



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOMORFOLÓGICO Y DE PROCESOS ACTIVOS
SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**

ESCALA 1:100,000

ARROYO LIMÓN

(5973)

Santo Domingo, R.D., Julio 2002-Octubre 2004

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto L, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN de desarrollo geológico-minero (Proyecto nº 7 ACP DO 024 DO 9999). Ha sido realizada en el periodo 2002-2004 por Informes y Proyectos S.A. (INYPESA), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPESA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Ing. Juan Escuer Solé (INYPESA)

CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Ing. Juan Escuer Solé (INYPESA)

REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Juan Escuer Solé (INYPESA)

ELABORACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y ASESORÍA DURANTE LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Dr. Ángel Martín-Serrano (IGME)

TELEDETECCIÓN

- Dra. Carmen Antón Pacheco (IGME)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Unidad Técnica de Gestión del proyecto SYSMIN (AURENSA)

EXPERTO A CORTO PLAZO PARA LA ASESORÍA EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Dr. Andrés Pérez-Estaún (Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL (SGN)

- Ing. Juan José Rodríguez
- Ing. Santiago Muñoz
- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Metodología	1
1.2	Situación geográfica.....	3
1.3	Marco geológico.....	4
1.4	Antecedentes	5
2.	DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....	6
3.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	8
3.1	Estudio morfoestructural	8
3.1.1	Formas estructurales	8
3.2	Estudio del modelado.....	9
3.2.1	Formas gravitacionales.....	10
3.2.2	Formas fluviales y de escorrentía superficial	10
3.2.3	Formas por meteorización química.....	11
3.2.4	Formas poligénicas.....	12
4.	FORMACIONES SUPERFICIALES	14
4.1	Formaciones gravitacionales.....	14
4.1.1	Arcillas y arenas con cantos. Coluviones (b). Holoceno.....	14
4.2	Formaciones fluviales y de escorrentía superficial	15
4.2.1	Gravas, arenas y Limos. Fondos de valle y terrazas (a). Holoceno 15	
4.3	Formaciones por meteorización química.....	15
4.3.1	Arcillas. Argilizaciones (c). Pleistoceno-Holoceno.....	15
4.3.2	Arenas eluviales. Grus. Pleistoceno-Holoceno	16
4.3.3	Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina (d). Pleistoceno- Holoceno	16
5.	EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA.....	18
6.	PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO.....	20
6.1	Actividad sísmica	20
6.2	Actividad asociada a movimientos de laderas	22
6.3	Actividad neotectónica	22
6.4	Actividad asociada a procesos de erosión	23
6.5	Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación.....	23
7.	REFERENCIAS CITADAS.....	25

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través del Servicio Geológico Nacional (SGN), se decidió a abordar, a partir de finales de la década pasada, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPESA) ha sido el responsable de la ejecución, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), del denominado Proyecto K, cuyo desarrollo se ha producido simultáneamente con el del Proyecto L, adjudicado al mismo consorcio.

Dicho Proyecto, realizado entre Julio de 2002 y Julio de 2004, incluye la elaboración de las 14 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 y los 5 mapas Geomorfológicos, de Procesos Activos y de Recursos Minerales a escala 1:100.000 que componen los siguientes cuadrantes:

- Restauración 5873 (Restauración 5873-1, Bánica 5873-II)
- Dajabón 5874 (Dajabón 5874-1, Loma de Cabrera 5874-II)
- Montecristi 5875 (Montecristi 5875-1, Pepillo Salcedo 5875-II)
- Diferencia 5973 (Diferencia 5973-1, Lamedero 5973-II, Arroyo Limón 5973-3, Jicomé 5973-IV)
- Mao 5974 (Mao 5974-1, Monción 5974-II, Santiago Rodríguez 5974-3, Martín García 5974-IV,))

Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, la ejecución de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las de su

entorno; por ello, a lo largo de la presente Memoria son frecuentes las alusiones a otras Hojas.

Durante la realización de la Hoja geomorfológica a escala 1:100.000 de Diferencia se ha utilizado la cartografía geológica a escala 1:50.000 elaborada durante el presente proyecto, además de la información disponible de diversa procedencia y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84), las del Proyecto ICM, a escala 1:60.000 (1958) y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. La cartografía previa ha sido complementada con recorridos de campo, siendo uno de los principales objetivos de los mismos la toma de datos que pudieran ser de utilidad para la realización de la Hoja a escala 1:100.000 de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico, derivada en buena medida de la cartografía geomorfológica.

Los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana. Esta normativa, inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA), fue adaptada durante el desarrollo del Proyecto a la Guía para la elaboración del Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000 (IGME, 2003), que incluye la correspondiente al Mapa de Procesos Activos, si bien en el presente trabajo se han adoptado ligeras modificaciones en función de la diferente escala de trabajo y de la cantidad de información existente.

La presente Memoria tiene carácter explicativo, en referencia a los Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante de Diferencia (5973). Tras la presente introducción, en la que se abordan brevemente la metodología seguida, la ubicación de la Hoja en los contextos regionales geográfico y geológico, y los antecedentes más relevantes, se detallan los siguientes aspectos:

- ✓ Descripción fisiográfica, en la que se señalan los rasgos físicos más destacables, como los accidentes geográficos (sierras, ríos, llanuras...), los parámetros climáticos generales y los principales rasgos socioeconómicos.

- ✓ Análisis morfológico, en el que se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo como tal la relación y explicación de las distintas formas de aquél, agrupadas en función del agente responsable de su origen (estructural, gravitacional, fluvial...), e incidiendo en su geometría, tamaño y génesis.
- ✓ Estudio de las formaciones superficiales; es decir, de las formas acompañadas de depósito, haciendo hincapié en su litología, espesor y cronología, agrupadas igualmente en función de su agente responsable.
- ✓ Evolución e historia geomorfológica; contemplando el desarrollo del relieve en función del tiempo, tratando de explicar su génesis y evolución.
- ✓ Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico, resultado de la potencial funcionalidad de diversos fenómenos geodinámicos, la mayoría atestiguados por diversas formas de la superficie terrestre.

Por otra parte, las memorias de las Hojas Geológicas a escala 1:50.000 citadas incluyen la mayor parte de la información contenida en el presente texto, distribuida entre sus capítulos correspondientes a Introducción (Descripción fisiográfica), Estratigrafía (Formaciones superficiales) y Geomorfología (Análisis morfológico y Evolución e historia geomorfológica).

1.2 Situación geográfica

La Hoja a escala 1:100.000 de Diferencia (5973) está ubicada en el sector Noroeste de la República Dominicana, en la Cordillera Central (Figura 1); a unos 150 Km en línea recta de la capital, Santo Domingo. No existe una vía de acceso cómoda en vehículo de tracción mecánica a la zona comprendida en la hoja. Una vez dentro, los desplazamientos deben realizarse a pie o mediante animales, exceptuando los escasos accesos mediante pistas forestales transitables en vehículo todo terreno que sólo aproximan a zonas periféricas muy concretas, como la presa de Sabaneta desde el sur o la población de Diferencia desde el norte.

La Hoja comprende terrenos pertenecientes a las provincias de Santiago Rodríguez, Santiago, San Juan y Elías Piña; con los municipios de San José de las Matas, San Juan de la Manguana, Pedro Santana y Las Matas de Farfán.

La población es escasa y se concentra principalmente alrededor de la población de Diferencia.

En la actualidad, muchas casas dispersas por la hoja están abandonadas, testigos de un paulatino abandono del medio rural.

La principal actividad económica de la zona es el aprovechamiento forestal.

La red fluvial es subsidiaria de las cuencas del Yaque del Norte y Yaque del Sur, incluyendo la hoja parte de la divisoria entre ambas.

1.3 Marco geológico

En términos generales, la geología de la isla de La Española está controlada por tres factores principales:

- ✓ El carácter oceánico de la isla, asentada desde el Jurásico hasta el Paleoceno sobre una zona muy activa de la corteza oceánica, y sometida a procesos de subducción.
- ✓ La posición de la isla en un área de clima tropical, responsable por una parte de la alta productividad biológica de las aguas circundantes, posibilitando la formación de plataformas someras dominadas por calizas arrecifales; y por otra de las altas tasas de meteorización
- ✓ La intensa actividad tectónica, principalmente de desgarre transpresivo, que ha afectado a la isla desde su formación, dando lugar a una elevada tasa de denudación y a la formación de cuencas profundas y compartimentadas, donde se han acumulado potentes series sedimentarias.

La distribución espacial de los materiales es muy heterogénea, pudiendo diferenciarse, dentro del área abarcada por el Proyecto K, una serie de dominios tectosedimentarios: el dominio de la Cordillera Septentrional, el dominio del Valle del Cibao, el dominio de

Amina-Maimón, el dominio de Tavera, el dominio de la Cordillera Central, el dominio del Cinturón de Trois Rivières-Peralta y el dominio de la Cuenca de San Juan. Dentro de la presente hoja, los materiales representados corresponden al dominio de la Cordillera Central. Éste se caracteriza por su gran complejidad, y está limitado al sur por la Falla de San José-Restauración. Los materiales más antiguos que afloran en este dominio son depósitos volcánicos y vulcanosedimentarios, de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, que presentan una deformación polifásica y son denominados Complejo Duarte. Sobre este “zócalo” se depositó una potente serie vulcanosedimentaria, a la que siguen depósitos de talud y calizas pelágicas, todavía durante el Cretácico Superior, y finalmente calizas de plataforma de edad Eoceno. Todos estos materiales están afectados por deformaciones de carácter transpresivo, de intensidad variable según zonas, y además se encuentran afectados por numerosas intrusiones, principalmente de carácter ácido, y diversos grados y tipos de metamorfismo.

Además de estos materiales, hay que señalar la presencia de una cierta diversidad de materiales cuaternarios.

1.4 Antecedentes

Al igual que en el resto del territorio dominicano, son escasas las referencias de índole geomorfológica que afectan a la Hoja de Diferencia, correspondiendo en la mayor parte de los casos a aspectos contenidos dentro de estudios geográficos o geológicos, o bien a trabajos de carácter muy específico. En cualquier caso, la nitidez y personalidad de los grandes dominios fisiográficos hacen que exista unanimidad prácticamente total a la hora de su delimitación y denominación.

Sin duda, el trabajo de mayor interés desde un punto de vista geomorfológico es el libro *Geografía Dominicana* (De la Fuente, 1976), que además de aportar una abundante cantidad de datos geográficos e ilustraciones, apunta numerosas consideraciones de orden geomorfológico. Sus denominaciones han servido como referencia durante la realización del presente trabajo.

Entre los trabajos más recientes es preciso señalar los elaborados dentro del Proyecto SYSMIN.

2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

La Hoja de Diferencia presenta una fisiografía muy accidentada y montañosa, con algunas de las cúspides más altas de la República Dominicana. Contiene aproximadamente el tercio occidental de la Cordillera Central, con una considerable extensión por encima de 2000 msnm. La zona más elevada se encuentra en el cuarto sureste, desde donde la topografía desciende rápidamente en las direcciones perpendiculares al eje de la Cordillera, hacia el noreste y el suroeste, y más lentamente hacia el noroeste, siguiendo dicho eje.

El cuadrante suroriental es el más abrupto, y recoge los puntos de mayor elevación en el corazón de la Cordillera Central, con al menos un pico por encima de los 3000 m, la Loma de la Pelona (3087 m), y multitud de montes por encima de los 2000, de entre los que destacan la Loma de la Viuda (2801 m), la Loma del Pico del Barraco (2644 m), la Loma Fría (2638) la Loma del Peñón (2567 m), la Loma de los Platicos (2522 m) y la Loma de Sabrosa (2415 m), entre otros. La mitad septentrional presenta un relieve algo menos accidentado y con alturas menores, aunque aún con algún pico de más de 2000 m principalmente en su franja sur (Loma de la Qjadra, 2195; Loma de los Cedros, 2054; Loma de la Peña, 2047; Loma de los Aparejos, 2046 m); y descendiendo la altura hacia el norte en continuación de la Cordillera Central. El cuadrante suroccidental es el menos elevado y accidentado, aun con algunas coronaciones menores superiores a 1600 m en su extremo septentrional.

La red de drenaje de la hoja se dispone aproximadamente centrífuga respecto de los relieves mayores de la Cordillera Central, drenándola principalmente en sentido perpendicular a su eje aproximado noroeste-sureste: hacia el noreste en la mitad nororiental de la hoja y hacia el suroeste en la suroccidental. Así, los principales cauces fluviales son el Río Grande, que fluye hacia el noreste desde el cuadrante noroeste de la hoja; el Río Mao, afluido por el Río de la Cidra, que drena hacia el noreste desde el centro aproximado de la hoja; el Río Magua, que desde el centro del cuadrante noreste fluye hacia el norte; el Arroyo de los Gajitos y la Cañada de Guardarraya que fluyen hacia el sureste hasta el Río San Juan, qua a su vez discurre desde el centro de la hoja hacia el suroeste. El Arroyo Limón afluye al Río San Juan desde el E. Aparte estos cauces principales, multitud de cañadas y arroyos drenan los macizos montañosos dando lugar a barrancos bien incididos, con mayor tendencia a la incisión lineal en la mitad occidental de la hoja.

El clima dominante es tropical, aunque influenciado por el factor altitudinal; encontrándose una buena parte de la hoja por encima de los 2000 msnm, lo que le otorga una temperatura anual media menor y una mayor oscilación térmica diaria. Así, la temperatura anual media varía de 18 a 24°C, creciente aproximadamente de sureste a noroeste; y las precipitaciones anuales medias crecen en el mismo sentido de 1000 a 1800 mm/año.

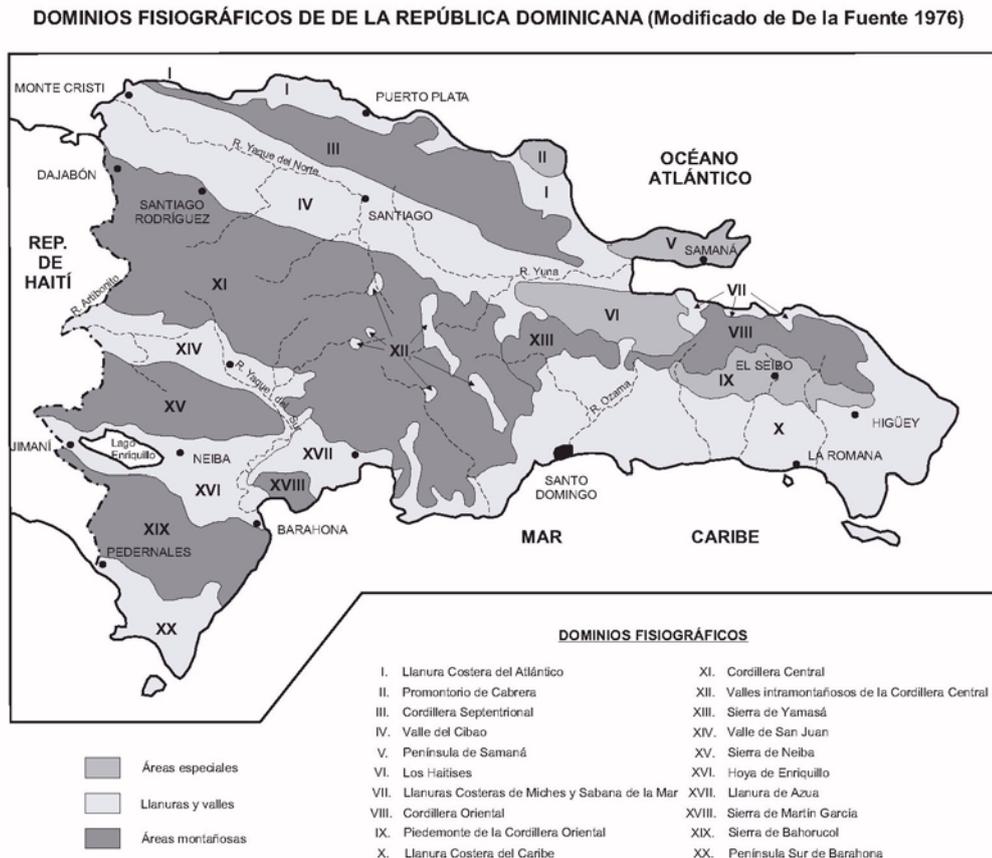


Fig. 1

Figura 1 – Dominios fisiográficos de la República Dominicana

3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

El análisis morfológico puede abordarse desde dos puntos de vista: morfoestructural, en el que se analiza el relieve como consecuencia del sustrato geológico, en función de su litología y su disposición estructural; y morfogenético, considerando las formas resultantes de la actuación de los procesos externos.

3.1 Estudio morfoestructural

La totalidad de la hoja pertenece a la Cordillera Central, unidad morfoestructural de rango mayor.

La Cordillera Central es el principal sistema montañoso de la isla y puede considerarse constituida por un macizo central y tres ramas principales. La Hoja de Diferencia comprende relieves pertenecientes al denominado macizo del Noroeste (De la Fuente, 1976). Sin embargo, en el ámbito de la hoja, esta zona de la Cordillera Central ha sido arrasada en al menos una ocasión, afectada por procesos de peniplanización; se crearon amplias superficies de erosión, hoy completamente degradadas o en un estado muy avanzado de degradación.

3.1.1 Formas estructurales

La influencia tectónica en el origen y configuración del relieve queda reflejada en las denominadas formas estructurales. La alternancia de capas de roca con diferente respuesta al ataque de los agentes externos propicia la erosión diferencial, reflejando así la morfología caracteres geológicos estructurales. Es, por tanto, la estructura geológica la que controla el relieve. Los agentes externos sólo descubren y modelan sobre un patrón preestablecido.

Las formas estructurales aparecen bien representadas en las zonas donde afloran materiales sedimentarios con diferentes respuestas a la erosión diferencial. En el caso de la Hoja de Diferencia, los relieves estructurales aparecen desarrollados sobre los materiales de la formación Neiba, en el suroeste de la Hoja; y también sobre las calizas de Nalga de Maco, al norte de la formación anterior. En el primer caso son estructuras monoclinales con escarpes frontales y un modelado en cuestas en el dorso de las capas, originando resaltes en capas inclinadas o chevrons. Las superficies

estructurales aparecen ampliamente desarrolladas en relación con estas estructuras, preferentemente en su zona alta, y están definidas por la existencia de superficies regulares controladas por la existencia en el subsuelo de una capa dura, competente; en este caso calizas. En ocasiones la caliza llega a aflorar, aunque es más frecuente que exista un recubrimiento edáfico o restos de capas menos competentes sobrepuestas.

Los límites de las superficies estructurales pueden ser muy abruptos mostrando escarpes estructurales más o menos importantes. Éstos se desarrollan gracias a la existencia de una capa dura y no están vinculados necesariamente a la aparición de una plataforma, pudiendo aparecer de forma individualizada. En la cartografía se han diferenciado atendiendo a su tamaño.

En la Cordillera Central aparecen diversas morfologías relacionadas con el trazado de fallas, algunas con expresión morfológica clara. Corresponden a fallas normales y desgarres; algunos de éstos parecen responder al rejuogo de fallas inversas. En ocasiones, la presencia de rasgos morfológicos parece estar condicionada por una falla, sin que se tenga la total certeza de su existencia; en otras, las fallas parecen encontrarse bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos, habiéndose representado en ambos casos como fallas supuestas.

Otras formas estructurales derivadas de la diferente respuesta de la litología a los agentes externos se relacionan con la existencia de diques o variaciones composicionales, o de la alteración de masas rocosas, que al ser sometidos a erosión diferencial configuran crestas, barras rocosas y resaltes estructurales subverticales.

Merece especial atención la alineación de formas estructurales siguiendo una dirección NNO-SSE que aparece afectando la mitad oriental de la hoja en su parte central. Éstas están desarrolladas sobre rocas ígneas granudas, en especial tonalitas orientadas, y dicha orientación ha quedado traducida en las formas.

3.2 Estudio del modelado

El modelado de la Cordillera es el producto de una larga evolución presidida por los procesos geodinámicos internos (ígneos y tectónicos), acaecidos a lo largo del periodo Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, con

mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial y poligénico.

3.2.1 Formas gravitacionales

Pese a los desniveles existentes en el ámbito de la Cordillera Central, no se trata de formas excesivamente extendidas ni de grandes dimensiones, en buena parte como consecuencia de la propia dinámica de retroceso de las vertientes, que provoca su permanente evolución. Las más frecuentes son los coluviones, formados como respuesta al desequilibrio provocado en las laderas por la erosión fluvial

3.2.2 Formas fluviales y de escorrentía superficial

La red de drenaje puede ser clasificada basándose en la densidad de corrientes, textura y forma, factores todos ellos deducibles a partir de fotointerpretación, aplicando la clasificación de Way. Los terrenos de la Cordillera Central presentan una densidad de drenaje fina a media con una textura de tipo dendrítico.

Las fluviales son las formas con mejor representación cartográfica de toda la zona. Su cartografía permite, asimismo y de forma complementaria, una detallada caracterización de la red de drenaje. Los fondos de valle son escasos, aunque aparecen representados en la Cordillera Central. No puede descartarse que algunos de ellos puedan asimilarse a dambos (Clark et al., 2002). Los dambos son depresiones alargadas en áreas de cabecera sin canal neto, inundadas estacionalmente y recubiertas de vegetación herbácea.

Se han identificado niveles de terrazas, aunque su tamaño y distribución, así como la escala de trabajo, ha dificultado su representación cartográfica, obligando a agruparlas en un único conjunto.

Entre las formas erosivas se han reconocido: barrancos de incisión lineal, ampliamente representados en la Cordillera Septentrional y aristas divisorias. Estas formas son las más ampliamente representadas en la zona, produciéndose sus efectos más notorios en el dominio montañoso. El proceso erosivo ha dado lugar a gargantas, cañones, rápidos y cascadas, como las que aparecen en algunos tributarios del río San Juan; pérdidas de drenaje, frecuentes en las zonas kársticas; aristas, que poseen una

notable representación; divisorias montañosas redondeadas, representadas en el macizo tonalítico; y cárcavas, poco frecuentes debido a la elevada proporción de materiales competentes, pudiendo aparecer aisladas o en áreas acarcavadas, habiéndose conservado en ocasiones la cabecera.

3.2.3 Formas por meteorización química

Aparecen relacionadas con dos litologías principalmente. Por un lado, las formas de origen cárstico que aparecen en el macizo calizo del suroeste (Loma los Copeyes, Loma Los Manantiales); y por otro los berrocales desarrollados sobre rocas graníticas del batolito de Macutico. A pesar de no producir formas, también deben destacarse los procesos de meteorización química generadores de alteraciones rojizas sobre los materiales volcánicos y vulcanosedimentarios de la formación Tireo.

En las zonas calizas son frecuentes los campos de lapiaces, con abundantes formas de disolución a pequeña escala.

También son frecuentes los cañones, aunque con frecuencia su formación parece responder en mayor medida a procesos fluviales que cársticos. Las dolinas aparecen preferentemente en las zonas más elevadas de las sierras. Especialmente importante es el desarrollo de dolinas en la Loma el Picacho, aunque también aparecen en la Loma del Carrizal y Loma La Lomita. Las dolinas muestran en planta formas redondeadas o elipsoidales, cuyo eje mayor posee dimensiones de orden hectométrico. En ocasiones se hallan agrupadas, dando lugar a campos de pequeñas dolinas. La zona deprimida o valle intermontano donde se ubican la Sabana Gómez, Sabana Comelo y Sabana del Cuadro tiene un claro componente cárstico en su origen, y en cierta medida podría considerarse un polje, el polje de Catanamatías. El fondo del valle presenta numerosas dolinas, algunas de ellas claramente cubiertas de aluviones y con funciones de sumideros.

Los berrocales graníticos que se citaron anteriormente incluyen formas mayores y menores (dorsos de ballena, bolos, domos rocosos, nubbins, etc.). Son modelados, totalmente o en parte, por debajo de la superficie terrestre, puesto que pueden ser observadas perfectamente desarrolladas en el frente de alteración. Estas formas se consideran producidas por corrosión química; es decir, grabadas. Son el reflejo de la interacción de aguas subterráneas cargadas con compuestos químicos y organo-

biológicos con la roca a escala regional. Las aguas subterráneas aprovechan las zonas de debilidad del substrato debidas a la mineralogía, textura y/o densidad de fracturación, generándose así tendencias particulares en el desarrollo del relieve de un macizo rocoso. Las formas de corrosión química, que también pueden denominarse grabadas, evolucionan en dos etapas. La primera se refiere a su evolución cuando todavía están inmersas en el frente de alteración. Dicha evolución queda referida a los factores anteriormente aludidos. Esta etapa siempre tiene lugar en condiciones subterráneas. La segunda etapa implica la denudación del regolito así formado, "grus", y la exposición del frente de alteración. Esta acción queda a cargo de la red de drenaje. Una vez la roca granítica queda expuesta a la atmósfera y libre del regolito, que la retenía y le proporcionaba cierta humedad, tiende a permanecer relativamente estable. Esta estabilidad se rompe en condiciones climáticas particulares; es decir, en climas húmedos y cálidos pudiendo evolucionar con posterioridad a su exposición aérea.

3.2.4 Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso morfogenético. En este grupo se incluyen las superficies de erosión que aparecen en la hoja.

Es innegable la existencia en la hoja de retazos de superficies de erosión, ya que en ocasiones pueden observarse los materiales geológicos, especialmente los que presentan estratificación, completamente biselados. Sin embargo, estas superficies de erosión son macroformas completamente degradadas y con nula representación cartográfica en la parte central y meridional de la hoja. Sólo en la zona de enlace con la vecina hoja de Mao se han podido representar varios retazos.

La variabilidad altitudinal entre los diferentes retazos es también incuestionable, aunque el origen de dicha variabilidad no lo sea tanto. Esto puede deberse a distintas circunstancias que probablemente puedan haberse combinado: existencia de más de una superficie, deformaciones tectónicas posteriores a la elaboración de la/las superficies (fracturas, basculamientos), desniveles previos importantes (existencia de un paleorrelieve) y, evidentemente, retoques erosivos posteriores.

Uno de los rasgos más característicos de la zona de estudio es la frecuente presencia de un manto de alteración que ha sido prácticamente desmantelado en diversas áreas, mientras que en otras puede todavía reconocerse. Este rasgo hace sospechar que las superficies de erosión que hemos considerado anteriormente puedan ser asimilables a lo que en la literatura se conoce como formas de corrosión química; en este caso, “llanuras de corrosión química” o grabadas -del inglés etchplains; (Twidale, 1989; Vidal et al., 1998)-, especialmente aquéllas que afectan a un substrato de origen ígneo. Una llanura grabada es una superficie de erosión formada primeramente por una profunda intemperización o alteración, y posteriormente retrabajada por la erosión que ha evacuado la totalidad o parte del material alterado para formar una superficie a un nivel inferior.

4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Las formaciones superficiales son conjuntos litoestratigráficos formados por materiales frecuentemente no coherentes o secundariamente consolidados, relacionados con la evolución reciente del relieve, y con un espesor máximo de orden decamétrico y edad cuaternaria o pliocuaternaria. Estas formaciones pueden ser cartografiadas y ser definidas atendiendo a atributos como geometría, textura, potencia, tamaño, génesis y cronología.

Debe remarcarse la escasez de estas formaciones en la hoja. Ello es debido principalmente a que, por tratarse de una región afectada por la tectónica alpina y con importantes relieves, las velocidades de denudación son muy elevadas y, por consiguiente, la meteorización no puede profundizar. Esta situación no favorece la acumulación de materiales. A continuación se relacionan las unidades cartografiadas y sus principales características.

4.1 Formaciones gravitacionales

4.1.1 Arcillas y arenas con cantos. Coluviones (b). Holoceno

En general, se trata de depósitos muy heterométricos, con acumulación caótica de bloques y gravas con abundante matriz limosa y arcillosa. La forma de los cantos es angulosa. La litología de la fracción gruesa de estos depósitos es carbonatada o silícica, en función del tipo de sustrato de la zona de aporte. Su potencia y características internas también son variables, no pudiendo precisarse aquella por ausencia de cortes de detalle, aunque se deducen potencias de orden métrico. En cuanto a su edad, se asignan al Holoceno. Aparecen en las vertientes que rodean el macizo calizo de Nalga de Maco, así como en las vertientes meridionales de Loma Los Copeyes. También se dan en diversas vertientes de la Cordillera Central de sustrato volcánico o vulcanosedimentario, aunque son escasos.

4.2 Formaciones fluviales y de escorrentía superficial

4.2.1 Gravas, arenas y limos. Fondos de valle y terrazas (a). Holoceno

Estos depósitos se caracterizan por presentar gravas polimícticas dispuestas en niveles lenticulares con base erosiva, poco continuos lateralmente y amalgamados con abundantes lentejones de arenas grises. A techo, generalmente se dispone un tramo de limos rojizos de inundación o de procedencia lateral, de potencia variable entre pocos centímetros y varios metros. Las gravas presentan tamaños entre 3 y 10 centímetros, pero pueden incluir bloques decimétricos. Presentan una matriz arenosa, ocasionalmente limosa, normalmente poco cementada. Su litología es muy variada, nutrida de materiales procedentes del desmantelamiento de los relieves de la Cordillera Central. Aunque su espesor no es visible en punto alguno, su valor máximo, de unos 20 m, debe registrarse en la zona apical, disminuyendo progresivamente hacia las zonas distales.

Las terrazas del río San Juan forman un sistema escalonado de terrazas fluviales adosadas a los márgenes. La marcada estrechez y el fuerte encajamiento del río no favorecen en absoluto su conservación. Generalmente los depósitos se limitan a pequeños retazos adosados a la pared del valle y de los escarpes, o bien coronando su cima.

4.3 Formaciones por meteorización química

4.3.1 Arcillas. Argilizaciones (c). Pleistoceno-Holoceno

Las arcillas rojas resultantes de los procesos de argilización constituyen el producto de alteración más característico de la región, extendiéndose tanto por las zonas montañosas como por las llanuras. Se asocian tanto a los materiales volcánicos y sedimentarios cretácicos, como a buena parte de los sedimentos cuaternarios, pero no a las rocas carbonatadas, afectadas por carstificación, ni a los cuerpos intrusivos, sobre los que se desarrolla la arenización. Son típicas arcillas rojas de aspecto homogéneo, debido a la destrucción completa de la roca original por la hidrólisis total de los silicatos, favorecida por un ambiente tropical.

Su espesor varía considerablemente, desde algunos centímetros hasta valores cercanos a 10 m. Otro tanto puede decirse de su edad, ya que si bien la argilización es

un proceso activo hoy en día, su génesis debió iniciarse con la emersión de la región durante el Terciario. Su distribución areal es singular: aparecen con preferencia en las zonas cercanas a las divisorias de aguas, aunque también están presentes en las superficies de erosión que afectan a la esquina noreste de la hoja. De todas formas, se relacionan con áreas elevadas. Estas formaciones en parte pueden considerarse relictas, ya que en la actualidad la orografía condiciona velocidades de denudación muy elevadas y, por consiguiente, la meteorización no puede profundizar.

4.3.2 Arenas eluviales. Grus. (e) Pleistoceno-Holoceno

Constituyen el producto de la hidrólisis de los silicatos constituyentes de los cuerpos intrusivos, desarrollados de forma más patente en el caso de los de mayor acidez. Conforman un manto irregular o regolito, cuyo espesor varía considerablemente en función de la composición de la intrusión, aumentando en cualquier caso en las zonas de fractura, donde aumenta la capacidad de penetración del agua. Su génesis está relacionada con la corrosión química a la que se ha aludido al hablar de las formas grabadas (ver 2.2.3).

Aparecen como una arena gruesa enriquecida en cuarzo y feldspatos, con un grado de consolidación variable, pero en general bajo. En función de la densidad del diaclasado y de la efectividad del proceso, pueden ir acompañadas por bloques generalmente subredondeados de roca no alterada. Aunque se trata de un proceso cuyo desarrollo es reciente, Clark et al. (2002) data el regolito desarrollado sobre el granito alterado en una edad inferior a 12,570 años por el método del carbono 14. Probablemente se iniciase con su exposición subaérea, en un momento impreciso del Terciario. Estas formaciones aparecen vinculadas a las zonas con substrato granítico, como el área del batolito de Macutico, en el cuadrante suroriental de la hoja.

4.3.3 Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina (d). Pleistoceno-Holoceno

Corresponden a arcillas rojas de aspecto masivo, que constituyen el producto de la descalcificación de los materiales calcáreos por acción de procesos cársticos. Su presencia se restringe a las sierras calizas, especialmente en relación con el polje de Catanamatías. Su espesor debe variar en función de la envergadura de los procesos de disolución, pudiendo superar los 3 m.

En cuanto a su edad, se han asignado, de forma bastante imprecisa, al Pleistoceno-Holoceno, sin que deba descartarse que su comienzo diese lugar incluso en el Plioceno.

5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

La práctica totalidad de la hoja de Diferencia se encuentra sobre materiales del Cretácico Superior a Terciario, cuya morfología se ha perfilado fundamentalmente en dos etapas de la historia geológica de la isla: la primera, durante el Mioceno, tras la colisión arco-continente entre La Española y las Bahamas, cuando la deformación subsecuente, generalmente traspresiva, estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día; y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando la incisión fluvial fue configurando la geometría actual.

Los márgenes septentrionales de la Cordillera Central muestran diversas superficies de erosión que afectan a amplias zonas de la mitad septentrional de la hoja. Existe una cierta variabilidad altitudinal entre los diferentes retazos, por lo que no puede afirmarse a ciencia cierta que se trate de una única superficie. A pesar de todo, algunos de los retazos pueden correlacionarse con la superficie de erosión del alto del Roblito, en la vecina hoja de Mao, una de las mejor conservadas y que puede datarse entre el Oligoceno y el Mioceno. En el margen meridional de la Cordillera Central también se identifican superficies de erosión, que si bien quedan fuera del ámbito de la hoja, aparecen en la vecina de Restauración, y que podrían tener una edad similar.

Estas superficies de erosión, una vez exhumadas, sirvieron de punto de partida para la progresiva instalación de la red fluvial actual; con toda probabilidad a lo largo de todo el Cuaternario. No se conoce con precisión la fecha de inicio de esta incisión, aunque sin duda es posterior a la deposición de la serie neógena que aparece más al norte en la vecina hoja de Mao, momento que debe situarse a finales del Plioceno.

Es evidente que el balance erosivo se mantiene prácticamente hasta la actualidad. Durante este periodo se generan los relieves estructurales por erosión diferencial de la serie neógena, como es el caso de los relieves estructurales que afectan a los materiales sedimentarios de la Cuenca de San Juan. A partir del Plioceno, la evolución del relieve ha estado presidida por el comportamiento de la red de drenaje, con fuertes erosiones en la zona montañosa, donde el encajamiento ha sido simultáneo con la argilización de los materiales volcánicos y sedimentarios, la arenización de los cuerpos intrusivos, el retroceso de las vertientes con desarrollo de coluvionamientos y de

movimientos en masa, y con cambios de orientación de la red por adaptación a fracturas y contrastes litológicos.

La región, afectada por la tectónica alpina y con importantes relieves, presenta velocidades de denudación muy elevadas, y por consiguiente la meteorización no puede profundizar. Esta situación no favorece la acumulación de materiales, y de aquí la escasez de formaciones superficiales.

6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

Se denomina procesos activos a aquellos fenómenos de origen endógeno o exógeno, potencialmente funcionales sobre la superficie terrestre, y cuyo principal interés en la zona es que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico. Su cartografía supone, por tanto, un inventario de procesos geológicos y geomorfológicos funcionales, siendo preciso recordar el carácter imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, tanto en zonas muy activas como en otras de baja actividad geodinámica.

Los datos reflejados en la cartografía son el resultado de un reconocimiento general realizado mediante la interpretación de fotografías aéreas y la realización de recorridos de campo, por lo cual se trata de una estimación preliminar y orientativa de los principales procesos geodinámicos activos del territorio. Consiguientemente, la información aportada tanto en el mapa como en la memoria no exime de la necesidad legal de realizar los estudios pertinentes en cada futuro proyecto, ni debe ser utilizada directamente para la valoración económica de terrenos o propiedades de cualquier clase.

Igualmente, ha de tenerse presente que a la escala de trabajo carecen de representación algunos fenómenos claramente perceptibles sobre el terreno. Sirva de ejemplo la nutrida red de arroyos y cañadas de las áreas montañosas, afectadas por procesos erosivos y, al menos temporalmente, de sedimentación e inundación: los primeros son representables mediante el correspondiente símbolo de incisión lineal, pero la escala no permite una representación detallada de las segundas.

Dentro de la Hoja de Diferencia pueden reconocerse diversos procesos activos, habiéndose identificado actividad sísmica, procesos de erosión, inundación (avenidas) y sedimentación (vinculada al transporte fluvial).

6.1 Actividad sísmica

La Española se sitúa en un contexto geodinámico de límite entre las placas litosféricas Norteamericana y Caribe, cuyo desplazamiento relativo este-oeste origina en última

instancia la actividad sísmica, siendo éste uno de los procesos activos más relevantes que afectan el país. Actualmente existe un consenso a la hora de reconocer las principales estructuras tectónicas de la isla y la relación de éstas con el desplazamiento relativo entre las placas litosféricas citadas.

Si bien los rasgos generales son conocidos, el estudio de detalle de la actividad sísmica en la República Dominicana tropieza con una cierta escasez de datos. Los registros históricos y instrumentales son pocos y no pueden considerarse definitivos.

El registro histórico se inicia con la llegada de los españoles en el siglo XV, lo que limita su ámbito a los últimos 500 años, a diferencia de otras zonas del planeta donde el registro histórico abarca un milenio (Europa, Oriente Medio) o, excepcionalmente, varios milenios, como es el caso de China.

El registro instrumental también tiene graves inconvenientes. La Red Sísmica de la República Dominicana es extremadamente reciente (1998) y su registro, por tanto, muy pobre. Los registros existentes más antiguos provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que sólo se han registrado los eventos con magnitudes lo bastante grandes como para ser registradas por redes alejadas, o en el caso de magnitudes pequeñas los que quedan bien cubiertos por las redes sísmicas de otros países cercanos, como es el caso de la red puertorriqueña, que cubre la zona oriental de la República Dominicana.

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las siguientes fuentes y bases de datos: RSND Red Sísmica Nacional Dominicana, IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia), PRSN (Red Sísmica de Puerto Rico) y MIDAS (Middle American Seismograph Consortium). Cabe señalar especialmente la información aportada por el Proyecto D: «Prevención de Riesgos Geológicos, (Riesgo Sísmico)» en el marco del Programa de Desarrollo Geológico y Minero en la República Dominicana (Sysmin). El periodo cubierto ha sido 1505-2003. En la Hoja 1:100.000 de Diferencia se ha localizado un único epicentro. Esta escasez de sismos no debe interpretarse de ningún modo como una falta de actividad sísmica, sino más bien como una carencia en el registro. Si se considera el registro histórico deben considerarse los terremotos que afectaron a la práctica totalidad de la isla de La Española, con intensidades superiores a VII en la escala MSK. Según el registros del Instituto Sismológico Universitario (ISU) los siguientes: el del 1562 (Región del Cibao, que

destruyó la antigua ciudad de La Vega), 1615 (Sur), 1684 (Sur), 1691 (Sur), 1751 (Sureste, afectó la villa del Seybo), 1761 (Neiba y San Juan), 1842 (Norte, ocasionó estragos en Santiago), 1897 (Cibao, San José de las Matas), 1911 (San Juan, Azua, Santo Domingo, Bani, Barahona y San José de Ocoa), 1946 (Cibao central), 1962 (San José de Ocoa, Azua, Baní, San Cristóbal, y Santo Domingo), 1979 (Santo Domingo, San Pedro de Macorís y la Romana).

6.2 Actividad asociada a movimientos de laderas

La Cordillera Central es una de las áreas más propensas a los deslizamientos y erosión laminar en la República Dominicana. Se trata de una actividad difícil de evaluar, ya que pese a las elevadas pendientes, son escasos los depósitos de origen gravitacional. Probablemente esto sea debido a su rápida destrucción por el eficaz retroceso de las vertientes y por su enmascaramiento, debido a la intensa alteración y el rápido desarrollo de la vegetación. Los deslizamientos están relacionados esencialmente a las lluvias de alta intensidad, al tipo de cobertura, geología y pendiente del terreno. Los terrenos deforestados y con pendientes pronunciadas son los más proclives a deslizamientos y erosión.

Aunque se han reconocido coluviones, deslizamientos y coladas de soliflucción, sus dimensiones tan sólo han permitido una representación muy parcial de los mismos. Existen diversos puntos localizados de deslizamientos que han sido representados, que curiosamente se sitúan cerca de las divisorias de agua, en aquellas zonas donde todavía se conserva un manto de alteración importante, un material predominantemente arcilloso (ver punto 3.3.1), con una mayor susceptibilidad a los movimientos en masa.

6.3 Actividad neotectónica

Pese a que la totalidad del territorio dominicano se encuentra afectado por una intensa actividad neotectónica, la presente constituye una de las regiones donde esta actividad queda totalmente camuflada; probablemente a causa de la elevada velocidad de erosión y de la densa cubierta vegetal de las sierras, factores que sin duda enmascaran rápidamente algunas de dichas formas, como los escarpes producidos por las fallas.

6.4 Actividad asociada a procesos de erosión

Alcanza su máximo desarrollo en la zona montañosa. La principal manifestación de los procesos de erosión viene dada por la incisión lineal asociada a la actividad de los distintos ríos, arroyos y cañadas. La erosión está relacionada esencialmente a las lluvias de alta intensidad, al tipo de cobertura, geología y pendiente del terreno. Los terrenos deforestados y con pendientes altas son los más proclives a la erosión, en especial durante el paso de huracanes. Esta actividad morfogenética tiene fuertes lazos con los movimientos en masa, y comparte muchas de sus causas y factores desencadenantes.

6.5 Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente permanente, a escala geológica, sobre los fondos de valle de los ríos y bajo un régimen torrencial en los numerosos arroyos y cañadas de la zona. Quizás un término más apropiado para describir la actividad identificada sería el de crecidas, avenidas o riadas, ya que los términos inundación y sedimentación pueden dar lugar a interpretaciones erróneas. La hoja estudiada se ubica en una zona de alta energía donde el transporte predomina. Sin embargo, durante la crecida el nivel de las aguas pueda inundar áreas, que si bien no son extensas, sí se hallan expuestas al fenómeno. Durante la crecida, el transporte de material en forma de carga de fondo es máximo, pudiendo remodelarse amplias zonas del lecho; en especial aquellas ocupadas por barras de grava, que entran en funcionamiento migrando aguas abajo. Al bajar las aguas parte de dicho material puede sedimentarse, en especial en aquellas zonas donde la energía es menor, quedando el lecho modificado, en ocasiones profundamente.

Generalmente, la formación de avenidas se produce como respuesta del sistema fluvial a un aporte cuantioso de agua desde fuera del sistema, ante lo cual la cuenca actúa adaptándose a las condiciones energéticas del momento, mediante procesos de erosión, transporte o sedimentación. En particular, las lluvias convectivas, de corta duración pero intensidades muy importantes, provocan avenidas súbitas, concentrando un gran caudal punta en un corto espacio de tiempo, dando un margen de reacción muy breve a la población. En la zona en cuestión con frecuencia se trata de cuencas de circulación efímera donde la percepción del riesgo puede estar muy

distorsionada por el hecho de que los cauces están secos habitualmente (Camarasa, 2002).

En este tipo de fenómenos, las puntas de crecida superan la capacidad de evacuación de los cauces, produciendo desbordamientos hacia los espacios adyacentes. Aunque los espacios inundables por excelencia son las llanuras de inundación, inexistentes prácticamente en la hoja, el desbordamiento de la capacidad del lecho menor puede dar lugar a ocasionales anegamientos.

7. REFERENCIAS CITADAS

- **CAMARASA BELMONTE, A.M. (2002):** Crecidas e inundaciones. En *Riesgos naturales* (AYALA-CARCEDO, F.J. y OLCINA, J.; coordinadores). *Ariel*, Barcelona, 859-877.
- **CLARK, M., G., HORN, S., P., KENNETH, O., H (2002):** *High-Elevation Savanna Landscapes in the Cordillera Central, Dominican Republic, Hispaniola*. Issn: 0276-4741 Journal: Mountain Research and Development Volume: 22 Issue: 3 Pages: 288-295
- **DE LA FUENTE, S. (1976):** *Geografía Dominicana*. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 p.
- **GONZALEZ DE VALLEJO, L. (1980):** *Fallas activas y sus implicaciones en la ingeniería*. Bol. Soc. Geol. Perú. Nº 65. Pp. 99-104
- **MORA, S. (2003):** *Enjambre sísmico en la República Dominicana*. 22 de septiembre de 2003. <http://www.eeri.org/lfe/pdf/dominican_republic_SismosRD-22-09-03actualiz-S-Mora.pdf>
- **TWIDALE, C.R. (1989b)** *La iniciación subsuperficial de las formas graníticas y sus implicaciones en las teorías generales del paisaje*, En: *Xeomorfoloxia Granítica*. Cuad. Lab. Xeol. Laxe. 13, pp. 49-69.
- **VIDAL, J.R.; TWIDALE, C.R. (1998)** *Formas y paisajes graníticos*. Universidade da Coruña. Servicio de publicaciones. 411 pp.