

Evolución geomorfológica de la Cordillera Oriental Dominicana

J. A. Díaz De Neira⁽¹⁾, A. Martín-Serrano⁽²⁾ y J. Escuer⁽³⁾

(1) Geoprin. Avda. de Burgos, 12. 28036 Madrid.
E-mail: adiaz@geoprin.es

(2) Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La Calera, 1. 28760 Tres Cantos (Madrid).
E-mail: a.martinserrano@igme.es

(3) Geoconsultores Técnicos y Ambientales S.L. Príncipe de Viana, 11, principal 3°. 25004 Lleida.
E-mail: joan@geoconsultores.com

RESUMEN

La Cordillera Oriental es el único sistema montañoso del sector Este de La Española, habiendo adquirido su actual fisonomía a lo largo del Cuaternario. Durante el Plioceno, la región constituyó un archipiélago de pequeñas islas que emergerían de una plataforma arrecifal cuyos restos constituyen la Llanura Costera del Caribe y Los Haitises. La elevación de la cordillera ha sido debida a la acción neotectónica, principalmente en relación con la falla Meridional de Samaná, el conjunto de fallas del borde sur y la falla del Yabón. Los agentes externos también han actuado con intensidad en el modelado regional, predominando los procesos de erosión fluvial y argilización en la cordillera, así como de karstificación en Los Haitises. La superficie de Miches destaca entre los numerosos restos de superficies de erosión, correlacionándose con la superficie superior de Los Haitises.

Palabras clave: Cordillera Oriental, geomorfología, La Española, Los Haitises, Llanura costera del Caribe

Geomorphic evolution of the Dominican Cordillera Oriental

ABSTRACT

Cordillera Oriental is the only one mountain system in the Hispaniola eastern sector, acquiring his appearance during Quaternary times. At Pliocene times, region was conformed by small islands in a reef platform of which derived the Llanura Costera del Caribe and Los Haitises. Mountain system uplift was caused by neotectonic activity, linked to "Meridional de Samaná" fault, a family fault system related to their southern limit and the Yabón fault, mainly. The exogenous processes were very intense too, standing out fluvial erosion and lateritic formation in mountain system and karstification in Los Haitises. Miches surface is the most important erosion surface, and correlates with Los Haitises top surface.

Key words: Cordillera Oriental, geomorphology, Hispaniola, Los Haitises, Llanura costera del Caribe

Introducción

La Cordillera Oriental Dominicana posee una fisonomía típicamente tropical, con una exuberante cobertura vegetal y potentes mantos de alteración que ocultan el sustrato y enmascaran las formas del relieve, dificultando notablemente los trabajos de cartografía geológica y geomorfológica. Pese a ello, su ubicación en el ámbito caribeño, de permanente actividad geodinámica al menos desde el Cretácico Inferior, ha provocado cambios drásticos recientes en su relieve, lo que confiere al estudio de su evolución

geomorfológica un gran interés científico. En concreto, resulta destacable que, pese a la gran eficacia de los procesos externos como factores destructores del relieve, sean los procesos internos los que han prevalecido, alzando la región como una cordillera en un período de tiempo que no se remonta más allá del Plioceno.

El territorio objeto del estudio (Fig.1) es la ramificación que presenta hacia el E, desde las inmediaciones de Cotuí, la Cordillera Central, principal sistema montañoso de La Española y que con una orientación cercana a E-O se dispone en paralelo con los litorales

atlántico (N) y caribeño (S). Este territorio se ajusta espacialmente al concepto geológico de Cordillera Oriental, cuyo límite con la Cordillera Central se ha establecido coincidiendo con la falla de Hatillo (Mann *et al.*, 1991), por lo que, a fin de simplificar la exposición, se aludirá a dicho territorio como Cordillera Oriental en todos los sentidos, obviando la proliferación de términos geográficos relativos a dicho dominio, como sierra de Yamasá y Montes de El Seibo o el de Cordillera Oriental restringido al sector más oriental.

De forma más precisa, la zona de estudio (Fig. 2) ocupa el territorio perteneciente a las Hojas Topográficas a escala 1/100.000 de Monte Plata (6272), El Seibo (6372) y la mitad occidental de la de Las Lisas (6472). Su superficie alberga la práctica totalidad de la cordillera, exceptuándose únicamente los extremos oriental y occidental, e incluye también

parte de sus dominios limítrofes, de características fisiográficas contrastadas: Los Haitises y la Llanura Costera de Miches y Sabana de la Mar (N), la Llanura Costera del Caribe y el Piedemonte de la Cordillera Oriental (S) y la Cordillera Central (O); el análisis de éstos permite visualizar más claramente la evolución geomorfológica regional.

Antecedentes

La revisión bibliográfica de los trabajos geológicos realizados antes del presente siglo en La Española pone de manifiesto un evidente desinterés por el sector estudiado, el cual ha sido abordado casi exclusivamente en el marco de trabajos de escala insular. La principal excepción es la tesis doctoral de Bourdon

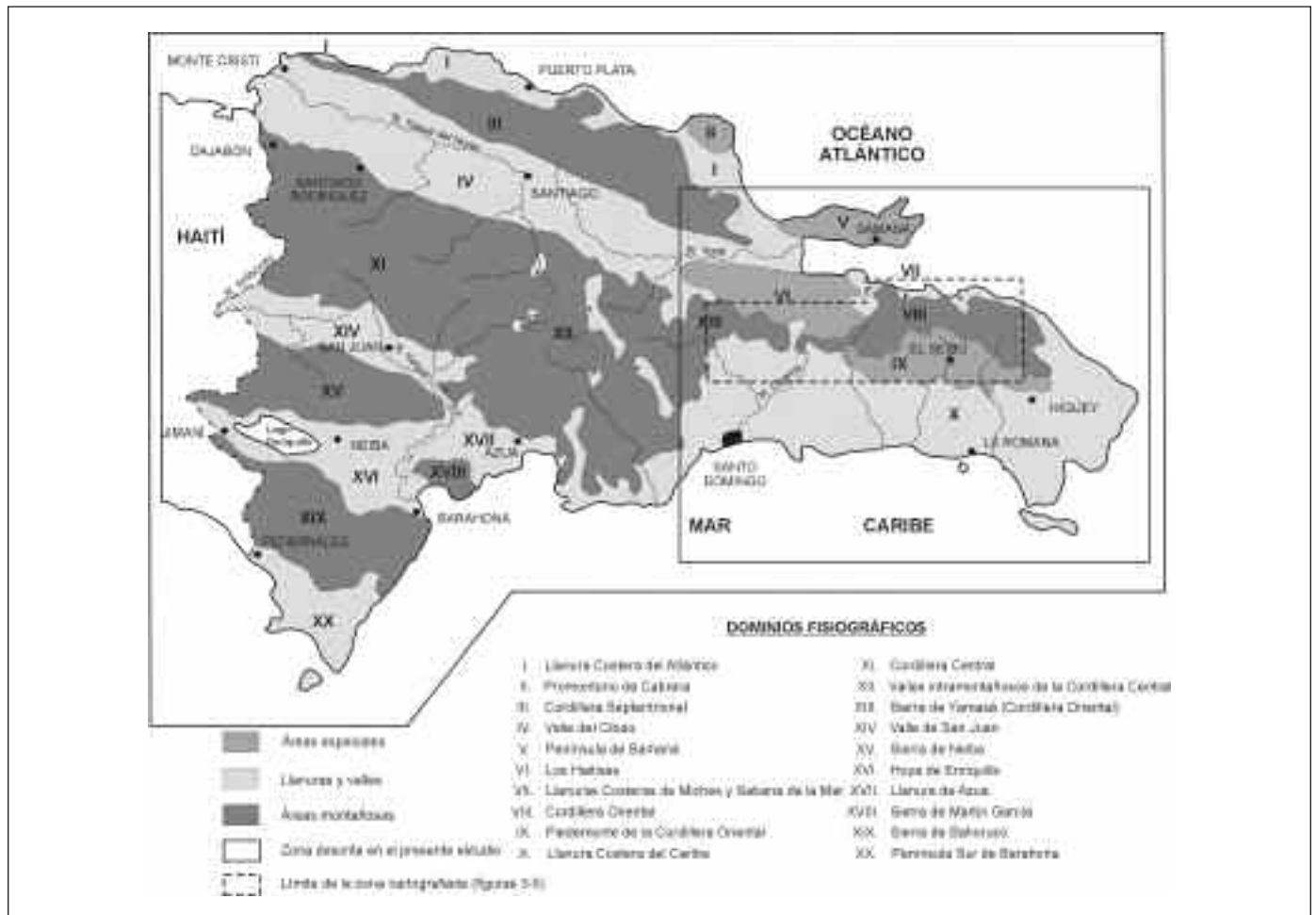


Figura 1. Dominios fisiográficos de la República Dominicana (Modificado de De la Fuente, 1976). En el presente trabajo se considera como Cordillera Oriental al conjunto de los dominios VIII y XIII
 Figure 1. Physiographic zones of Dominican Republic (from De la Fuente, 1976, modified). At this work, Cordillera Oriental is considered how both zones VIII and XIII)

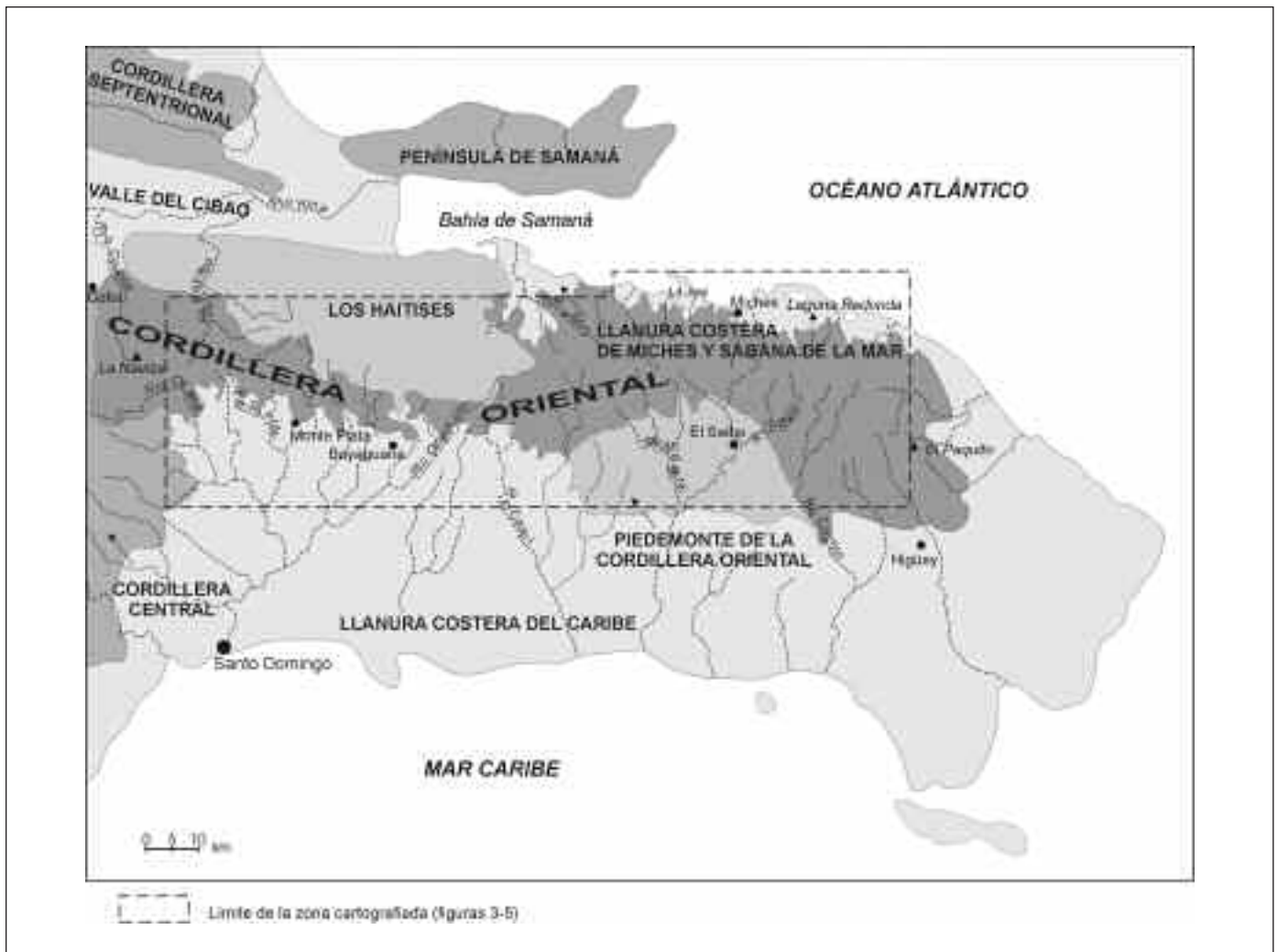


Figura 2. Principales elementos fisiográficos de la zona de estudio
Figure 2. Main physiographic elements in the study zone

(1985), que supuso un considerable impulso del conocimiento de la Cordillera Oriental, principalmente en sus aspectos estratigráficos, paleontológicos, tectónicos y petrológicos, incluyendo además una cartografía geológica a escala 1/100.000. No obstante, dicha tesis no aborda los aspectos geomorfológicos, cuyo único antecedente corresponde a las referencias incluidas en el trabajo de De la Fuente (1976), relativo a la geografía de la República Dominicana.

Con el desarrollo del Programa SYSMIN (1997-2004), la práctica totalidad del territorio ocupado por la cordillera ha sido objeto de un sistemático plan de cartografía geológica a escala 1/50.000, que ha supuesto una notable profundización en su conocimiento, especialmente en lo que concierne a aspectos estratigráficos, estructurales, petrológicos, geo-

químicos y geomorfológicos, estos últimos basados en la realización de la cartografía geomorfológica de la zona de estudio a escala 1/100.000.

Objetivos y metodología de trabajo

El presente artículo tiene como objetivo principal la descripción geomorfológica de la Cordillera Oriental y sus dominios limítrofes, cuyo interés radica en el acusado desconocimiento geomorfológico de la zona (extensivo al resto de La Española) y como objetivo secundario, esbozar una primera aproximación a la evolución reciente del relieve de la región oriental de la República Dominicana.

El punto de partida está constituido por los datos

recopilados con motivo de la elaboración de las Hojas Geomorfológicas de los cuadrantes a escala 1/100.000 de Monte Plata (6272), El Seibo (6372) y la mitad occidental del de Las Lisas (6472) (Díaz de Neira, 2004 a, b y c, respectivamente), dentro del Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana (Programa SYSMIN; Proyecto L, Zona Suroeste). La cartografía geomorfológica se elaboró mediante numerosos recorridos de campo y con el apoyo de las cartografías geológicas a escala 1/50.000 de la zona, realizadas durante el mismo proyecto, así como de las fotografías aéreas a escala 1/40.000 del Proyecto MARENA (1983-84) y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR.

Los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Temáticas a escala 1/100.000 de la República Dominicana (1996), elaborada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Dirección General de Minería de la República Dominicana (DGM). 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 (Martín-Serrano *et al.*, 2004), si bien con ligeras modificaciones debidas a la diferente escala de trabajo y de la cantidad de información existente entre ambos países. La principal característica de la Guía es la agrupación de las diversas formas cartografiadas, mediante colores específicos representativos de sus diversas génesis (fluvial, lacustre, marina...).

La primera fase de elaboración del presente artículo ha consistido en la composición de la cartografía geomorfológica de las tres Hojas a escala 1/100.000 incluidas en la zona de estudio. Posteriormente, la cartografía ha sido sintetizada, constituyendo el documento principal sobre el que se articula la descripción geomorfológica. Finalmente, mediante el análisis de los datos existentes y la elaboración de diversos documentos gráficos de apoyo, se ha esbozado un modelo de evolución paleogeográfica de la región oriental dominicana.

Descripción fisiográfica de la zona de estudio

La Cordillera Oriental se extiende de este a oeste a lo largo de unos 150 km, desde las inmediaciones de Higüey hasta enlazar con la Cordillera Central (Fig. 2). Pese a su moderada altitud, contrasta fuertemente con la mayor parte de los dominios circundantes, especialmente con la Llanura Costera del Caribe, desarrollada ampliamente al sur y al este, y con la estrecha Llanura

Costera de Miches y Sabana de la Mar, localizada al norte. En el ámbito de El Seibo, el contraste es más moderado debido a la presencia del Piedemonte de la Cordillera Oriental. La excepción a estos contrastes se encuentra en la región de Los Haitises, dominio "superpuesto" al sector noroccidental de la cordillera, que en algunas zonas posee una elevación mayor, llegando a confundirse con ella. Por lo que respecta a la Cordillera Central, incluida de forma testimonial en la zona, su límite es arbitrario.

Debido a su relación con los dominios limítrofes, su personalidad como cordillera queda expresada de forma más nítida en el sector oriental, donde su anchura está comprendida entre 20 y 40 km y alcanza su máxima altitud, 879 m en la loma El Paquito. En el sector central se estrecha notablemente, a la par que disminuye su altitud hasta tan sólo 200 m al N de Bayaguana. Por lo que respecta al sector occidental, en él se produce un nuevo ensanchamiento como consecuencia de su enlace con la Cordillera Central, así como una moderada elevación hasta los 680 m del pico La Naviza.

La Llanura Costera del Caribe es una espectacular planicie que ocupa la mayor parte del sureste dominicano, caracterizada por una extraordinaria monotonía rota únicamente por el moderado encajamiento de la red fluvial; se encuentra a cotas inferiores a 100 m que disminuyen progresivamente hacia la costa. A diferencia de la Llanura, el Piedemonte de la Cordillera Oriental es un dominio heterogéneo en el que predominan las planicies de diverso origen, intercalándose entre ellas varias elevaciones moderadas; se dispone a modo de enlace entre el borde meridional de la cordillera y la Llanura Costera del Caribe, a cotas ligeramente superiores a 100 m. Por su parte, la Llanura Costera de Miches y Sabana de la Mar es una estrecha e irregular franja del litoral atlántico, con una elevación inferior a 100 m.

La región de Los Haitises constituye un dominio muy peculiar, que alberga un denso entramado de cerros y depresiones a modo de "caja de huevos" (*cockpits*). Las máximas cotas se aproximan a 400 m, disminuyendo hacia el norte hasta enlazar con la bahía de Samaná; también disminuye hacia el borde meridional hasta 200 m, a pesar de lo cual su relieve se confunde con el de la cordillera.

La zona de estudio posee un típico clima tropical suavizado por su carácter insular, con temperaturas medias de 26° C y precipitaciones de 2.000 mm/año que disminuyen hasta 1.300 mm/año en el extremo oriental; se observan variaciones estacionales ligeras, algo menos acusadas que las diarias. La evapotranspiración potencial varía entre 950 y 1.600 mm/año, siendo más frecuente este último valor.

Se trata de una región sometida a frecuentes acontecimientos naturales de tipo catastrófico, como las avenidas desencadenadas en respuesta a intensas tormentas y que alcanzan su máxima expresión en el caso de los huracanes que azotan la isla, concentrados especialmente entre septiembre y octubre. Cabe destacar en las últimas décadas los daños ocasionados por la llegada de los huracanes David (1979) y Georges (1998).

Marco geológico

La Cordillera Oriental está conformada principalmente por rocas cretácicas (Fig. 3) generadas en un ámbito de arco insular. Las más antiguas corresponden a las rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de la Fm Los Ranchos (Cretácico Inferior) que afloran extensamente en el sector occidental (Bourdon, 1985; Escuder Viruete *et al.*, 2006), sobre las que se dispone el conjunto sedimentario y volcano-sedimentario de la Fm Las Guayabas, que junto con las rocas carbonatadas de la Fm Río Chavón (Cretácico Superior) constituyen la práctica totalidad de los afloramientos del sector oriental (García-Senz, 2004; García-Senz *et al.*, 2007a, b); en el sector central, entre ambas formaciones se interpone el nivel calcáreo de la Fm Hatillo. El conjunto se encuentra afectado por un cortejo intrusivo cuyo principal exponente es el plutón

de El Valle; discordantes sobre aquél, aparecen diseminados por el sector meridional diversos afloramientos de materiales sedimentarios paleógenos entre los que se incluye el conjunto conglomerático de la Fm Don Juan.

Su estructura, mucho mejor definida en el sector oriental (García-Senz, 2007b; Monthel, 2004), se basa en general en pliegues de amplio radio y, especialmente, en una densa red de fracturación de orientación NO-SE, de entre la que destaca la falla del Yabón (falla NO-SE que se sitúa cerca de El Seibo, Fig. 3), generada a comienzos del Terciario; no obstante, la cordillera se halla limitada por el sistema de desgarres E-O generados durante el Mioceno, cuya máxima expresión es la falla Meridional de Samaná.

Tanto la Llanura Costera del Caribe como Los Haitises corresponden a plataformas carbonatadas cuyos depósitos se disponen discordantemente sobre los materiales cretácico-paleógenos, estando constituidas por las margas con intercalaciones calcáreas de la Fm Yanigua, de edad Mioceno medio (Iturralde-Vinent, 2001; Serra-Kiel *et al.*, 2007) a las que se superponen las calizas arrecifales de la Fm Los Haitises en la región del mismo nombre (Díaz de Neira y Hernáiz Huerta, 2004), en la que se han encontrado fósiles que podrían datarla como Mioceno superior e incluso Plioceno (Toloczky y Ramírez, 1991; Iturralde-Vinent, 2001; Díaz de Neira y Hernáiz Huerta, 2004). La plataforma meridional se encuentra neta-

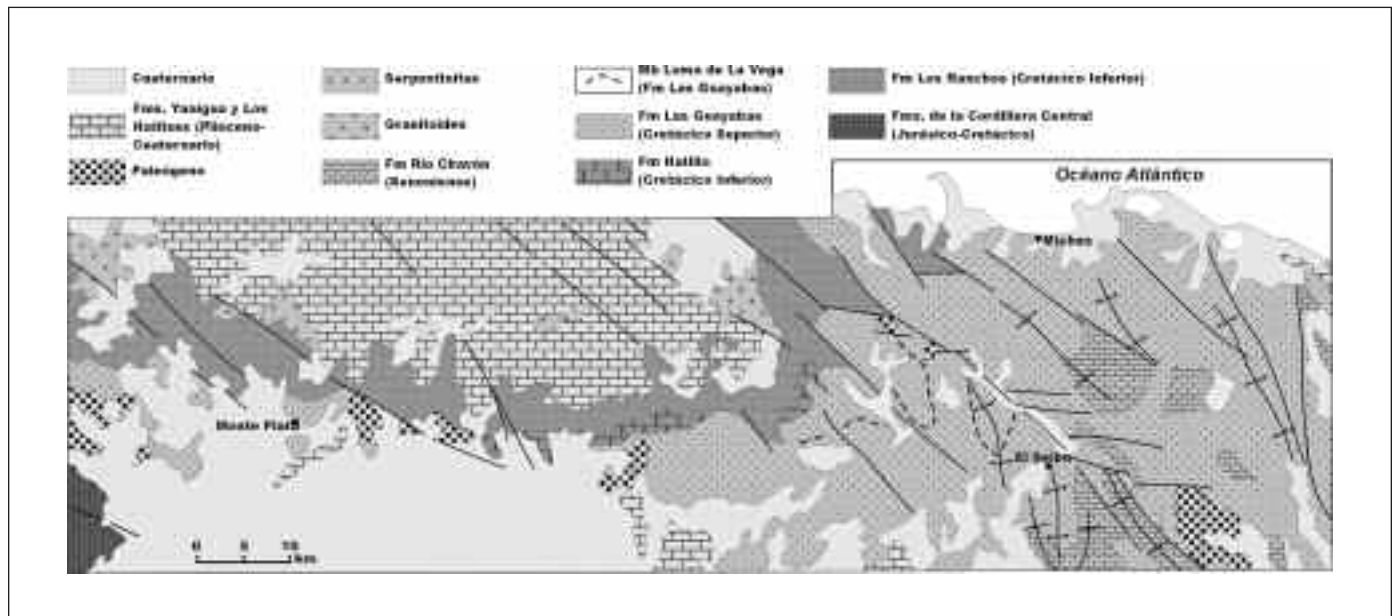


Figura 3. Esquema geológico de la Cordillera Oriental y dominios limítrofes (de Monthel, 2004, modificado)
 Figure 3. Geologic scheme in the study zone and surrounding domains (from Monthel, 2004, modified)

mente individualizada de la cordillera, en tanto que la septentrional ha ascendido solidariamente con ella.

Los sedimentos cuaternarios, de naturaleza muy variada, están ampliamente distribuidos por la periferia de la cordillera, predominando los de origen aluvial en la Llanura Costera del Caribe, los de carácter litoral en la Llanura Costera de Miches y Sabana de la Mar y los de naturaleza kárstica en Los Haitises.

La historia geológica de la Cordillera Oriental puede remontarse hasta el Cretácico Inferior, cuando sobre la corteza engrosada del Caribe se desarrolló un arco de islas (Escuder Viruete *et al.*, 2002) que en el Neocomiense habrían alcanzado el nivel del mar. Con el cese progresivo del volcanismo, se produjo un breve episodio de colonización arrecifal abortado por el desarrollo de un segundo arco, de polaridad invertida con respecto al anterior. El segmento de cuenca de antearco contenido en la cordillera fue deformado en el Paleoceno como consecuencia de la colisión entre las placas Caribeña y Norteamericana, con bloqueo progresivo de la subducción y cese de la actividad ígnea; la traslación de las placas cambió de oblicua a paralela a lo largo de grandes fallas transformantes, con creación de cuencas transpresivas de orientación NO-SE durante el Eoceno.

Tras la incertidumbre existente en el intervalo Oligoceno-Mioceno, durante el que fallas transcurrentes de orientación E-O tomaron el control estructural y deposicional, la sedimentación se restableció en un contexto litoral colonizado por arrecifes. La progresiva elevación de la región provocaría su emergencia y configuración como cordillera, desplazando a los arrecifes hasta su posición actual y permitiendo el desarrollo de procesos sedimentarios de naturaleza continental.

Geomorfología de la Cordillera Oriental

El relieve de la Cordillera Oriental está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman, resultado de una larga evolución presidida por los procesos ígneos, sedimentarios y tectónicos acaecidos a lo largo del período Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos. El sustrato volcánico-sedimentario cretácico ha sido afectado por una densa fracturación que ha producido la creación y desnivelación de bloques, además de condicionar el encajamiento rectilíneo de algunos tramos de la red fluvial y favorecer el desarrollo de capturas. Además, el sustrato muestra un acusado plegamiento en el sector suroriental, marcado por los contrastes litológicos.

La fisonomía actual de la cordillera es el producto de la actuación, con mayor o menor efectividad, de diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o al modelado de dichos relieves, destacando especialmente los de carácter fluvial y marino-litoral, así como la meteorización química, sin olvidar la relevancia alcanzada en algunos sectores por los agentes de naturaleza gravitacional y poligénica (Fig. 4).

Formas litoestructurales

La monotonía litoestratigráfica de las formaciones Los Ranchos y Las Guayabas, que integran la mayor parte de la superficie de la cordillera, impide la generación de relieves estructurales señalados. Tan sólo en el sector suroriental poseen una notable representación (escarpes y resaltes de capa, cuestras, *hog backs* y capas subverticales que pueden dar lugar a crestas, en algunos casos de longitud superior a 10 km), constituyendo un excelente marcador de la estructura; están asociados con las andesitas del Mb Loma de la Vega, las radiolaritas del Mb Arroyo de la Yabana (ambos de la Fm Las Guayabas) y las calizas de la Fm Río Chavón. Al noreste de Bayaguana existe una agrupación de cerros cónicos relacionados con cuerpos subvolcánicos pertenecientes a la Fm Los Ranchos, formas resultantes de su mayor resistencia a la erosión con respecto a las rocas encajantes.

Formas tectónicas

Las formas directamente derivadas de la evolución tectónica de la región son el principal determinante de la fisonomía general de la cordillera. Su principal manifestación es una densa red de fracturación expresada nítidamente en el límite con las llanuras costeras del Caribe y de Miches y Sabana de la Mar, así como por la orientación de diversos segmentos de la red fluvial (Fig. 5).

Las fallas con expresión morfológica se agrupan principalmente en torno a la familia de dirección NO-SE, que condiciona la orientación de las elevaciones y de los valles intramontañosos; no debe olvidarse en cualquier caso el papel jugado por las fallas de dirección E-O en los bordes de la cordillera (a ESE-ONO en el borde meridional), ni la presencia de una familia de dirección NNO-SSE en el extremo oriental. Corresponden principalmente a desgarres y fallas normales cuya longitud supera con frecuencia 10 km. En relación con la acción de fallas se reconocen escarpes de falla (frecuentemente degradados), escarpes de falla en retroceso, frentes montañosos

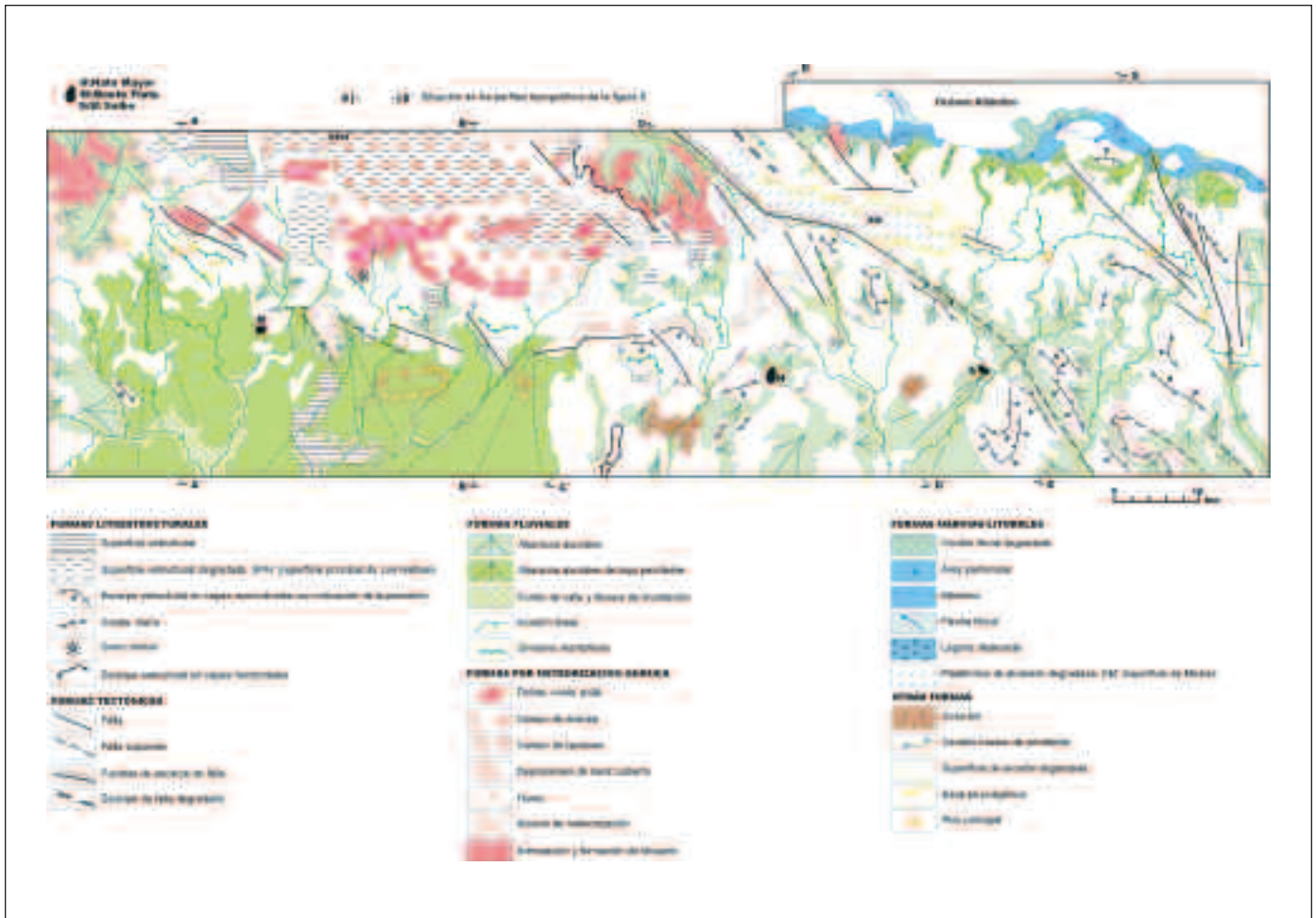


Figura 4. Esquema geomorfológico de la zona de estudio
 Figure 4. Geomorphologic framework in the study zone

lineales, escarpes de falla producidos por erosión diferencial y facetas triangulares de escarpe de falla.

Mención aparte merece la falla del Yabón, falla de desgarre (o de salto en dirección) sinistral de más de 50 km de longitud y de orientación NO-SE, que alcanza su máxima expresión entre El Valle y El Seibo, donde aparece acompañada por un gran número de rasgos morfológicos (facetas triangulares de escarpe de falla, cambios bruscos de pendiente, alineación de grandes valles, desnivelamiento de las superficies de erosión, red de drenaje con pendientes anómalas por exceso...).

A través de indicios menos evidentes se deducen alineaciones morfológicas con control estructural, como las de la superficie de Miches, basculada hacia el NO, y las que parecen condicionar áreas intensamente meteorizadas, como las depresiones por las que discurren los ríos Payabo y Cevicos.

El modelado exógeno

La Cordillera Oriental se encuentra esculpida por una tupida red de drenaje que al verter en su periferia, neta y contrastada, da lugar al sistema de abanicos aluviales y conos de deyección constituyente de la planicie del piedemonte circundante. No sólo el modelado de origen fluvial es importante, ya que tanto o más influyente se manifiesta la incidencia directa de la agresividad del clima, reflejada en la meteorización química. Tampoco resulta despreciable la aportación marina, modeladora pero al mismo tiempo, y sobre todo, constructora de nuevas formas: las plataformas coralinas sumadas sucesivamente al territorio emergido.

Estos tres sistemas morfogenéticos fundamentales (fluvial, por meteorización química y marino) son de otra dimensión al ser comparados con los restan-

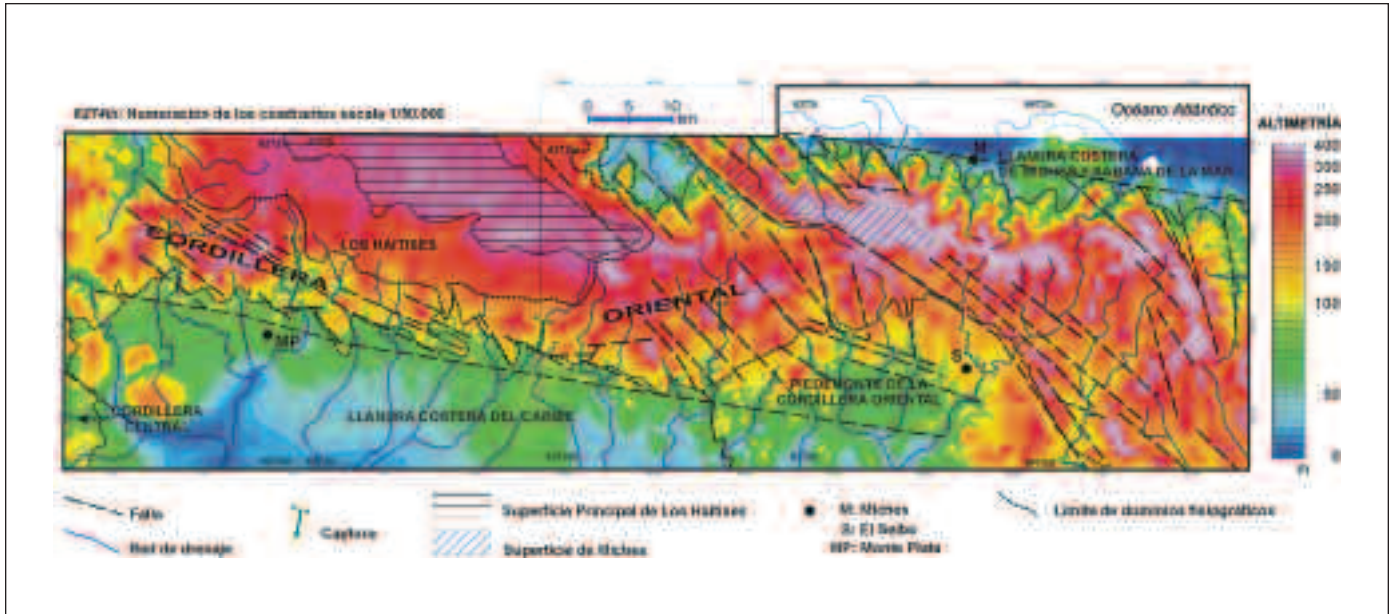


Figura 5. Incidencia de la fracturación en el relieve. Obsérvese la ausencia de contraste entre la Cordillera Oriental y Los Haitises
 Figure 5. Effect of the fracturación in the relief. The absence of contrast be observed in Cordillera Oriental with regard to Los Haitises

tes tipos de actividad. En concreto, son escasos los depósitos de origen gravitacional, pues, pese a los importantes contrastes altimétricos, su existencia es efímera debido al dinámico retroceso de las vertientes, en constante evolución. Se reconocen coluviones y también es habitual la formación de deslizamientos por la convergencia de elevadas pendientes, precipitaciones, materiales arcillosos y eventos sísmicos. Sin embargo, la elevada velocidad de meteorización y el rápido crecimiento de la vegetación, hacen muy difícil su reconocimiento.

La morfogénesis fluvial

La Cordillera Oriental actúa como divisoria de la densa red de ríos y arroyos permanentes que vierten sus aguas al mar Caribe y los que lo hacen a la bahía de Samaná. La orientación de la red se halla fuertemente influida por la estructura, aunque la litología también es un determinante decisivo en algunas zonas, especialmente en Los Haitises.

A excepción del río Yabón, de más de 40 km de longitud, la cuenca septentrional se caracteriza por cursos cortos, en tanto que la cuenca meridional está integrada por cursos de mayor longitud y caudal, dirigidos hacia el sur, entre ellos algunos de los principales ríos del sector suroriental dominicano: Ozama, Soco y Chavón (Fig. 2). En su discurrir a través de la

cordillera, los ríos muestran fuertes encajamientos y frecuentes desniveles, a diferencia de las planicies, donde pasan de tener una morfología de baja sinuosidad a adquirir carácter meandriforme.

La incidencia fluvial afecta a toda la cordillera, siendo sus formas derivadas las más frecuentes, destacando una densa red de drenaje; otro tanto puede decirse de su planicie periférica, construida a partir de las formas generadas como consecuencia de sus acumulaciones sedimentarias.

Toda esa red de ríos y arroyos poseen un evidente carácter subsecuente, al adaptarse en buena medida a la estructura geológica, con numerosos tramos que discurren a favor de fracturas o de contrastes litológicos, predominando los de orientación NO-SE. Su potencial erosivo ha dado lugar a una profunda y extensa incisión lineal que ha originado una densa red de aristas, así como numerosos escarpes, que con frecuencia limitan gargantas y cañones.

Presentan múltiples inflexiones en su perfil a las que se asocian saltos de agua, rápidos y cascadas, como los conocidos saltos del río Comatillo, así como bruscos cambios de dirección, en ambos casos debidos a la presencia de niveles resistentes o de fallas. Predominan las geometrías de tipo dendrítico, si bien coincidiendo con los sectores más abruptos muestran un patrón contorsionado y en la superficie de Miches y en el sector suroriental, paralelo y rectangular.

Los fuertes encajamientos y las líneas de debili-

dad estructural han incrementado la erosión remontante, siendo numerosas las evidencias de capturas, que han provocado el retroceso de la divisoria atlántico-caribeña original hasta su posición actual, sensiblemente más al norte del eje original de la cordillera.

Una buena parte de los cauces de la red se encuentran tapizados por depósitos de fondo de valle, aunque su carácter angosto, con anchuras que tan sólo sobrepasan 20 m en el caso de los principales ríos, impide su representación cartográfica a la escala de trabajo (1/100.000). Debido al predominio de la acción incisiva de los ríos y arroyos, son escasas y de pequeña envergadura las llanuras de inundación y las terrazas, destacando las de los ríos Yabón y Margarín.

Los conos de deyección y los abanicos aluviales, que pueden alcanzar hasta 8 km de longitud (depresión de El Valle), están mucho mejor representados, constituyendo varios sistemas que en su mayor parte poseen dispositivos coalescentes, habiéndose agrupado en dos conjuntos principales. En el sistema más antiguo se han englobado diversas generaciones cuya correlación resulta difícil debido a la desconexión de la mayoría de los aparatos, siendo su característica común el estar afectados por un retoque erosivo que sugiere que ya no son funcionales; sus principales representantes se encuentran tapizando las depresiones de El Valle y de los ríos Payabo y Cevicos. El sistema más moderno es potencialmente funcional, como se deduce de su mínimo retoque erosivo; en general poseen menores dimensiones, encontrándose ampliamente repartidos.

La meteorización química

El clima tropical de la región ha favorecido una intensa acción de la meteorización química que, en función del sustrato sobre el que ha actuado, se ha traducido en tres resultados diferenciados.

Sobre sustratos volcánicos, volcano-sedimentarios y sedimentarios pelíticos de edad cretácica, se han originado procesos de argilización y rubefacción. El resultado es que dichos sustratos aparecen tapizados por un potente e irregular pero continuo manto de alteración de color rojo, carácter laterítico y naturaleza arcillosa. Su envergadura queda patente a lo largo de toda la Cordillera Oriental, especialmente a través de las exposiciones existentes en los taludes de la carretera que la cruza sobre la denominada superficie de Miches, donde se observan espesores superiores a 5 m.

Los fenómenos de karstificación se encuentran

más localizados. Sobre la Fm Hatillo, donde alcanza su máximo desarrollo, se reconocen campos de dolinas, uvalas, *hums*, campos de lapiazes, cuevas, surgencias, sumideros y cañones. Aunque en un grado menor, también aparece un lapiaz muy bien señalado en relación con otras formaciones calcáreas cretácicas y paleógenas e incluso con la Fm Don Juan cuando sus constituyentes son fundamentalmente calcáreos.

Los cuerpos intrusivos encajados en la serie cretácica presentan profundas arenizaciones, especialmente en el sector noroccidental y en la depresión de El Valle, correspondiendo a los plutones de mayor acidez. Directamente emparentadas con estos fenómenos y con el grado de diaclasado de la roca (ortogonal casi cerrado), y probablemente, también con su composición (tonalítica-gabroidea) y textura, la meteorización de este tipo de rocas da lugar a meso y microrrelieves de bolos y berrocales. Carácter similar tienen ciertas áreas deprimidas, pues todo parece indicar que se han configurado como alvéolos de alteración debido a la eficacia de la meteorización sobre los sectores del territorio más castigados por la fracturación, especialmente en el cruce o confluencia de fallas o fracturas, como es el caso de las depresiones por las que discurren los ríos Payabo y Cevicos.

La acción marina

Como formas poligénicas se han reconocido superficies de erosión degradadas, de entre las que destaca la superficie de Miches (Figs. 4 y 5), uno de los elementos más peculiares de la cordillera. Está rodeada por escarpes de hasta 400 m de desnivel, mostrando un descenso altimétrico entre el sector oriental (600 m) y el occidental (230 m); otro tanto puede decirse al pasar del bloque nororiental de la falla del Yabón, al suroccidental, en el que la superficie llega a descender a menos de 150 m. Probablemente, las principales aristas del sector oriental correspondan a restos de esta superficie. La evolución paleogeográfica propuesta para la cordillera durante el Plioceno, en un contexto de plataforma carbonatada de la que sólo emergerían algunas islas, a modo de archipiélago, hace muy probable la intervención marina en la formación de la superficie, cuya degradación se ha visto favorecida por la intensa alteración, según el modelo de "medias naranjas" y el consiguiente "lavado" diferencial. Frente a esta forma superficial, en los sectores oriental y occidental se encuentran los picos principales, de elevación moderada en cualquier caso.

Una aproximación al análisis geomorfológico de los dominios circundantes

La Llanura Costera del Caribe

Se caracteriza por un extenso desarrollo de abanicos aluviales de baja pendiente, a modo de tapiz dispuesto sobre la superficie estructural configurada por la plataforma arrecifal plio-cuaternaria, de la que sólo "emergen" una serie de pequeños isleos. Configuran una monótona e inmensa planicie ligeramente inclinada desde una cota próxima a 100 m al pie de la cordillera hasta 20 m en el sector meridional. Probablemente su génesis está relacionada con el último período de inestabilidad de la Cordillera Oriental, tras el cual ha sufrido el encajamiento de la red fluvial.

La red posee geometría dendrítica (Fig. 2) y carácter consecuente, discurriendo hacia el mar Caribe a favor de la máxima pendiente regional. La mayor variedad de depósitos fluviales se encuentra en el valle del río Ozama y en el de su afluente Savita, por cuya llanura aluvial circula con tendencias divagantes al llegar a cotas inferiores a 40 m debido a la reducida diferencia altimétrica entre la planicie y el mar, habiendo abandonado cauces y meandros, temporalmente inundados, y terrazas de cotas inferiores a +30 m con respecto al cauce actual.

La alteración laterítica de la región llega a afectar incluso a algunos depósitos cuaternarios, habiéndose desarrollado ferruginizaciones a techo de la misma, como en San Pedro y San Gerónimo, donde dan lugar a un ligero resalte morfológico pese a su reducido espesor.

Existen desarrollos locales de procesos lagunares y endorreicos, como en el ámbito de Bayaguana, donde se observan asociaciones de lagunas cuyos diámetros no superan 600 m y cuya génesis debe relacionarse con procesos de disolución del sustrato calcáreo, a modo de karst cubierto.

El Piedemonte de la Cordillera Oriental

A grandes rasgos, se trata de una superficie de erosión degradada, de cotas cercanas a los 100 m, de entre la que destacan una serie de pequeños cerros cónicos, resultado de procesos de erosión selectiva, y numerosas elevaciones lineales de origen litoestructural desigualmente repartidas. El principal factor de degradación ha sido el encajamiento de la red fluvial emergente de la cordillera.

Las elevaciones lineales corresponden a resaltes

de capas duras monoclinales y verticalizadas, que se presentan como cuestas, *hog backs*, crestas y barras, elaboradas a favor de niveles de areniscas de la Fm Las Guayabas.

Existe un amplio dispositivo de conos de deyección y abanicos aluviales jalonando los diversos relieves, destacando el abanico del río Soco, encajado en la superficie y que parte de la confluencia entre dicho río y su afluente, el Seibo. Dicho abanico constituye la superficie de arranque de la incisión de la red fluvial actual, cuyos principales cursos muestran carácter consecuente, a diferencia de una buena parte de sus afluentes, de carácter subsecuente por adaptación a la dirección de los niveles resistentes. El Soco es su principal exponente, mostrando claras tendencias divagantes y habiendo abandonado un modesto cortejo de terrazas de cotas inferiores a +20 m, al igual que su afluente, el río Casuí.

La Llanura Costera de Miches y Sabana de la Mar

Posee unas dimensiones mucho más reducidas que la Llanura Costera del Caribe y a diferencia de ella, su cortejo de depósitos cuaternarios se disponen sobre una llanura litoral y no sobre la superficie de la plataforma carbonatada plio-cuaternaria. Está prácticamente constituida por depósitos cuaternarios, de origen fluvial y litoral.

Los depósitos fluviales corresponden a abanicos aluviales y conos de deyección emergentes al pie de la cordillera y a los ríos encajados en ellos, en todos los casos de pequeñas dimensiones debido a la proximidad del frente montañoso al litoral. Predominan los abanicos aluviales de baja pendiente, que descienden desde cotas de 20 m hasta las inmediaciones de la costa. El encajamiento de la red fluvial sobre ellos es muy tenue, observándose pérdidas de drenaje al alcanzar la llanura costera.

El litoral posee un carácter de costa baja, con ocasionales acantilados de 20 m de altura máxima. En el sector occidental predominan las marismas, colonizadas en su parte baja por un manglar, observándose una flecha litoral de 5 km de longitud en el ámbito de La Jina (Fig. 4). Por su parte, el sector oriental se caracteriza por la presencia de un cordón litoral degradado en cuyo frente se encuentran playas arenosas estrechas y a su espalda un área pantanosa. Otra de las características de la llanura costera es la existencia de diversas lagunas, permanentes y desecadas o colmatadas, destacando la laguna Redonda, de 4 km de diámetro, que mantiene conexión con el mar.

Los Haitises

Su peculiar fisonomía es el resultado del desarrollo de un karst tropical sobre la superficie estructural configurada por el techo de la Fm Los Haitises (superficie principal de Los Haitises; Figs. 4 y 5), pudiendo considerarse todo el dominio como un área con intensa karstificación.

Sin duda alguna, el factor determinante del aspecto de la región es la presencia de un denso campo de dolinas de forma elipsoidal, que configuran un monótono entramado en montículos y depresiones cerradas de características morfológicas parecidas a las definidas por Sweeting (1958) en Jamaica, donde reciben la denominación de *cockpits* (caja de huevos). Se podría interpretar también como un karst cónico cuyos elementos se encuentran sujetos a una cierta elongación. La simple observación de un mapa topográfico da idea de su impresionante densidad, así como de su orientación preferente en dirección NO-SE, reflejando la influencia estructural de su sustrato cretácico; los ejes mayores pueden superar 500 m, siendo frecuentes las profundidades de hasta 100 m.

En el borde de la región la fisonomía varía sensiblemente, ya que la disolución vertical se ha detenido al alcanzar el sustrato cretácico y los niveles margosos de la Fm Yanigua, progresando horizontalmente y provocando un retroceso lateral del macizo calcáreo. Por ello, abundan las uvalas y los poljés de dimensiones notables, como el de Sabana del Medio, en cuyo seno aparecen típicos mogotes, montículos o hums (haitises) a modo de relictos del macizo. En este sector, también son frecuentes otras formas como cañones, sumideros y cuevas, áreas endorreicas, lagunas y saltos de agua, estos últimos debido a los escalonamientos producidos por los niveles resistentes de la Fm Yanigua, que también dan lugar a extensas superficies estructurales (superficies secundarias de Los Haitises).

La evolución geomorfológica reciente

Cualquier intento de establecer la evolución del relieve de la Cordillera Oriental y, en general, de todo el sector oriental dominicano, debe contemplar la evolución de La Española durante el Neógeno, a lo largo del cual la tendencia ascendente ha resultado evidente: las diversas cuencas neógenas poseen sedimentos de origen marino, emergidos y con frecuencia involucrados en estructuras de plegamiento.

Pese a la falta de acuerdo con respecto a la edad precisa de dichas formaciones en la región de Los Haitises (Brouwer y Brouwer, 1982: Mioceno;

Bourdon, 1985: Mioceno; Toloczy y Ramírez, 1991: Mioceno superior-Pleistoceno; Iturralde-Vinent, 2001: Mioceno; Schweitzer *et al.*, 2006: Mioceno-Plioceno), el hallazgo de *Operculina complanata* (DEFRANCE), *Archaias?* af. *angulatus* (FICHTEL y MOLL), *Criboelphidium vadeszens* CUSHMAN, *Tritaxia* sp., *Globorotalia* af. *margaritae* BOLLI y BERMÚDEZ, G. af. *tumida* (BRADY), *Asterigerinata planorbis* d'ORB., *Elphidium crispum* (LINNEO), *Spiroloculina depressa* d'ORB., *Quinqueloculina oblonga*, *Q. vulgaris*, *Triloculina* sp. y *Planulina* sp. en las margas de la Fm Yanigua (Díaz de Neira y Hernaiz Huerta, 2004) ha permitido la asignación al Plioceno inferior-medio. Puede suponerse el final del depósito de la Fm Los Haitises suprayacente, durante el Plioceno superior-Cuaternario, lo que implica una tasa de elevación de la región en torno a 0,193 mm/año, teniendo en cuenta la cota de 350 m para el techo de dicha formación y una edad de 1,806 m.a. para el límite Plioceno superior-Cuaternario (IUGS, 2004).

No obstante, los perfiles de la cordillera y sus dominios circundantes (Fig. 6) sugieren que no sólo éstos se encontrarían sumergidos, sino también una extensión muy considerable de aquélla. Así, pese a la incertidumbre que plantean los posibles efectos de la erosión y de la actividad de fallas, en el perfil 6b, se observa cómo la superficie principal de Los Haitises (S_{PH}), dispuesta a una cota de 340 m, sobrepasa con mucho la línea de cumbres de la cordillera. De igual manera, en el perfil 6a, la proyección de la superficie principal de Los Haitises desborda nuevamente el eje de la cordillera en dicha transversal. El perfil 6c sugiere que tan sólo la divisoria de la cordillera estaría emergida, constituyendo un reducido islote, como se deduce de las cartografías topográfica y geológica existentes.

Al este de la depresión de El Valle no existen depósitos que permitan realizar reconstrucciones similares, pero sí superficies de erosión con posibilidad de ser correlacionables con las de Los Haitises, destacando entre ellas la de Miches. Por posición geográfica, desarrollo, y por todas las argumentaciones vertidas en los párrafos anteriores cabe pensar que la superficie de Miches y las otras más inferiores debieron tener un origen marino, es decir, corresponderían a plataformas de abrasión. Esta disposición cartográfica en plataformas escalonadas puede ser el resultado de una evolución policíclica combinada con el ascenso permanente del territorio. Con independencia de la compartimentación y desnivelación producida en la zona por algunas fallas, las superficies de erosión (de abrasión marina) y las plataformas carbonatadas (de carácter arrecifal) serían el testimonio de las distintas situaciones del nivel del mar en los últi-

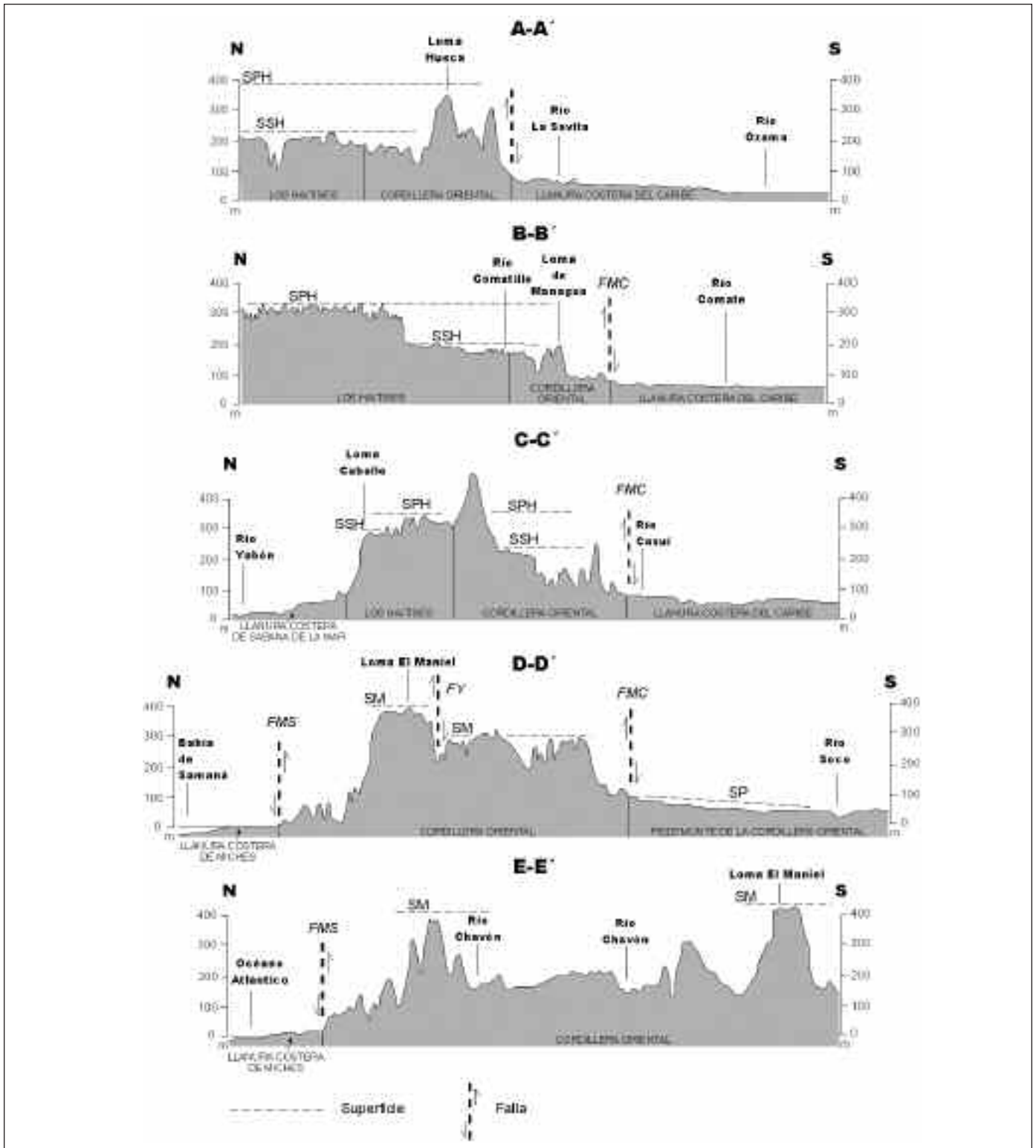


Figura 6. Perfiles topográficos de la zona de estudio (la situación de los perfiles se encuentra en la figura 4). Superficies: S_{PH}_Superficie Principal de Los Haitises; S_{SH}_Superficies Secundarias de Los Haitises; S_M_Superficie de Miches; S_P_Superficie del Piedemonte de la Cordillera Oriental. Fallas: FMS_Falla Meridional de Samaná; FY_Falla del Yabón; FMC_Fallas del borde meridional de la Cordillera Oriental. *Figure 6. Topographic profiles in the study zone (profiles situation is in figure 4). Surfaces: SPH_ Los Haitises Main Surface; SSH_ Los Haitises Secondary Surfaces; S_M_ Miches Surface; S_P_ Piedemonte de la Cordillera Oriental Surface. Faults: FMS_Samaná Southern Fault; FY_Yabón Fault; FMC_Southern Cordillera Oriental Faults*

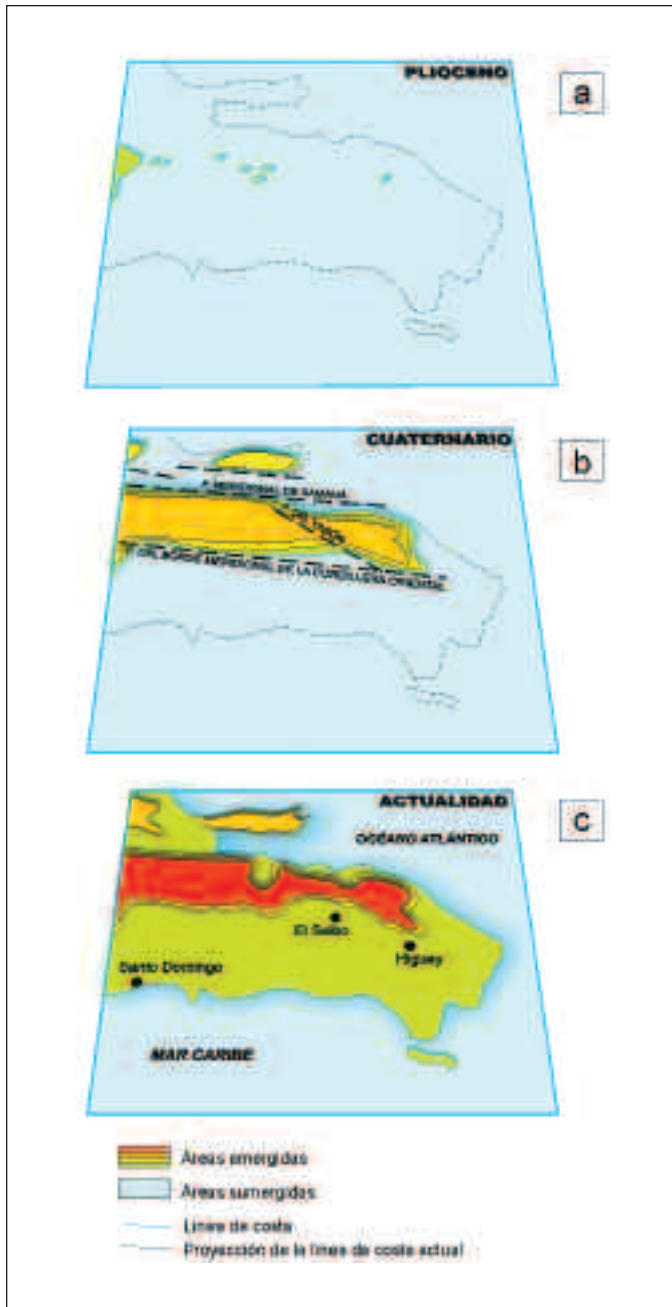


Figura 7. Evolución paleogeográfica del sector oriental de La Española durante el Plioceno-Cuaternario
 Figure 7. Paleogeographic evolution of southern Hispaniola during Pliocene-Quaternary

mos tiempos. El perfil 6d muestra cómo todo el bloque septentrional de la falla del Yabón quedaría bajo la superficie marina, en tanto que en el meridional existirían pequeños isleos. Igualmente, el perfil 6e refleja la situación de toda la transversal bajo la superficie. En ese sentido, tanto las superficies de

erosión como las plataformas carbonatadas constituirían elementos de rango similar en el seno de la Cordillera Oriental, por lo que la región de Los Haitises debe ser considerada parte integrante de aquélla y no una comarca o, más propiamente, una unidad morfoestructural ajena a ella.

El ascenso de la cordillera, acontecido dentro del contexto transpresivo del límite entre las placas caribeña y norteamericana, ha ido acompañado por la respuesta de los agentes externos. Por una parte, la adquisición de la condición montañosa ha supuesto en la región una enérgica incisión fluvial que ha propiciado una activa erosión remontante que, favorecida por la dislocación tectónica de la divisoria atlántico-caribeña, ha permitido importantes capturas, especialmente desde la vertiente caribeña (Fig. 5). La actividad fluvial también se ha reflejado mediante procesos sedimentarios, especialmente los abanicos aluviales de baja pendiente que tapizan la Llanura Costera del Caribe, alimentados en buena medida de los productos de la intensa argilización desarrollada en la zona montañosa. En este sentido, la extraordinaria meteorización que a lo largo de este reciente episodio de levantamiento implica a toda la zona, está originando, en función de la naturaleza de la roca afectada, paisajes morfológicamente diferenciados pero al mismo tiempo análogos: karst cónico (*cockpits*) en Los Haitises y medias naranjas (*meias laranjas*) en la cordillera. En los dos casos se trata de paisajes de estas características en estado relativamente incipiente, ninguno perfectamente desarrollado.

Ambos modelados presentan una cierta analogía, la que confiere su pertenencia a un ambiente tropical húmedo con precipitaciones anuales cercanas a los 2.000 mm. Dicha analogía se concreta en la naturaleza aplanada de su topografía inicial y en el carácter dómico y plural de las elevaciones resultantes: en forma de caja de huevos y de medias naranjas. Los procesos geoquímicos (karstificación e hidrólisis, respectivamente) son los causantes indirectos de ese modelado, que en los dos casos suponen la erosión por eliminación (lavado) de parte de los componentes de la roca, o dicho de otra forma, la propia naturaleza de esta última es la que determina su definitiva diferenciación paisajística.

De acuerdo con lo expuesto en párrafos anteriores, durante el depósito de las formaciones Yanigua y Los Haitises a lo largo del Plioceno, la práctica totalidad del territorio ocupado actualmente por la Cordillera Oriental estaría sumergido bajo las aguas de una amplia conexión entre el océano Atlántico y el mar Caribe (Fig. 7a). En las proximidades del límite Plioceno-Cuaternario los principales desgarres de la región, de orientación E-O, articularon el inicio de la

elevación de la cordillera (Fig. 7b), destacando la familia de fallas que delimitan su borde sur y la falla Meridional de Samaná; durante el ascenso, la acción de la falla del Yabón provocaría el desnivelamiento de sus bloques adyacentes. Finalmente, la tendencia ascendente global de La Española ha propiciado la emersión de todo el sureste dominicano (Fig. 7c) restringiendo la conexión interoceánica señalada al actual canal de La Mona, que separa las islas de La Española y Puerto Rico.

La proximidad del borde septentrional de la cordillera al litoral ha condicionado la reducida anchura de la Llanura Costera de Miches y Sabana de la Mar que, no obstante, va ensanchándose progresivamente mediante la acción combinada de cordones y flechas litorales que acaban por cerrar lagunas costeras, por una parte, y el ascenso de la región, por otra, de forma que las lagunas finalmente quedan aisladas de la influencia marina.

Conclusiones

Las principales conclusiones derivadas del presente estudio pueden sintetizarse en:

Durante el Plioceno, el ámbito de la actual Cordillera Oriental correspondería a un archipiélago integrado por islas de orden hecto a kilométrico, parcialmente rodeado por cinturones arrecifales. El sistema de desgarres de dirección E-O articuló la creación de la cordillera, dentro de la tendencia ascendente de La Española que provocó la emersión paulatina de la totalidad del sector oriental dominicano.

Las fallas que conforman el borde meridional de la cordillera la individualizan de forma neta de la plataforma arrecifal que constituye la Llanura Costera del Caribe. Por el contrario, la plataforma de Los Haitises ha ascendido solidariamente con la cordillera, de forma que ambas forman una misma unidad orográfica localizada al sur de la falla Meridional de Samaná, pese a sus diferencias morfoestructurales.

La superficie estructural principal de Los Haitises es correlativa de las plataformas de abrasión relictas de la cordillera. Las notables diferencias de fisonomía entre ambos dominios se deben fundamentalmente a los diferentes mecanismos seguidos por la meteorización química sobre sustratos diferentes: karstificación en el caso de la plataforma carbonatada de Los Haitises, con formación de *cockpits*, y argilización en el de las rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de la cordillera, con formación de medias naranjas.

Agradecimientos

Nuestro sincero agradecimiento a Andrés Pérez-Estaún, cuya energía y saber hacer han sido decisivos en la elaboración de este trabajo y del presente volumen. Este artículo forma parte de los resultados del Proyecto L de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, financiado por la Unión Europea a través del Programa SYSMIN; agradecemos la eficacia en su supervisión a la Unidad Técnica de Gestión del Programa y de forma especial a su director Javier Montes, así como la colaboración prestada por la Dirección General de Minería de la República Dominicana. Queremos expresar nuestra gratitud con Julio Vallejo por su colaboración en la parte gráfica. Por último, nuestro agradecimiento a los revisores anónimos cuyas sugerencias sin duda han ayudado a mejorar el presente trabajo.

Referencias

- Bourdon, L. 1985. *La Cordillère Orientale Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles): Un arc insulaire Cretacé polystructure*. Tesis Doctoral. Universidad Pierre y Marie Curie, París, 203 pp.
- Brouwer, S.B. y Brouwer P.A. 1980. Geología de la región ambarífera oriental de la República Dominicana. 9ª Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, 1, 303-322.
- De la Fuente, S. 1976. *Geografía Dominicana*. Colegio Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj, Santo Domingo, 272 pp.
- Díaz de Neira, J.A. 2004 a. *Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico de la Hoja a escala 1:100.000 de Monte Plata (6272) y Memoria correspondiente*. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN; Proyecto L. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- Díaz de Neira, J.A. 2004 b. *Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico de la Hoja a escala 1:100.000 de El Seibo (6372) y Memoria correspondiente*. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN; Proyecto L. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- Díaz de Neira, J.A. 2004 c. *Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico de la Hoja a escala 1:100.000 de Las Lisas (6472-mitad occidental) y Memoria correspondiente*. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN; Proyecto L. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- Díaz de Neira, J.A. y Hernáiz Huerta, P.P. 2004. *Mapa Geológico de la Hoja a escala 1:50.000 de Antón Sánchez (6272-I) y Memoria correspondiente*. Proyecto

- de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN; Proyecto L. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- Escuder Viruete, J., Hernáiz Huerta, P.P., Draper, G., Gutiérrez-Alonso, G., Lewis, J.F. y Pérez-Estaún, A. 2002. Metamorfismo y estructura de la Formación Maimón y los Complejos Duarte y Río Verde, Cordillera Central Dominicana: implicaciones en la estructura y la evolución del primitivo Arco Isla Caribeño. En A. Pérez-Estaún, I. Tavares, A. García Cortés y P.P. Hernáiz Huerta (Eds.). Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. *Acta Geológica Hispánica*, 37, 123-162.
- Escuder Viruete, J., Díaz de Neira, A., Hernáiz Huerta, P.P., Monthel, J., García Senz, J., Joubert, M., Lopera, E., Ullrich, T., Friedman, R., Mortensen, J. y Pérez-Estaún, A. 2006 b. Magmatic relationships and ages of Caribbean island-arc tholeiites, boninites and related felsic rocks, Dominican Republic. *Lithos*, 90, 161-186.
- García-Senz, J. 2004. *Mapa Geológico de la Hoja a escala 1:50.000 de Rincón Chavón (6274-III) y Memoria correspondiente*. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN; Proyecto L. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- García-Senz, J., Monthel, J., Díaz de Neira, J.A., Hernáiz Huerta, P.P., Calvo, J.P. y Escuder Viruete, J. 2007 a. Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. En: Pérez-Estaún, A., Hernáiz Huerta, P. P., Lopera, E. y Joubert, M. (Eds.), *La Geología de la República Dominicana*. *Boletín Geológico y Minero*, 118, 2, 269-290.
- García-Senz, J. Monthel, Díaz de Neira, J.A., Hernaiz Huerta, P.P., Escuder Viruete J. y Pérez-Estaún, A.m, 2007 b. La estructura de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. En: Pérez-Estaún, A., Hernaiz Huerta, P. P., Lopera, E. y Joubert, M. (Eds.), *La Geología de la República Dominicana*. *Boletín Geológico y Minero*, 118, 2, 269-290.
- International Commission on Stratigraphy. 2004. *International Stratigraphic Chart*. International Union of Geological Sciences (IUGS).
- Iturralde-Vinent, M.A. 2001. Geology of the Amber-Bearing Deposits of the Greater Antilles. *Caribbean Journal of Science*, 37 (3-4), 141-167.
- Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F. 1991. An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. En P. Mann, G. Draper y J.F. Lewis (Eds.). *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. *Geological Society of America Special Paper*, 262, 1-28.
- Martín-Serrano, A., Salazar, A., Nozal, F. y Suárez, A., 2005. *Mapa geomorfológico de España a escala 1:50.000. Guía para su elaboración*. IGME, 156 pp.
- Monthel, J., 2004., *Mapa Geológico de la Hoja a escala 1:50.000 de El Seibo (6273-II) y Memoria correspondiente*. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN; Proyecto L. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- Schweitzer, C. E., Iturralde-Vinent, M., Hetler, J. L., Velez-Juarbe, J., 2006. Oligocene and Miocene decapods (Thalassinidea and Brachyura) from The Caribbean. *Annals of Carnegium Museum*, 75, 2 135-132.
- Sweeting, M. M. 1958. The karstlands of Jamaica. *Geographic Journal*, 124, 184-199.
- Toloczy, M. y Ramírez, I. 1991. *Mapa geológico de la República Dominicana 1:250.000*. Secretaría de Estado de Industria y Comercio, Dirección General de Minería, Instituto Geográfico Universitario, Santo Domingo, D. N. (en cooperación con Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, República Federal de Alemania).

Recibido: marzo 2006

Aceptado: febrero 2007