cartografía geomorfológica está orientada a proporcionar información concisa y sistemática sobre las formas del terreno y los procesos geomorfológicos que actúan sobre ellas. Así, los mapas geomorfológicos son herramientas útiles, que brindan conocimiento básico del terreno y permiten estructurar toda la información temática, enfocada en definir el comportamiento de los terrenos con aplicaciones diferentes, tales como evaluación de amenazas naturales, elaboración de planes de ordenamiento territorial, consideraciones acerca del planeamiento y el desarrollo de obras de infraestructura, al igual que la realización de zonificaciones de propiedades geomecánicas del terreno.

Para tal efecto, no sólo se requiere delinear unidades mediante polígonos coloreados con rasgos geomorfológicos y diferenciados mediante símbolos lineales, sino que es fundamental conocer el pasado, presente y futuro de las geoformas mediante el análisis de la información de una región. Para tal efecto, hay que tener en cuenta tanto los factores de generación (endógenos-geológicos y exógenos-climáticos), como la información morfodinámica, morfocronológica y ambiental (suelos, hidrología y vegetación). La información mencionada se puede desplegar mediante un mapa o se puede almacenar como atributos de éstos en una base de datos estructurada para manejarla por medio de un SIG, lo cual permite su uso de acuerdo con las necesidades y los puntos de vista de los consultores y público en general, quienes al final son los beneficiarios directos de esta información.

A causa de la estructuración, el carácter académico y la facilidad de aplicación de la metodología desarrollada por el ITC, se propone su adaptación como base de la estandarización de la información geomorfológica en Colombia. Esta propuesta se fundamenta no sólo en la compatibilidad que tiene con otras metodologías a nivel mundial, sino en la amplia difusión y práctica que ha tenido la metodología en Colombia por intermedio de Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (Ciaf).

Características de la metodología del ITC

La metodología hace hincapié en el análisis geomorfo-genético, que incluye aspectos como la estructura geológica del territorio cartografiado, la morfología, la morfometría, la edad de las geoformas (geomorfocronología) y la morfodinámica. Según el objetivo de los usuarios de los levantamientos geomorfológicos, con la metodología ITC definen tres tipos de mapas:

Mapas geomorfológicos analíticos

Estos mapas proporcionan información sobre formas del relieve y procesos con énfasis en la morfogénesis y la morfocronología. Incluyen información geológica (litológica y estructural) y son el producto de estudios geomorfológicos monodisciplinarios; se constituyen además en los mapas geomorfológicos básicos y contienen la siguiente información en orden jerárquico: morfogénesis, morfología, morfometría, morfocronología y, parcialmente, morfoestructura (litología) (tabla 6). (Verstappen, 1987; Verstappen y Van Zuidam, 1992).

Tabla 6. Tipos de mapas en el sistema ITC

Mapas geomorfológicos sintéticos							
	Litología	Geoformas	Suelos y Sedimentos	Hidrología	Cobertura Vegetal	Clima	Propiedades Geomecánicas
Mapas Geomorfológicos Analíticos	Morfología	Mapas de pendientes de ladera Investigaciones de traficabilidad Valoración visual del terreno (potencial escénico)					Mapas Geomorfológicos Pragmáticos
	Morfografía						
	Morfometría	Zonificación por fenómenos de sequía Mapas hidromorfológicos					
	Morfogénesis	Zonificación de amenazas naturales Mapas de morfoconservación					
	Morfodinámica (Procesos)						
	Morfocronología						

Fuente: Tomado y modificado de Verstappen, 1987.

La morfogénesis se representa en forma de unidades geomorfológicas (polígonos coloreados y rotulados con letras) si ésta es car-

tografiable a la escala de estudio dada, o por medio de símbolos lineales si las formas son demasiado pequeñas. Las unidades morfogenéticas, por ser el más alto nivel del sistema cartográfico, están coloreadas de acuerdo con el ambiente morfogenético principal, así:

1. Formas de origen morfoestructural (púrpura) - **púrpura**
2. Formas de origen volcánico (rojo) - **rojo**
3. Formas de origen denudacional (marrón) - **marrón**
4. Formas de origen fluvial y lagunar (verde) - **azul**
5. Formas de origen costero y marino (azul oscuro) - **verde**
6. Formas de origen glacial y periglacial (azul claro) - **grises**
7. Formas de origen eólico (amarillo) - **amarillo**
8. Formas de origen kárstico (naranja) - **naranja**
9. Formas de origen antropogénico/biológico (negro - gris). **Tramas en negro**

Los colores en negrillas son los adoptados y propuestos en este documento (ver ejemplos en anexo). Los demás colores corresponden a la metodología ITC.

Por otro lado, las geoformas de origen transicional se pueden incluir donde sea más conveniente, de acuerdo con el criterio del cartógrafo. Un listado preliminar de los símbolos de las geoformas propias de cada ambiente morfogenético se presenta en Verstappen y Van Zuidam (1992). Corresponde a los objetos geomorfológicos que pueden ser cartografiables a escala 1:100.000 (ver ejemplos en anexo), cuyos nombres, nomenclatura y color son susceptibles de cambio, una vez que se llegue a concertaciones con los especialistas de cada ambiente en particular.

La litología se indica por medio de las tramas adoptadas para la cartografía geológica, pero en colores apagados. De conformidad con la metodología del ITC, cuando es importante destacar la litología, o cuando se desea subdividir unidades geomorfológicas muy grandes, con base en la composición de los materiales constituyentes, se recomienda elevar jerárquicamente la información litológica mediante el empleo de símbolos areales coloreados y nombrarlas en la leyenda como unidades geomorfolitológicas.

La morfología y los rasgos de la superficie del terreno en general (crestas, cambios de inclinación de laderas o escarpes) se representan por medio de símbolos y flechas que apuntan hacia la parte baja de la ladera. La información morfométrica (tablas 7 y 8) se representa utilizando varios matices de color, o por medio de símbolos con datos obtenidos tanto en campo como de fotos o imágenes de satélite.

Los procesos actuales (morfodinámica) se representan por símbolos y flechas de formas o estilos diferentes, indicando las direcciones de movimiento e intensidad.

Cuando se caracteriza cada unidad con información de campo, esta información puede anexarse mediante tablas relacionadas con cada polígono (tablas 7 y 8). Otro tanto se puede hacer con la información morfocronológica, o representarla por medio de letras, como lo recomienda el sistema ITC (Verstappen y Van Zuidam, 1992).

Mapas geomorfológicos sintéticos

Estos mapas proporcionan una información general del terreno con base en estudios multidisciplinarios. En ese sentido, toman la información suministrada por los mapas geomorfológicos analíticos y la relacionan con otros factores del paisaje, como *clima, suelos, hidrología y vegetación*, según las necesidades del usuario (tabla 6). Adicionalmente, con el uso de las ventajas de un SIG, mediante el empleo de tablas se puede agregar información complementaria, como perfiles de meteorización, tipo de suelos y propiedades mecánicas de los materiales. En esta clase de mapa, la caracterización de las geoformas se puede incluir resumidamente en la leyenda. Corresponden a este tipo los mapas fisiográficos, los mapas de unidades de terreno, los mapas de zonificación de propiedades geomecánicas y los mapas ecológicos, cuyas características se pueden diferenciar por medio de achurados.

Mapas geomorfológicos pragmáticos

Son los mapas producto de investigación geomorfológica, con un propósito definido, como por ejemplo evaluación de amenazas y riesgos naturales o planificación territorial (tabla 6). Para tal efecto,

se emplea la información necesaria de los mapas geomorfológicos, tanto analíticos como sintéticos, que según Verstappen y Van Zuidam (1992) son complementarios. Mientras el mapa geomorfológico analítico define las unidades de mapeo geomorfológico y aporta información detallada, el mapeo sintético proporciona el contexto ambiental y las interrelaciones ecológicas del paisaje geomorfológico.

Tablas 7. Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos y de ingeniería

Tipos de relieve		
ID	Tipo	Elevación (m)
	Montañoso	> 500
	Colina	20-499
	Loma	50-200
	Montículos	0-49

Índices de inclinación de ladera		
ID	Inclinación	Descripción
	< 5°	Plana o suavemente inclinada
	6-10°	Inclinada
	11-15°	Muy inclinada
	16-20°	Abrupta
	21-30°	Muy abrupta
	31- 45°	Escarpada
	> 45°	Muy escarpada

Índice de contraste de relieve		
ID	Elevaciones (m)	Descripción
	< 29	Muy bajo
	30-74	Bajo
	75-149	Moderado
	150-249	Alto
	250-499	Muy alto
	> 500	Extremadamente alto

Longitud de ladera		
ID	Longitud (m)	Descripción
	< 50	Muy corta
	51-250	Corta
	251-500	Moderada
	501-1000	Larga
	1001-2500	Muy larga
	> 2500	Extremadamente larga

Formas de ladera		
ID	Clase	Calificación
	Recta	
	Cóncava *	
	Convexa *	
	Irregular	
	Compleja	

*Tipos de forma de ladera		
ID	Forma ladera	Cualificación
	Cóncava-Divergente	
	Cóncava-Convergente	
	Convexa-Divergente	
	Convexa-Convergente	

Formas de valle		
ID	Tipo	Calificación
	Artesa	
	Forma de V	
	Forma de U	

Forma de cresta		
ID	Tipo	Calificación
	Aguda	
	Redondeada	
	Convexa amplia	
	Convexa plana	
	Plana	
	Plana disectada	

./..

Continuación

Índice de frecuencia de drenaje		
ID	NºF/km²	Cualificación
	>40	Muy alta
	21-40	Alta
	11-20	Media
	5-10	Baja
	<5	Muy baja

Densidad de drenaje		
ID	Rangos	Cualificación
	< 0,5 km/km²	Baja
	0,51-1 km/km²	Moderada
	>1 km/km²	Alta

Textura de drenaje			
ID	Densidad	Frecuencia de drenaje	Textura drenaje
	Baja	Baja a muy baja	Gruesa
	Moderada	Media	Mediana
	Alta	Alta	Fina
	Muy alta	Muy alta	Muy fina

Fuente: Van Zuidam , 1985; Meijerink, 1988; Damen, 1990; Vargas, 2002, y Carvajal et al (2002).

Tabla 8. Clasificación de procesos erosivos y de remoción en masa y rangos utilizados con propósitos de análisis de ingeniería

ID	Tipo de erosión	Espaciamiento entre canales (m)					
		<5	5 a 15	15 a 50	50 a 150	150 a 500	>500
	Erosión laminar	Severa	Moderada	suave			
	Surcos (<50 cm de profundidad)	Severa	Severa	Moderada	Suave		
	Barrancos (51-150 cm de profundidad)	Severa	Severa	Severa	Moderada	Suave	
	Cárcavas (>150 cm de profundidad)	Severa	Severa	Severa	Severa	Moderada	Suave

Grado de erosión			
ID	Área erosionada %/unidad	Grado erosión R.	Descripción
	<25	Sin erosión	Geoforma original
	25-50	Erosión baja	Geoforma denudada
	51-74	Erosión media	Geoforma remanente
	75-89	Erosión alta	Geoforma residual
	>90	Erosión muy alta	Bad lands

./..

Continuación

Grado de erosión		
ID	Cobertura vegetal (%)	Descripción
	>90	Sin erosión
	>75	Erosión baja
	51-74	Erosión media
	25-50	Erosión alta
	<25	Erosión muy alta

Clasificación de Movimientos en Masa

Tipo de movimiento			Tipo de material asociado		
			Roca	Suelo de ingeniería	
				Predominante-mente Grueso	Predominante-mente Fino
Caídas			Rocas resistentes fracturadas	Detritos	Tierra
Volcamientos			Rocas muy inclinadas	Detritos	Tierra
Deslizamientos	Rotacional	Pocas unidades	Hundimiento de roca	Hundimiento de detritos	Hundimiento de tierra
			Deslizamiento de bloques de roca	Deslizamiento de bloques de detritos	Deslizamiento de bloques de tierra
	Traslacional	Muchas unidades	deslizamiento de roca	Deslizamiento de detritos	Deslizamiento de tierra
Propagación lateral			Roca	Detritos	Tierra
Flujos			Flujo de roca (Reptación profunda)	Detritos	Tierra
				(Reptación de suelo)	
Reptamiento (Creep) (Áreas de gran extensión)			Reptación profunda)	(Reptación de suelo)	
Compuestos o múltiples: Combinación de dos o más de los tipos anteriores					

Fuente: Van Zuidam, 1985; Varnes, 1978, y 1998) y Carvajal et al. (2002).

Lineamientos generales para la elaboración de un mapa geomorfológico

La elaboración de un mapa geomorfológico implica la realización de una serie de actividades, cuyo detalle depende de los objetivos que se buscan y las escalas relacionadas con base en la jerarquización geomorfológica propuesta. El planteamiento está dirigido a hacer un mapa geomorfológico básico o analítico, que sirva de base a todas las entidades públicas y privadas, para elaborar mapas sintéticos o pragmáticos de acuerdo con las necesidades particulares de cada institución.

El primer paso en la elaboración de un mapa geomorfológico analítico (figura 4) consiste en buscar datos e información básica temática, tales como mapas geológicos y estructurales, cartografía topográfica base, fotografías aéreas, imágenes de satélite, modelos digitales de elevación y del terreno. El siguiente paso está enfocado en obtener información base fundamental para hacer el mapa, como la obtención de modelos digitales del terreno, procesamiento digital de imágenes de satélite y, básicamente, la interpretación de fotografías aéreas en la escala apropiada (figura 5); en este orden de ideas, cabe anotar que el análisis geomorfológico se debe efectuar paso a paso desde el nivel regional hasta el detalle, teniendo como base la jerarquización geomorfológica, lo cual facilita conocer y entender la evolución geológica y geomorfológica de un territorio determinado, darse la idea del estado de esfuerzos del terreno (fracturamiento), datos que inciden indudablemente en el estado y el comportamiento de los materiales.

En este proceso resulta indispensable emplear los modelos digitales de terreno y de elevación, porque proporcionan información morfológica regional y de detalle, además de poderse sustraer datos del aspecto de las laderas, pendientes y perfiles del terreno, y realizando procesamiento digital de los modelos, obtener información de densidad del drenaje, lineamientos, coeficientes de rugosidad, entre otros, todos parámetros esenciales del modelamiento geomorfológico. Varios son los modelos digitales obtenidos del relieve tanto continental como submarino, pero se destacan en zonas emergidas los modelos de la Nasa de 30 m y El Aster, y en los últimos años los modelos de detalle obtenidos a través del sistema Lidar (Fleming et al., 2010; Afanador et al., 2006).

Otra fuente de información geomorfológica se obtiene del procesamiento digital de imágenes de satélite (Landsat, Spot, Ikonos QuickBird) que, dependiendo de la resolución espectral y espacial, se utilizan en el marco de las jerarquías geomorfológicas propuestas, para obtener datos de procesos geomórficos recientes, rasgos geomorfológicos y geográficos (tabla 5). Para mejorar la calidad de los datos, se llevan a cabo reales y refinamientos de la información obtenida, al procesar digitalmente y combinar imágenes de satélite o fotografías aéreas digitales con los modelos digitales. Estos procedimientos se aplican también en zonas marinas, donde se combi-

na información batimétrica *multibeam* con imágenes de planta del fondo submarino, obtenidas por sonar de barrido lateral y registros de perfiles sísmicos de reflexión. Un ejemplo de esta información se muestra en la figura obtenida en el talud continental, al SW de Cartagena de Indias (figura 6).

La información conseguida de las fotografías sigue siendo de gran importancia en el medio colombiano por la estereoscopia y la visión 3D obtenida, lo cual permite analizar regionalmente y en detalle el relieve, los materiales constitutivos y los procesos geomórficos preponderantes. El registro permanente y fiel de los objetos y fenómenos, que se presentan sobre la superficie terrestre en el momento de la toma, permite efectuar análisis multitemporales para detectar y estudiar cambios dinámicos sobre el terreno (Mendivelso, 2008).

Los procesos de interpretación de imágenes de satélite y fotografías aéreas, modelos digitales de terreno o de elevación, o sus combinaciones, se fundamenta en la delimitación de las macrogeoformas, de acuerdo con su ambiente morfogenético, para después seguir en detalle la identificación y la cartografía de los procesos geomórficos actuantes en cada geoforma definida. Este proceso lo deben llevar a cabo geólogos, ingenieros o geomorfológico de experiencia, que deben identificar y definir los contrastes morfológicos, texturales y de tonos y lineamientos con sentido geomorfológico, litológico y estructural.

Una vez finalizada la etapa anterior, la información es georreferenciada y trasladada a las planchas topográficas a la escala apropiada para obtener los mapas geomorfológicos preliminares. El avance tecnológico de los sistemas de información geográfica (SIG), y de programas especializados, permite realizar el proceso anterior, directamente en pantalla, obteniéndose información preliminar georreferenciada y lista para la siguiente fase de reconocimiento y control de campo (figura 4).

El trabajo de campo se lleva a cabo con el propósito tanto de corroborar las geoformas definidas previamente en el trabajo de oficina, como conseguir datos e información complementaria de los contrastes morfométricos, litología, geología estructural, perfiles de suelo y procesos actuales. Para tal efecto, es recomendable buscar

zonas elevadas con el fin de obtener vistas y caracterización panorámicas del territorio; posteriormente, se visitan los sitios visualizados de manera individual, para toma de datos detallados, muestras de roca o sedimento para laboratorio y dataciones. Una descripción más detallada de este proceso se encuentra en Leiva et al. (2011) y Carvajal et al. (2005).

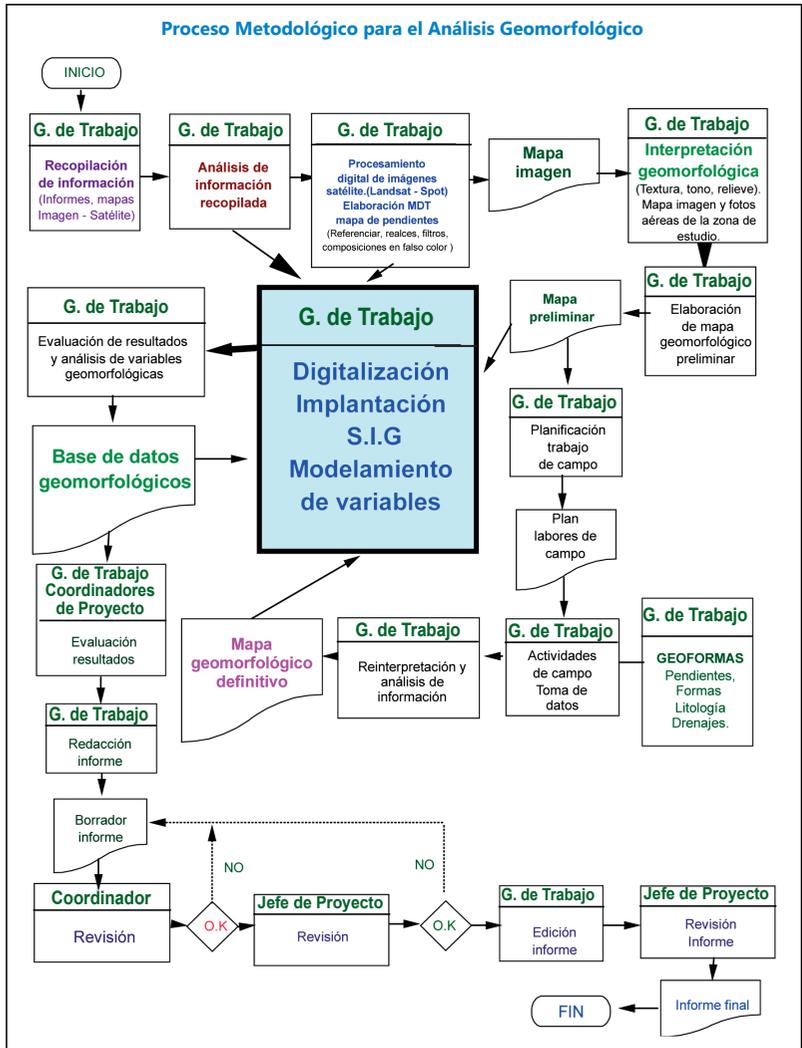


Figura 4. Flujo de procedimientos tenidos en cuenta en la elaboración de un mapa geomorfológico analítico

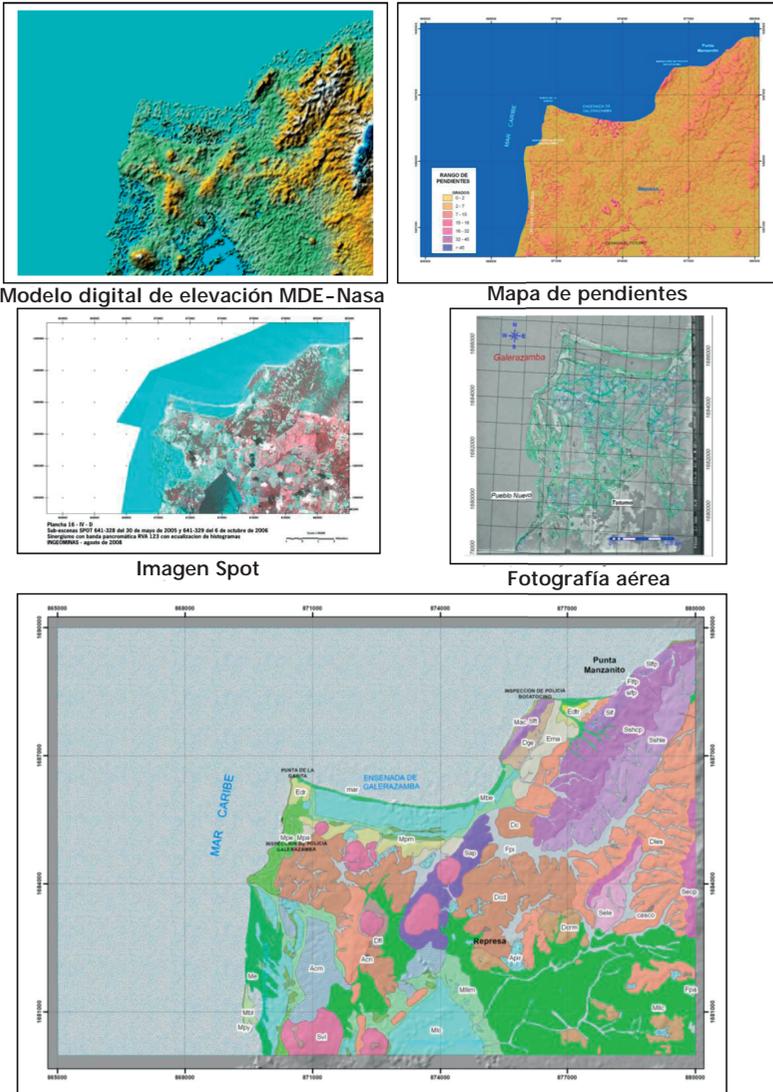


Figura 5. Información temática básica tenida en cuenta en la elaboración de la plancha geomorfológica 16-IV-D escala 1:25.000. Nótese la diferenciación de unidades de origen marino en tonos de verde, origen morfoestructural en púrpuras, origen denudacional en marrón.

Fuente: Carvajal et al. (2010).

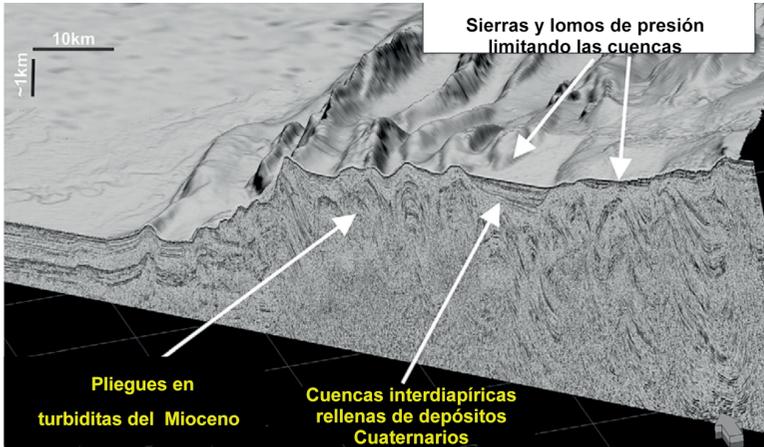


Figura 6. Ejemplo de la información obtenida de la combinación de imágenes de sonar de barrido lateral (ecosonda multihaz y perfiles sísmicos de reflexión al SW de Cartagena).

Fuente: Tomado y modificado de Vinnels et al., 2010, en Carvajal et al., 2011.

La fase final corresponde a los ajustes de la cartografía geomorfológica realizada previamente con los datos obtenidos de campo y laboratorio, el proceso de completar la información de las bases de datos, elaboración de modelos y perfiles geomorfológicos, con los cuales se elabora el informe o la memoria final del trabajo, donde se consignan los resultados de la investigación (figura 4). Detalles de estas actividades se pueden conocer en Carvajal et al. (2005) y Leiva et al. (2011).

Estado actual del proceso de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia

La globalización de la información y el desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG), han generado que las entidades que producen y manejan información busquen la manera de estandarizar su información, con el fin de usarla y compartirla. La geomorfología como ciencia ha adquirido mucha importancia en las tres últimas décadas, dada no sólo la utilidad de la información proporcionada para los planes de ordenamiento territorial, sino también por el carácter estructurante e integrador que le dan otros tipos de información, a causa de la facilidad que se tiene con la expresión morfológica, para definir zonas homogéneas en fotografías aéreas e imágenes de satélite.

No obstante lo anterior, la geomorfología hasta el momento no ha iniciado el camino de la estandarización, y este documento es el primer intento que se hace en Colombia para organizar el pensamiento técnico-científico con ese objetivo. Vale la pena destacar los avances obtenidos por entidades como el Ideam y el Igac, que utilizan la geomorfología como información básica para el desarrollo de sus objetivos y su misión institucional; no obstante, son esfuerzos unilaterales para satisfacer sus necesidades, sin llegar hasta el momento a un acuerdo nacional en el tema, en razón de las diferentes visiones que se tienen de la superficie terrestre.

Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano) como responsable de la información del subsuelo del territorio colombiano, inició hace cerca de ocho años los contactos necesarios para llegar a un consenso en esta materia; con todo, ha faltado voluntad política de las entidades mencionadas para liderar esta propuesta. Producto de esta iniciativa se ha conformado un grupo de técnicos científicos (nodo de geomorfología) interesados en desarrollar esta disciplina en el país, que han trazado el camino de lo que debe ser el desarrollo de la geomorfología en un plan estratégico, sometido a discusión entre los participantes del grupo (Forero et al., 2003).

Realizado un sondeo de opinión entre los técnicos científicos que trabajan o están interesados en este tema, se ha podido llegar a las siguientes conclusiones acerca de la geomorfología en Colombia:

- No existe una metodología unificada y, por ende, no hay estándares definidos.
- La geomorfología aplicada se lleva cabo con fundamento en el conocimiento básico de ingenieros, geólogos o edafólogos.
- La capacitación en el tema es limitada.
- No cuenta con un banco nacional de datos geomorfológicos.
- Los contactos con los comités internacionales de geomorfología son limitados.
- Entidades tanto oficiales como privadas realizan cartografía y análisis geomorfológico con diferentes escalas y propósitos.

Ante este panorama y la necesidad apremiante de estandarizar la información geomorfológica en el país, se presenta este documento como base de las discusiones que se tienen que dar para alcanzar dicho fin.

Mediante la metodología aquí propuesta se define una estructuración básica, orientada al uso de los SIG como herramienta de planeación y toma de decisiones. La jerarquización geomorfológica está estructurada sistémicamente en una relación de pocos a muchos, cumpliendo con la propiedad de recursividad de los SIG; en otras palabras las geomorfoestructuras están compuestas por provincias, las provincias por regiones, las regiones de unidades y así hasta el nivel de componente geomorfológico (Carvajal et al., 2002-2008) (tablas 4 y 5, figuras 2, 3 y 7).

Este planteamiento representa de cierto modo la naturaleza misma y permite aplicar, con algunas limitaciones, el concepto de las morfosecuencias. Según Bloom (1998), una morfosecuencia corresponde a un conjunto de geoformas configuradas contemporáneamente y organizadas o ensambladas genéticamente (ambientes morfogenéticos y procesos geomórficos), lo cual permite establecer la evolución de un lugar mediante el estudio o análisis de morfosecuencias sucesivas.

Así las cosas, se plantea emprender la reconstrucción de la evolución geológica y geomorfológica de un lugar analizando secuencialmente la historia desde un macronivel, representado por las

morfoestructuras y las provincias geomorfológicas, hasta el nivel de regiones, unidades y subunidades definidas por los ambientes geomorfológicos, los procesos y la expresión morfológica de las geoformas, respectivamente (figuras 2, 3 y 7).

La datación de las geoformas a niveles macro, meso y micro, relacionada con las escalas de trabajo y la jerarquización geomorfológica propuesta (figura 7), complementa el proceso de análisis evolutivo de un territorio.

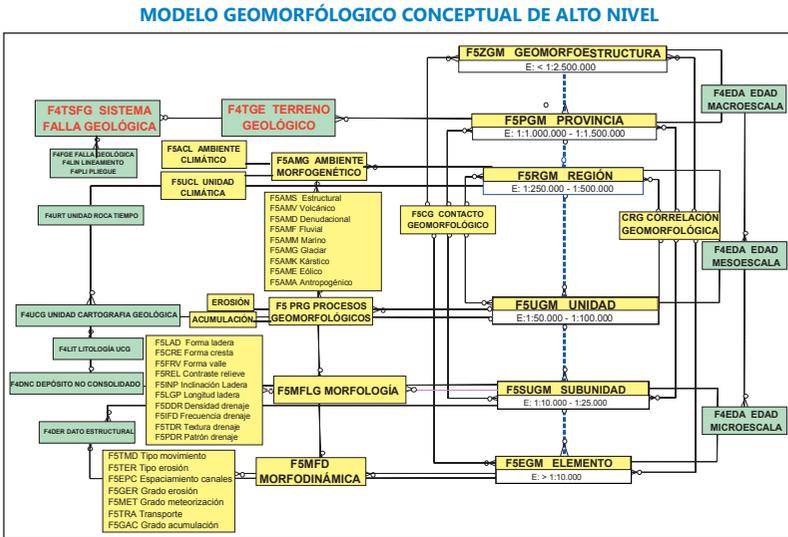


Figura 7. Modelo geomorfológico conceptual de la estructura del SIG, propuesto para desarrollar en Colombia. El color amarillo indica la estructura relacional de la geomorfología y el verde su relación con la geología.

Fuente: Tomado de Carvajal, 2002-2008.

La cartografía geomorfológica representa, mediante polígonos, zonas homogéneas a diferentes escalas, que se pueden estructurar e integrar mediante el proceso de generalización de los SIG. Estas entidades relacionales, estructuradas en morfoarreglos, establecidos genéticamente, se relacionan con una base de datos donde se consiguen características (atributos) tales como morfología (contraste del relieve tipos de ladera, forma, longitud, patrón, densidad y textura de drenaje) y morfodinámica (tipo de movimientos en masa,

grado de erosión y acumulación, y direcciones de movimientos, entre otros, cada uno con escalas y rangos fijados internacionalmente (Varnes, 1978; Meijenrink, 1988; Damen, 1990; Van Zuidam, 1985; Vargas, 2001) (tablas 7 y 8).

El SIG y las bases de datos diseñadas para el manejo de otra clase de información temática, como la geología, edafología, hidrogeología, suelos, climatología y geotecnia, deben estructurarse sistémicamente con el SIG y la base de datos de geomorfología, para manejarlo como un sistema engranado, integrado y diseñado para intercambiar y compartir información (figura 7) entre disciplinas como la geología y la geomorfología. Con esta concepción y dadas las facilidades de definición de zonas homogéneas que tiene la geomorfología, el mapa geomorfológico se debe considerar un documento integrador de la información temática, pilar fundamental de los análisis de amenazas y riesgos, y ordenamiento territorial y minero en ambiente SIG.

En este contexto, se puede evidenciar la trascendencia de la investigación geomorfológica en el campo aplicado, la necesidad que se tiene de llegar a acuerdos metodológicos y, por ende, de estándares que permitan el intercambio y uso de información con propósitos variados, pero lo más importante, que llegue al común de la gente, que es al final la beneficiaria de esta información. Para lograr tal objetivo, se requiere definir, en primera instancia, la entidad que debe ser la rectora de la geomorfología en Colombia.

En razón de las reestructuraciones que está haciendo el Estado no se ha definido aún cuál de las entidades (Ideam, Igac o Servicio Geológico Colombiano), se debe encargar de liderar este proceso, aunque en las funciones asignadas a cada una el componente geomorfológico es básico para el desarrollo de su misión. En la actualidad, el Ideam es la única institución que tiene incluidas en su misión la investigación y elaboración de cartografía geomorfológica.

La entidad líder de la geomorfología en el país debe convocar a expertos de las instituciones, tanto oficiales como privadas, para definir la metodología más apropiada ajustada a las necesidades del país, y empezar a desarrollar su adaptación siguiendo los lineamientos dictados por el Icd, particularmente del comité 0034 del Icontec sobre normalización de la información geográfica.

Conclusiones

- Se propone una metodología geomorfológica jerarquizada de las geoformas, en escalas desde lo más regional hasta detalle, así: geomorfoestructuras, provincias, regiones, unidades, subunidades y componentes geomorfológicos. En virtud de que la estructuración jerárquica está enfocada en el uso de los SIG como herramienta de planeación y toma de decisiones, la estructura es sistémica en una relación de pocos a muchos y cumple con la propiedad de recursividad de los SIG; es decir, las geomorfoestructuras están compuestas de provincias, las provincias por regiones, las regiones de unidades y así hasta el nivel de componente geomorfológico, lo cual facilita determinar la evolución geológica y geomorfológica del territorio.
- Se plantea la adaptación de la metodología ITC con las modificaciones propuestas en el presente documento, como base de la estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Este planteamiento se da por la clase de estructuración, el carácter académico, la facilidad de aplicación de esta metodología, la compatibilidad que tiene con otras metodologías a nivel mundial y, fundamentalmente, por la amplia difusión y práctica que ha tenido la metodología en Colombia, por medio de los cursos dictados por el antiguo Ciaf del Igac.
- Se muestra la cartografía geomorfológica como un documento que, además de proporcionar información básica, es estructurante e integrador de otro tipo de información temática, conveniente para la zonificación de propiedades geomecánicas en SIG, y potencialmente utilizable para evaluación de amenazas geológicas, evaluación ambiental y minera y planes de ordenamiento territorial. Tal situación hace que las generalidades metodológicas aquí propuestas, sean aplicables por todas las entidades –tanto oficiales como privadas– del país.
- Igualmente, se hace un análisis de la situación actual del proceso de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia

y se dan los conceptos técnicos relevantes de la disciplina geomorfológica para acometer el proceso de concertación entre las entidades, tendientes a adoptar y definir una metodología útil y aplicable en el territorio nacional.

- Adicionalmente, se indican de manera generalizada los insumos y procedimientos apropiados para la elaboración de un mapa geomorfológico analítico, teniendo en cuenta para su elaboración la jerarquización geomorfológica propuesta.

Recomendaciones

- Es importante llegar a acuerdos tendientes a estandarizar la cartografía geomorfológica en Colombia (metodología–simbología). Lo aquí expuesto es apenas una primera aproximación.
- Es fundamental convocar a las entidades que manejan información geológica y geomorfológica aplicada, tanto oficiales como privadas para que esta disciplina se desarrolle y se use de una manera apropiada.
- Se recomienda enfocar inicialmente el proceso hacia el establecimiento de acuerdos sobre las definiciones y objetivos de la geomorfología en las entidades oficiales y privadas (empresas, universidades). Una vez alcanzados los primeros acuerdos, se deben orientar los esfuerzos hacia la adopción de una simbología apropiada; se recomienda hacerlo por medio de talleres que convoquen a especialistas en cada ambiente morfogenético.
- Paralelamente, se deben tener los servicios de expertos en SIG que ayuden a realizar modelos conceptuales y físicos de los resultados obtenidos por los especialistas temáticos, tomando como una primera aproximación la propuesta expuesta en este documento.

Referencias bibliográficas

- Afanador, F., Torres, R., Gómez, J. C. & Gutiérrez, J. C. (2006). Lidar y fotografía aérea digital en la determinación del impacto en el aumento del nivel medio del mar en el sector de La Boquilla, Cartagena de Indias, Caribe colombiano. *Boletín Científico CIOH*. 24, 94-106. Cartagena de Indias.
- Bloom, A. L. (1998). *Geomorphology, a systematic analysis of the late Cenozoic landforms*. Third edition. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Carvajal, J. H. (2011). Características del “volcanismo de lodo” en el Caribe central colombiano. Informe en preparación. Bogotá Ingeominas, 81 pp.
- Carvajal, J. H. (2008). Primeras aproximaciones a la estandarización de la geomorfología en Colombia. Informe inédito. Bogotá: Ingeominas.
- Carvajal, J. H. (2004). Características geomorfológicas de la sabana de Bogotá. Planchas geomorfológicas y memoria explicativa de los mapas geomorfológicos a escala 1:25.000. Proyecto compilación y levantamiento de la información geomecánica. Documento en revisión. Bogotá. Ingeominas, 40 pp.
- Carvajal, J. H. (2003). Documentación del modelo de datos conceptual detallado. Documento Inédito. Bogotá: Ingeominas, 54 pp.
- Carvajal, J. H. (2002). Caracterización de la metodología geomorfológica adaptada por Ingeominas. Documento interno sometido a discusión y modificaciones. Bogotá: Ingeominas, 13 pp.
- Carvajal, J. H., Carrillo, E. & Padilla et al. (2003). Visión integral de la geomorfología colombiana. Memorias del IX Congreso Colombiano de Geología. Medellín, pp. 67-68.
- Carvajal, J. H., Jiménez, D., Cortés, R., Romero, F., Montero, J. & Calderón, Y. (2005). Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación geomecánica. Documento inédito. Bogotá: Ingeominas, 57 pp.
- Carvajal, J. H., Méndez, R. & Agudelo A. (2005). Características geomorfológicas del departamento del Quindío. Planchas geomorfológicas y memoria explicativa de los mapas geomorfológicos escala 1:25.000. Proyecto compilación y levantamiento de la información geomecánica. Documento en revisión. Bogotá: Ingeominas, 40 pp.
- Cooke, R. U. & Doornkam, J. C. (1990). *Geomorphology in Environmental management*. A new introduction. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 410 pp.

- Cortés, R. (1989). Clasificación de zonas geotécnicamente homogéneas. I Simposio Suramericano de Deslizamientos. Paipa, Colombia, pp. 56-75.
- Damen, M. C. J. (1990). Terrain classification using aerospace imagery. Selected qualitative and (semi) quantitative methods. *Revista ITC*. Holanda.
- Del Llano, M. (1970). Mapa geomorfológico de Colombia ecuatorial. *Boletín Geología Colombiana*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geología, pp. 135-138.
- Duque, H. (1984). Estilo estructural, diapirismo y episodios de acrecimiento del terreno San Jacinto, en el noroccidente de Colombia. *Boletín Geológico*, 27(2), 1-29. Bogotá: Ingeominas.
- Easterbrook, D. J. (1999). *Surface processes and landforms*. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Fleming C., Marsh, S. H. & Giles, JR., A. (2010). Refinement of Aster digital elevation models, using SRTM for an environmental study in China. In *Elevations models por Geoscience*. London: Geological Society London. Special publication, pp. 17-21.
- Flórez, A. (2003). *Colombia: evolución de sus relieves y modelados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 238 pp.
- Flórez, A. (1992). Los nevados de Colombia. Glaciares y Glaciaciones. *Análisis Geográficos*, 22. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac), 95 pp.
- Forero H. & Rubio, P. et al. (2003). Plan estratégico para el desarrollo de la geomorfología en Colombia. Documento de trabajo sujeto a modificaciones. Bogotá: Nodo Colombiano de geomorfología - Sociedad Colombiana de Geología, 15 pp.
- Galeano, P. & Rafael, E. (2003). Ingeniería de los sistemas de información geográfica (Insig). Formación del talento humano. CD de Capacitación en SIG institucional. Bogotá: Ingeominas – Ingerencia.
- González, J. L., Marín, L., Martínez, J. O. & Carvajal, J. H. (1998). Geomorfología y aspectos erosivos del litoral pacífico colombiano. Mapas a escala 1:100.000. *Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas*, 21. Bogotá: Ingeominas, 75-111.
- Hayden, R. (1986). Geomorphological mapping Geomorphology from the space. Chapter 11. Washington: Nasa.
- Ideam (2010). *Sistemas morfogénicos del territorio colombiano*. Bogotá: Ideam, 252 pp.
- Ingeominas (1999). Evaluación del potencial ambiental de los recursos suelo, agua, mineral y bosques en el territorio de jurisdicción de Cardique. Informe de Ingeominas para Cardique. Convenio interadministrativo n.º 095/98. Bogotá: Ingeominas, 285 pp.

- Ingeominas (1983). Mapa de terrenos geológicos de Colombia. *Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas*, 14(1). Bogotá: Ingeominas, pp. 1-235.
- Irving, E. M. (1971). La evolución estructural de los Andes más septentrionales de Colombia. *Boletín Geológico*, 19(2). Bogotá: Ingeominas, 90 pp.
- Keller, E. & Rockwell, T. (1984). Tectonic geomorphology, Quaternary chronology, and paleoseismicity. Developments and applications of geomorphology. Edited by J. E. Costa & P. J. Fleisher. Berlin: Springer Verlag Heidelberg, pp. 41-76.
- Kennett, J. (1982). *Marine geology*. Englewood Cliff: Prentice-Hall, 813 pp.
- Klimaszeusky, M. (1982). Detailed geomorphological maps. *ITC*, 3, 265-271. Holanda.
- Leiva, O., Trejos y Moya (2011). Documento metodológico para la elaboración del mapa geomorfológico: insumo para el mapa nacional de amenaza por movimientos en masa a escala 1:100.000. Versión 1. Proyecto mapa nacional de amenaza por movimientos en masa a escala 1:100.000. Informe en preparación. Bogotá: Ingeominas, 30 pp.
- Martínez J. O. (1993). Geomorfología y amenazas geológicas de la línea de costa del Caribe central colombiano. *Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas*, 19. Bogotá: Ingeominas, 62 pp.
- Mendivelso, D. (2008). Metodología para los levantamientos fotogeológicos. Memorias curso de fotogeología, geomorfología y aplicaciones de la percepción remota. Documento inédito. Bogotá: Ingeominas, 29 pp.
- Molina, L., Pérez, F., Martínez, J., González, L., Marín, L., & Carvajal, J. H. (1998). Atlas de geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Mapas del litoral a escala 1:100.000. *Publicaciones Geológicas Especiales*, 21. Bogotá: Ingeominas.
- Posada Posada, B. O. & Henao Pineda, W. (2008). Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. *Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas*, 13. Bogotá: Invemar, 124 pp.
- Robertson, K. (1990). Unidades de levantamientos rurales y forestal. Ecología. Guías de análisis de terreno. Geomorfología aplicada. Notas de clase. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Docencia e Investigación, 84 pp.
- Short, N, & Blair, R. (1986). *Geomorphology from the space: a global overview of regional landforms*. Washington: National Aeronautics and Space Administration (Nasa).

- Slaymaker, O. (2001). The role of remote sensing in geomorphology and terrain analysis in Canadian Cordillera. *JAG*, 3 (issue 1). Canadá: University of British Columbia. Department of Geography.
- Thornbury, W. (1960). *Principios de geomorfología*. Departamento de geología de West Indiana. New York: John Wiley and Sons, 618 pp.
- Van der Hammen, T. (1995). Plioceno y Cuaternario del altiplano de Bogotá y alrededores. *Análisis Geográficos*, 24. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 142 pp.
- Van Zuidam, R. (1985). Aerial photointerpretation in terrain analysis and geomorphological mapping. ITC: International Institute for Aerospace Survey and Earth Science. Smiths Publishers. The Hague the Netherlands, 442 pp.
- Vargas, G. (2001). Geomorfología de la sabana de Bogotá. Documento inédito. Bogotá: Ingeominas.
- Velásquez, E. (1999). Contribution méthodologique a la prise en compte du milieu physique dans la planification environnementale du territoire en zone montagnense de Colombie. Tesis de PhD. Francia: Université de Grenoble, 310 pp.
- Verstappen, H. (1987). Geomorfología aplicada al estudio de los riesgos naturales. *ITC*. Apuntes de clase. Holanda.
- Verstappen, H. & VAN Zuidam, R. A. (1992). El sistema ITC para levantamientos geomorfológicos. *ITC*, 10. Villanueva de Huerva.
- Villota, Hugo (1997). Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno. *Revista CIAF*, 15(1), 83-115. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Anexos: ejemplos de nomenclatura geomorfológica

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: > 1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Estructural

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
	Geoforma	Meseta estructural	Área			Sm		410	Estratos horizontales
	Geoforma	Cuesta	Área			Sc		424	Estratos suavemente inclinados
	Geoforma	Espinazo	Área			Se		422	Estratos fuertemente inclinados
	Geoforma	Horst o pilar tectónico	Área			Sh		415	Levantamiento tectónico
	Geoforma	Graben o fosa tectónica	Área			Sg		414	Hundimiento tectónico
	Geoforma	Volcán de lodo	Área			Sv		419	Tectónica vertical - Diapirismo
	Geoforma	Domo	Área			Sd		411	Tectónica vertical
	Geoforma	Cubeta estructural	Área			See		425	Artesa estructural
	Geoforma	Banco de falla (bench)	Área			Sbf		417	Aterrazamiento F. rumbo
	Geoforma	Sag ponds	Área			Ssp		420	Neotectónica
	Geoforma	Depresión romboidal	Área			Sdr		426	Neotectónica
	Geoforma	Lomos de presión	Área			Sip		386	Neotectónica
	Geoforma	Lomos de obturación	Área			Slo		396	Neotectónica
	Geoforma	Facetas triangulares	Área			Sft		383	Neotectónica
	Geoforma	Aluvión en bolsillo	Área			Sab		413	Neotectónica
	Geoforma	Artesa por subsidencia	Área			Sas		430	Neotectónica
	Geoforma	Cuencas de tracción pequeña	Área			Sct		435	Neotectónica

UNIDADES
 GEOMORFOLÓGICAS

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: 1: 100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Estructural

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
RASGOS GEOMORFOLÓGICOS	Rasgos	Escarpe distinguible de cuesta	Línea			Secd		423	Proceso erosivo
	Rasgos	Escarpe erodado de cuesta	Punto			Sece		421	Proceso erosivo
	Rasgos	Espinazo distinguible	Línea			Sed		416	Proceso erosivo
	Rasgos	Espinazo erodado	Línea			See		451	Proceso erosivo
	Rasgos	Cresta estructural abrupta distinguible	Punto			Scd		Púrpura oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Cresta estructural abrupta erodada	Punto			See		Púrpura oscuro	Proceso erosivo
	Disposición estructural	Buzamiento y rumbo en general	Punto			Sb		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Buzamiento y rumbo probable	Línea			Sbp		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Buzamiento y rumbo horizontal	Punto			Sbh		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Buzamiento y rumbo suave	Punto			Sbs		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Buzamiento y rumbo empinado	Punto			Sbe		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Buzamiento y rumbo vertical	Punto			Sbv		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Buzamiento y rumbo volcado	Punto			Sbvo		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Pendiente de buzamiento en general	Punto			Sp		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos
	Disposición estructural	Pendiente de buzamiento probable	Punto			Spp		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: > 1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Estructural

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES	
RASGOS GEOMORFOLÓGICOS	Fracturamiento	Diaclasas	Línea			Sdc		Púrpura oscuro		
	Disposición estructural	Pendiente de buzamiento suave	punto			Sps		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos	
	Disposición estructural	Pendiente de buzamiento moderado	punto			Spm		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos	
	Disposición estructural	Pendiente de buzamiento empinado	Línea			Spe		Púrpura oscuro	Inclinación de estratos	
	Límite	Contacto tectónico anormal	Línea			Sca		Púrpura oscuro		
	Rasgos	Línea de falla	Línea			Sif		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión	
	Rasgos	Línea de falla probable	Línea			Sifp		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión	
	Rasgos	Línea de falla de rumbo	Línea			Sfr		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión	
	Rasgos	Línea de falla con rechazo vertical	Línea			Sfv		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión	
	Rasgos	Escarpe de falla menor	Escarpe de falla menor	Línea			Sefm		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión
	Rasgos	Escarpe de falla probable	Escarpe de falla probable	Línea			Sefp		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión
	Rasgos	Escarpe de falla importante	Escarpe de falla importante	Línea			Sefi		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión
	Rasgos	Escarpe de falla fuertemente erodada	Escarpe de falla fuertemente erodada	Línea			Sefe		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión
	Rasgos	Escarpe de línea de falla menor	Escarpe de línea de falla menor	Línea			Sifm		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión
Rasgos	Escarpe de línea de falla probable	Escarpe de línea de falla probable	Línea			Sifp		Púrpura oscuro	Neotectónica - Erosión	

Escala: > 1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Estructural

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. TIC	SIMB. TGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
RASGOS GEOMORFOLÓGICOS	Disposición estructural	Overthrust cobijadura	Línea			So		Púrpura oscuro	Proceso tectónico
	Disposición estructural	Pendiente de flexura	Línea			Spf		Púrpura oscuro	Proceso tectónico
	Disposición estructural	Flexura distinguible	Línea			Spfd		Púrpura oscuro	Proceso tectónico
	Disposición estructural	Flexura erodada	Línea			Spfe		Púrpura oscuro	Proceso tectónico
	Disposición estructural	Foliación	Línea			Sf		Púrpura oscuro	Proceso tectónico
	fracturamiento	Fractura	Línea			Sfc		Púrpura oscuro	Proceso Tectónico?
	fracturamiento	Fisuras en escalón	Línea			Sfe		Púrpura oscuro	Proceso Tectónico?
	Rasgo	Cañón en forma de copa de vino	Punto			Sov		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Rasgo	Escarpes en forma de rastro de bulldozer	Línea			Seb		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Rasgo	Sillebas de falla	Punto			Ss		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Disposición estructural	Trinchera de falla	Línea			Slf		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Disposición estructural	Slickensides	Punto			Sss		Púrpura oscuro	Neotectónica
		Pozo termal	Punto			Spt		Púrpura oscuro	Neotectónica
		Fenómeno licuefacción	Punto			Slf		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Rasgo	Escarpe de terraza de falla	Línea			Set		Púrpura oscuro	Proceso tectónico y erosivo
	Disposición estructural	Levantamiento				Slv		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Disposición estructural	Basculamiento				Sb		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Disposición estructural	Combamiento				Scb		Púrpura oscuro	Neotectónica
	Rasgo	Contraescarpe de línea de falla	Línea			Ssoef		Púrpura oscuro	Neotectónica

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Volcánico

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CÓDIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Cráter activo	Área			Vc		370	
	Geoforma	Cráter apagado	Área			Vca		310	
	Geoforma	Cráter con lago	Área			Vcl		303	
	Geoforma	Cráter de explosión	Área			Vx		354	
	Geoforma	Mar con lago	Área			Vml		313	
	Geoforma	Cono de ceniza	Área			Vcc		195	P. de acumulación
	Geoforma	Cono de escoria	Área			Vce		267	P. de acumulación
	Geoforma	Hornito	Área			Vh		348	P. de acumulación
	Geoforma	Estrato volcán activo	Área			Vea		360	P. de acumulación
	Geoforma	Estrato volcán erodado	Área			Vee		345	P. de acumulación
	Geoforma	Caldera	Área			Vcd		270	
	Geoforma	Volcán en forma de escudo	Área			Vs		366	P. de acumulación
	Geoforma	Cuello volcánico	Área			Vv		373	
	Geoforma	Colada de lava	Área			VI		199	P. de acumulación
	Geoforma	Lava blocosa	Área			Vlb		271	P. de acumulación

CATALOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGIA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Volcánico

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
RASGOS Y PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	Rasgos	Tapón volcánico	Punto			Vt		Púrpura oscuro	P. de acumulación
	Rasgos	Dique	Línea			Vd		Púrpura oscuro	
	Manifestación	Fumarola	Punto			Vfm		Púrpura oscuro	
	Manifestación	Solfataras	Punto			Vsf		Púrpura oscuro	
	Manifestación	Geiser	Punto			Vg		Púrpura oscuro	Manifestación
	Rasgos	Barranco	Línea			Vb		Púrpura oscuro	P. de erosión

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Denudacional

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Superficie de aplanamiento	Área			Dsa		444	Proceso erosivo
	Geoforma	Glacis de erosión	Área			Dge		442	Proceso erosivo
	Geoforma	Glacis de acumulación	Área			Dga		448	Proceso de acumulación
	Geoforma	Montaña residual	Área			Dmr		451	Proceso erosivo diferencial
	Geoforma	Loma residual	Área			Dlr		455	Proceso erosivo diferencial
	Geoforma	Cerro residual	Área			Dcr		445	Proceso erosivo diferencial
	Geoforma	Colina residual	Área			Dkr		453	Proceso erosivo diferencial
	Geoforma	Monadnock	Área			Dmk		440	Proceso erosivo diferencial
	Geoforma	Inselberg	Área			Di		439	Proceso erosivo diferencial
	Geoforma	Talud de escambros	Área			Dle		443	Proceso gravitacional
	Geoforma	Deslizamiento mayor activo	Área			Dmya		456	Proceso gravitacional
	Geoforma	Deslizamiento mayor inactivo	Área			Dmyi		459	Proceso gravitacional
	Geoforma	Deslizamiento menor activo	Área			Ddma		460	Proceso gravitacional
	Geoforma	Deslizamiento menor inactivo	Área			Ddmi		463	Proceso gravitacional
	Geoforma	Deslizamiento rotacional	Área			Ddr		400	Proceso gravitacional

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Denudacional

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
RASGOS Y PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	Manifestación	Erosión en cárcavas	Línea			Derc		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Tierras malas	Trama			Dlm		Pardo oscuro	Proceso erosivo intenso
	Manifestación	Erosión lineal concentrada	Línea			Delc		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Erosión en surcos	Línea			Des		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Terracetos	Línea			Det		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Cima aguda	Línea			Dca		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Cima redondeada	Línea			Dcr		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Garganta	Línea			Dg		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Ruptura de pendiente	Área			Drp		Pardo oscuro	
	Rasgos	Pared rocosa	Área			Dpr		Pardo oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Replación	Trama			Dr		Pardo oscuro	Proceso hidrogravitacional
	Manifestación	Soiflujión superficial	Trama			Dsfs		Pardo oscuro	Proceso hidrogravitacional
	Manifestación	Sifflujión en coladas	Trama			Dstc		Pardo oscuro	Proceso fluviogravitacional
	Manifestación	Erosión difusa	Línea			Derd		Pardo oscuro	Proceso erosivo leve
Manifestación	Erosión en regueras activas	Línea			Dera		Pardo oscuro	Proceso erosivo leve	
Manifestación	Erosión en regueras inactivas	Línea			Deri		Pardo oscuro	Proceso erosivo inactivo	

CATALOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGIA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Denudacional

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES	
RASGOS Y PROCESOS GEOMORFOLOGICOS	Manifestación	Caidas y volcamiento	Línea					Pardo oscuro	Proceso erosivo	
	Rasgos	Escarpe de deslizamiento activo	Línea					Pardo oscuro	Proceso erosivo	
	Rasgos	Escarpe de deslizamiento inactivo	Línea					Pardo oscuro	Proceso erosivo	
	Rasgos	Escarpe de deslizamiento menor activo	Línea					Pardo oscuro	Proceso erosivo	
	Rasgos	Escarpe de deslizamiento menor inactivo	Línea					Pardo oscuro	Proceso erosivo	
	Rasgos	Deslizamiento y flujo no mapeable	Línea					Pardo oscuro	Proceso erosivo	
	Rasgos	Colusión de deslizamiento reciente	Línea					Pardo oscuro	Proceso acumulación	
	Rasgos	Colusión de deslizamiento antiguo	Línea					Pardo oscuro	Proceso acumulación	
	Rasgos	Lenguas de flujo	Línea					Pardo oscuro	Proceso acumulación	
	Rasgos	Zonas de expansión de rocas	Línea					Pardo oscuro	Proceso gravitacional	
	Manifestación	Flujos canalizados	Línea					Pardo oscuro	Proceso gravitacional	
	Manifestación	Avalancha de escombros	Línea					Pardo oscuro	Proceso gravitacional	
	Manifestación	Flujo de escombros	Línea					Pardo oscuro	Proceso acumulación	

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Costero y marino

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Arrecife coralino	Área			Mac		329	Proceso biogénico
	Geoforma	Tómbolo (3)	Área			Mt		151	Proceso de acumulación
	Geoforma	Playón (4)	Área			Mp		153	Proceso de acumulación
	Geoforma	Salares zonas I.	Área			Ms		226	Proceso de precipitación
	Geoforma	Llanura costera	Área			Mll		286	Proceso de acumulación
	Geoforma	Llanuras de manglar	Área			Mpm		283	Proceso biogénico
	Geoforma	Playas	Área			Mpy		136	Proceso de acumulación
	Geoforma	Espigas o flechas (2)	Área			Me		248	Procesos de refracción
	Geoforma	Barra libre (1)	Área			Mbl		172	Proceso de acumulación
	Geoforma	Isla barrera	Área			Mlb		244	Proceso de acumulación
	Geoforma	Laguna	Área			Ml		375	Proceso de inundación
	Geoforma	Mangles en general	Área			Mmg		278	Proceso biogénico
	Geoforma	Otros mangles	Área			Mim		282	Proceso biogénico
	Geoforma	Plataforma arrecifal	Área			Mpa		260	Proceso erosivo
	Geoforma	Plataforma o planicie de marea	Área			Mpm		321	Proceso erosivo

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Costero y marino

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. TIC	SIMB. TGM	CODIGO	COLOR	CODICOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Plataforma de abrasión	Área			Mpab		225	Proceso erosivo
	Geoforma	Delta de flujo de marea	Área			Mdf		327	Proceso de acumulación
	Geoforma	Cubierta coralina con anillos de coral	Área			Mcc		328	Proceso biogénico
	Geoforma	Plataformas de abrasión elevadas	Área			Mpae		186	Proceso Erosivo
	Geoforma	Acantillado arrecife entallado	Área			Mae		324	Proceso erosivo
	Geoforma	Terraza marina	Área			Mtm		145	Proceso de acumulación
	Geoforma	Terraza con litología	Área			Mtml		155	Proceso de acumulación
	Geoforma	Terraza con cubierta coralina	Área			Mtmc		158	Proceso biogénico
	Geoforma	Duna costera	Área			Mdc		144	Proceso de acumulación
	Contacto	Contacto neto e inferido	Área				Negro		
	Geoforma	Delta de reflujo de marea	Área			Mdr		323	Proceso de acumulación
	Geoforma	Abarico de sobrelevado	Área			Mds		173	Proceso de acumulación
	Geoforma	Llanura intermareal	Área			Mlli		322	Proceso de acumulación
	Geoforma	Plataforma continental	Área			Mspc		205	Proceso de acumulación
Geoforma	Talud continental	Área			Mstc		210	Proceso de acumulación	

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Costero y marino

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Monte submarino	Área			Msms		221	Proceso tectónico
	Geoforma	Abanico submarino	Área			Msas		224	Proceso de acumulación
	Geoforma	Artesas erosionales (Furrows)	Área			Msf		223	Proceso erosivo
	Geoforma	Canales marginales y moats	Área			Mscm		234	Proceso erosivo
	Geoforma	Pavimentos de nódulos de manganeso	Área			Msn		328	Procesos de precipitación
	Geoforma	Dunas abisales	Área			Msd		186	Proceso de acumulación
	Geoforma	Crestas deposicionales submarinas	Área			Msc		180	Proceso de acumulación
	Geoforma	Planicie abisal	Área			Mspa		145	Proceso de acumulación
	Geoforma	Cintas arenosas (sand ribbons)	Área			Msca		155	Proceso de acumulación
	Geoforma	Lenguas arenosas	Área			Msla		158	Proceso de acumulación
	Geoforma	Cañones submarinos	Área			Mscs		166	Proceso erosivo
	Geoforma	Fosas submarinas	Área			Msf		167	Proceso tectónico
	Geoforma	Continental rise	Área			Mscr		324	Proceso de acumulación
	Geoforma	Canales coralinos	Lineas			Mscs		173	Proceso erosivo
	Geoforma	Bancos arenosos	Área			Msba		330	Proceso de acumulación

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Costero y marino

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
RASGOS	Rasgos	Crestas de playa	Línea			Mcp		Verde oscuro	Proceso de acrecimiento
	Rasgos	Tómbolo	punto			Mto		Verde oscuro	Proceso de acumulación
	Rasgos	Acantilado	Línea			Ma		Verde oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Paleoacantilado	Línea			Mpa		Verde oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Bloques caídos	Punto			Mbc		Verde oscuro	Proceso gravitacional
	Manifestación	Algas	Punto			Mal		Verde oscuro	Proceso biogénico
	Manifestación	Arboles desarraigados	Punto			Mad		Verde oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Manglar destruido	Línea			Mmd		Verde oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Substrato de manglar	Punto			Mms		Verde oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Borde arrecifal	Línea			Mba		Verde oscuro	
	Manifestación	Cabeza coralina muerta	Punto			Mcom		Verde oscuro	Proceso de extinción
	Manifestación	Cabeza coralina viva	Punto			Mccv		Verde oscuro	
	Manifestación	Cúpula coralina aislada	Punto			Mcca		Verde oscuro	
	Manifestación	Cubierta coralina basculada	Punto			Mccb		Verde oscuro	
Manifestación	Cubiera coralina horizontal	Punto			Mcch		Verde oscuro		
RASGOS									
GEOMORFOLÓGICOS									

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Fluvial y deltaico

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Cauce de río	Área			Fc		342	Proceso de acumulación
	Geoforma	Cauce de río abandonado	Área			Fca		344	Proceso de acumulación
	Geoforma	Terraza de erosión	Área			Fle		332	Proceso de erosión
	Geoforma	Terraza de acumulación	Área			Fla		330	Proceso de acumulación
	Geoforma	Planicie Aluvial	Área			Fpa		300	Proceso de acumulación
	Geoforma	Barra longitudinal	Área			Fbl		287	Proceso de acumulación
	Geoforma	Meandro cortado	Área			Fmc		335	Abandono de cauce
	Geoforma	Lago medialuna (oxbow-lake)	Área			Fln		338	Abandono de cauce
	Geoforma	Albardones o diques	Área			Fa		292	Proceso de acumulación
	Geoforma	Delta de desborde lateral o crevasse splay	Área			Fdd		291	Proceso de desborde
	Geoforma	Barra puntual	Área			Fbp		294	Proceso de acumulación
	Geoforma	Abanico aluvial	Área			Faa		336	Proceso torrencial
	Geoforma	Delta con partes sumergidas	Área			Fds		334	Proceso de acumulación
Geoforma	Pantano agua dulce	Área			Fp		288	Proceso de inundación	
Geoforma	Lago permanente	Área			Fl		296	Proceso de inundación	

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Fluvial

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB.	ITC	SIMB.	IGM	CODIGO	COLOR	CODCÓL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Cuencas de decantación	Área					Fcd		339	Proceso de acumulación
	Geoforma	Lago temporal	Área					Flt		290	Proceso de inundación
	Geoforma	Barras transversales	Área					Fbt		297	Proceso de acumulación
	Geoforma	Barras alternantes	Área					Fba		286	Proceso de acumulación
	Geoforma	Barras linguoides	Área					Fbl		293	Proceso de acumulación
	Geoforma	Planicie de inundación	Área					Fpi		379	Proceso de inundación
	Geoforma	Canal distributario	Área					Fácd		299	Proceso de erosión F.
	Geoforma	Diques subacuáticos deltaicos	Área					Fds		289	Proceso de acumulación
	Geoforma	Barra de boca distributaria	Área					Fdbd		295	Proceso de acumulación
	Geoforma	Barra distal	Área					Fdbd		298	Proceso de acumulación
	Geoforma	Bahía interdistributaria	Área					Fdbi		341	Proceso de acumulación
	Geoforma	Barras digitales	Área					Fdbf		331	Proceso de acumulación
	Geoforma	Frente deltaico	Área					Fdfd		337	Proceso de acumulación
	Geoforma	Prodelta	Área					Fdp		340	Proceso de acumulación
	Geoforma	Marismas						Fdm		343	

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGÉNICO: Fluvial

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
RAGOS Y PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	Manifestación	Erosión fluvio-vertical	Flechas			Fev		Azul oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Erosión fluvio-lateral	Flechas			Fel		Azul oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Caída aguas= rápidos	Flechas			Fcr		Azul oscuro	Proceso de socavación
	Manifestación	Marmita	Punto			Fm		Azul oscuro	Proceso de socavación
	Manifestación	Pools	Punto			Fp		Azul oscuro	proceso de acumulación
	Manifestación	Río Anastomosado	Area			Fra		Azul oscuro	proceso de acumulación
	Rasgos	Orillares	Lineas			Fo		Azul oscuro	proceso de acumulación
	Rasgos	Escarpe de terraza	Flechas			Fet		Azul oscuro	Proceso erosivo
	Manifestación	Caídas agua = Cataratas	Flechas			Fcc		Azul oscuro	Proceso de socavación
	Manifestación	Caídas agua = Salto	Flechas			Fcs		Azul oscuro	Proceso de socavación
	Manifestación	Zona de avulsión	Flechas			Fza		Azul oscuro	Proceso abandono de cauce
	Rasgos	Riffle	punto			Fr		Azul oscuro	Proceso de acumulación
Movimientos	Migración de orillares	Flechas			Fmo		Azul oscuro	Proceso de acumulación	
Movimientos	Dirección de corriente del río	Flechas			Fdc		Azul oscuro		

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Eólico

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Desierto arenoso	Área			Eda		65	Proceso de deflación
	Geoforma	Desierto pedregoso	Área			Edp		60	Proceso de deflación
	Geoforma	Desierto rocoso	Área			Edr		57	Proceso de deflación
	Geoforma	Duna estrellada	Área			Ede		51	Proceso de acumulación
	Geoforma	Duna obstáculo barlovento	Área			Edb		50	Proceso de acumulación
	Geoforma	Duna obstáculo sotavento	Área			Eds		53	Proceso acumulación
	Geoforma	Loess	Área			El		46	Proceso acumulación
	Geoforma	Mantos de arena	Área			Ena		42	Proceso acumulación
	Geoforma	Medano barrián	Área			Eb		49	Proceso acumulación
	Geoforma	Duna embrionaria	Área			Ede		45	Proceso acumulación
	Geoforma	Duna longitudinal	Área			Edl		48	Proceso acumulación
	Geoforma	Duna marginal	Área			Edm		44	Proceso acumulación
	Geoforma	Duna parabólica	Área			Edp		55	Proceso acumulación
	Geoforma	Duna transversal	Área			Edt		47	Proceso acumulación
	Geoforma	Nebhka - duna de sombra	Área			Edn		37	Proceso acumulación

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Eólico

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Duna longitudinal antigua	Área			Edla		58	Proceso de acumulación
	Geoforma	Cuerpo de duna	Área			Ecd		52	Proceso de acumulación
	Geoforma	Campo de cintas arenosas	Área			Eca		39	Proceso de acumulación
	Geoforma	Duna remontante	Área			Edrm		63	Proceso de acumulación
	Geoforma	Duna activa	Área			Eda		40	Proceso de acumulación
	Geoforma	Duna estabilizada	Área			Eds		38	Proceso de acumulación
	Geoforma	Duna longitudinal reciente	Área			Edlr		59	Proceso de acumulación
	Geoforma	Planicies de deflación	Área			Epd		43	Proceso de deflación
	Geoforma	Yardangs	Área			Eyz		41	Proceso de corrosión
	Geoforma	Campos de corrosión	Área			Ecc		54	Proceso de corrosión
	Geoforma	Pasajes o surcos de deflación	Área			Esd		56	Proceso de deflación
	Geoforma	Duna conica	Área			Edc		61	Proceso de acumulación
	Geoforma	Sebkha - lago desértico - salar	Área			Eld		66	Proceso de acumulación
	Geoforma	Wadis - Canal desértico	Área			Ew		64	Proceso de acumulación
Geoforma	Valles interduarnes	Área			Evi		62	Proceso de deflación	

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Glaciar

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
	Geoforma	Hielo glacial	Área			Gh		8	Proceso de acumulación
	Geoforma	Nieves perennes	Área			Gn		14	Proceso de acumulación
	Geoforma	Aguja	Área			Ga		30	Proceso erosivo
	Geoforma	Rocas aborregadas?	Área			Gra		20	Proceso erosivo
	Geoforma	Depresión de exaración	Área			Gdx		26	Proceso erosivo
	Geoforma	Artesa glaciaría con hombresas	Área			Gah		6	Proceso erosivo
UNIDADES	Geoforma	Morreña de fondo	Área			Gmf		10	Proceso de acumulación
GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Morreña de ablación	Área			Gma		13	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morreña terminal, estática	Área			Gmte		17	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morreña terminal, en movimiento	Área			Gmim		15	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morreña terminal, en retroceso	Área			Gmtr		16	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morreña lateral estática	Área			Gmle		21	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morreña lateral en movimiento	Área			Gmim		24	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morreña lateral de retroceso	Área			Gmlr		23	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morreña central	Área			Gmc		1	Proceso de acumulación

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Glaciar

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Bloques erráticos	Área			Gbe		12	Proceso de acumulación
	Geoforma	Morrena de empuje	Área			Gme		4	Proceso de acumulación
	Geoforma	Kames	Área			Gk		25	Proceso de acumulación
	Geoforma	Abánico fluvio-glaciar	Área			Gafg		18	Proceso de acumulación
	Geoforma	Esker	Área			Ge		27	Proceso de acumulación
	Geoforma	Terraza de solifluxión	Área			Gts		32	Proceso de acumulación
	Geoforma	Drumlin	Área			Gd		28	Proceso de acumulación
	Geoforma	Depresión de hielo muerto	Área			Gdh		29	Proceso de abrasión
	Geoforma	Valle fluvio-glaciar	Área			Gvfg		19	Proceso de abrasión
	Geoforma	Corriente de bloques	Área			Gfb		17	Proceso fluvio-glaciar
	Geoforma	Lago glaciar	Área			Gl		33	Proceso de abrasión
	Geoforma	Planicie de lavado (Sandurs)	Área			Gpl		5	Proceso acumulación
	Geoforma	Fiordo	Área			Gmf		7	P. de abrasión G. y M.

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000

AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Glaciar

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
RASGOS Y PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS	Manifestación	Zona cavernosa	Área			Gzc		Gris oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Huellas de avalanchas	Línea			Gav		Gris oscuro	Proceso acumulación
	Rasgos	Grietas	Línea			Gg		Gris oscuro	
	Rasgos	Arista glaciar	Línea			Ga		Gris oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Circo de nihiación	Línea			Gcn		Gris oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Circo glaciar	Línea			Gc		Gris oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Valle colgante	Punto			Gvc		Gris oscuro	Proceso erosivo
	Rasgos	Umbral	Línea			Gu		Gris oscuro	Proceso acumulación
	Manifestación	Dell	Punto			Gdl		Gris oscuro	
	Manifestación	Pingo	Punto			Gpn		Gris oscuro	
	Manifestación	Suelo estructurado	Línea			Gse		Gris oscuro	
	Manifestación	Suelo alineado y estrias	Línea			Gsa		Gris oscuro	Proceso erosivo

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Kárstico

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGÍA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Geoforma	Lenares	Área			Kl		96	Proceso de disolución
	Geoforma	Karst cónico	Área			Kc		91	Proceso de disolución
	Geoforma	Torres kársticas	Área			Kt		99	Proceso de disolución
	Geoforma	Planicie de borde kárstica	Área			Kp		108	Proceso de disolución
	Geoforma	Cerro pepino	Área			Kcc		85	Proceso de disolución
	Geoforma	Dolinas en general	Área			Kd		102	Proceso de disolución
	Geoforma	Dolina con lago	Área			Kdl		97	Proceso de disolución
	Geoforma	Dolina desplomada	Área			Kdd		115	P. disolución + gravitativo
	Geoforma	Uvala	Área			Ku		95	Proceso de disolución
	Geoforma	Tectónica/polje	Área			Kv		105	P. tectónico + disolución
	Geoforma	Valle ciego con ponor	Línea			Kvc		92	Proceso de disolución
	Geoforma	Valle seco	Línea			Kvs		89	P. inactivo de disolución
	Geoforma	Valle desplomado con puente natural	Área			Kvd		88	P. disolución + gravitativo

CATÁLOGO DE OBJETOS DE GEOMORFOLOGÍA

Escala: >1:100.000
 AMBIENTE MORFOGENÉTICO: Kárstico

COBERTURA	NOMBRE	ELEMENTO	TOPOLOGIA	SIMB. ITC	SIMB. IGM	CODIGO	COLOR	CODCOL	OBSERVACIONES
	Rasgos	Laberinto kárstico	Lineas			Klt		Naranja Oscuro	Proceso de disolución
	Manifestación	Manantial kárstico	Punto			Km		Naranja Oscuro	Proceso de disolución
RASGOS GEOMORFOLÓGICOS	Manifestación	Pozo kárstico/Ponor	Punto			Kpz		Naranja Oscuro	Proceso de disolución
	Manifestación	Entrada de caverna	Punto			Kcv		Naranja Oscuro	Proceso de disolución
	Manifestación	Río subterráneo	Lineas			Krs		Naranja Oscuro	Proceso de disolución

El cuerpo del texto del libro
*Propuesta de estandarización
de la cartografía geomorfológica
en Colombia*
está compuesto en tipos
Minion Pro y Lucida Sans
Impresa en 2012 en



IMPRESA
NACIONAL
de Colombia S.A.
www.imprenta.gov.co
PBX (0571) 457 80 00
Carrera 66 No. 24-09
Bogotá, D.C., Colombia

Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia se puede considerar como el punto de partida de las discusiones sobre esta materia en Colombia. En él se consignan los conceptos más importantes de la geomorfología, tendientes a definir la metodología más apropiada para el país. En ese sentido, y con el objeto primordial de organizar el pensamiento técnico-científico hacia el análisis de las geoformas, se propone jerarquizarlas de lo regional a lo particular en Geomorfoestructuras, provincias, regiones, unidades, subunidades y componentes geomorfológicos. Del mismo modo, se plantea para el proceso de cartografía geomorfológica la adaptación de la metodología desarrollada por el International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation (ITC) con ciertas modificaciones, producto de las experiencias obtenidas por Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano) con trabajos hechos en el territorio nacional.

ISBN 958-995282-8



9 789569 952825