



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

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

ESCALA 1:100.000

LA GRANCHORRA

(6470)

Santo Domingo, R.D., Enero 2007-Diciembre 2010

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN II de soporte al sector geológico-minero (Programa CRIS 190-604, ex No 9 ACP DO 006/01). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por Inypsa Informes y Proyectos S.A. (Inypsa), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Ing. José Francisco Mediato Arribas (Inypsa)

CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Ing. José Francisco Mediato Arribas (Inypsa)

REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. José Francisco Mediato Arribas (Inypsa)

INFORME DE LAS FORMACIONES ARRECIFALES DEL NEÓGENO Y CUATERNARIO

- Dr. Juan Carlos Braga (Universidad de Granada)

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Enrique Burkhalter. Director de la Unidad Técnica de Gestión (TYPESA) del Programa SYSMIN

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

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. Andrés Pérez-Estaún y D. Alberto Díaz de Neira la estrecha colaboración mantenida con el autor del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a mejorar la calidad del mismo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Metodología	1
1.2. Situación geográfica	4
1.3. Marco geológico	6
1.4. Antecedentes	8
2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA	10
3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	14
3.1. Estudio morfoestructural	14
3.1.1. Formas estructurales	14
3.2. Estudio del modelado	15
3.2.1. Formas lacustres y endorreicas	15
3.2.2. Formas marinas-litorales.....	15
3.2.3. Formas por meteorización química.....	17
4. FORMACIONES SUPERFICIALES	18
4.1. Formaciones lacustres-endorreicas	18
4.1.1. Lutitas grises y turbas. Lagunas (a). Holoceno.....	18
4.2. Formaciones por meteorización química	18
4.2.1. Arcillas rojas. Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina (b). Pleistoceno-Holoceno	18
4.3. Formaciones marinas-litorales	19
4.3.1. Calizas biogénicas. Construcciones arrecifales (c, d). Pleistoceno Medio-Holoceno.....	19
4.3.2. Arenas y calcarenitas con cantos. Cordón litoral fosil. (e). Pleistoceno Superior- Holoceno	21
4.3.3. Arenas bioclásticas cementadas con estratificación cruzada. Dunas fósiles (f). Pleistoceno Superior-Holoceno.....	22
4.3.4. Arenas con cantos. Barras (g). Holoceno	22
4.3.5. Arenas y cantos. Cordón litoral (h). Holoceno	23
4.3.6. Arenas y limos carbonáticos vegetados. Marisma baja, Manglar (i). Marisma baja (j) Holoceno	23
4.3.7. Limos negros vegetados. Marisma alta (k) Marisma abandonada (l). Holoceno	23
4.3.8. Limos negros y arena. Laguna costera colmatada (m). Laguna costera (n) Holoceno	24
4.3.9. Arenas finas. Dunas (ñ) Holoceno	24
4.3.10. Calizas organógenas. Arrecife actual (o). Holoceno.....	24
5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA	25
6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO	29
6.1. Actividad sísmica	29
6.1.1. Tsunamis.....	32
6.2. Tectónica activa	32
6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas	34
6.4. Actividad asociada a procesos de erosión	34
6.5. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación	34
6.6. Actividad asociada a litologías especiales	35
7. BIBLIOGRAFÍA	36

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 de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales del siglo pasado, 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 concepto de donación. 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. (INYPSA), ha sido el responsable de la ejecución del denominado Proyecto 1B, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a TYPESA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN).

Este Proyecto comprende varias zonas que junto con las ya abordadas con motivo de los proyectos previos (C, ejecutado en el periodo 1997-2000; K y L, ejecutados en el periodo 2002-2004), completan la mayor parte del territorio dominicano. El Proyecto 1B incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 24 Hojas Geomorfológicas y otras tantas de Procesos Activos susceptibles de constituir riesgo geológico, a escala 1:100.000, correspondientes a los siguientes cuadrantes a dicha escala (Fig. 1.1):

Zona Norte:

- La Vega (6073)
- San Francisco de Macorís (6173)
- Sánchez (6273)
- Samaná (6373)
- Santiago (6074)
- Salcedo (6174)
- Nagua (6274)
- La Isabela (5975)
- Puerto Plata (6075)

- Sabaneta de Yásica (6175)

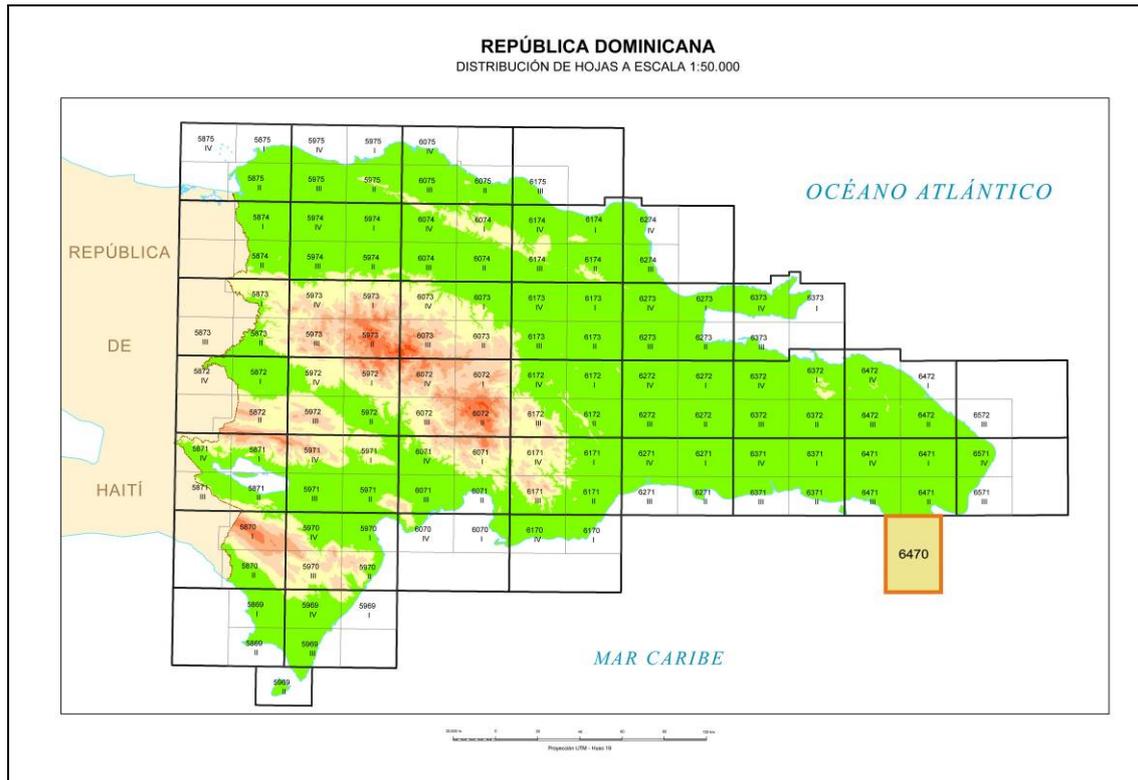


Fig.1.1. Distribución de Hojas a escala 1:100.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja a escala 1:100.000 de La Granchorra (6470)

Zona Sureste:

- La Granchorra (6470)
- Santo Domingo (6271)
- San Pedro de Macorís (6371)
- La Romana (6471)
- Juanillo (6571)
- Las Lisas (6472)
- Bávaro (6572)

Zona Sur:

- Sabana Buey (6070)
- Baní (6071)

Zona Suroeste:

- Isla Beata (5868)
- Cabo Rojo (5869)
- Enriquillo (5969)
- Pedernales (5870)
- Barahona (5970)

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.

Durante la realización de la Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de La Granchorra 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, tomadas en los años 1983-84, y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. La cartografía previa ha sido complementada con numerosos 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 (SGN) 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, 2004) 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 de los Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante de La Granchorra (6470). 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 geográfica, 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...), 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 testimoniados por diversas formas de la superficie terrestre.

Por otra parte, las memorias de las Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que constituyen el presente cuadrante (La Granchorra, 6470-I; Mano Juan, 6470-II), 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, Evolución e historia geomorfológica y Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico).

1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:100.000 de La Granchorra (6470) se encuentra situada en el sector suroriental de la República Dominicana en las provincias de La Romana y Altagracia, ocupando la parte más meridional de la Llanura Costera del Caribe, donde forma una

pequeña península y se sitúa la isla de La Saona. Todo esta área constituye el Parque Nacional del Este.

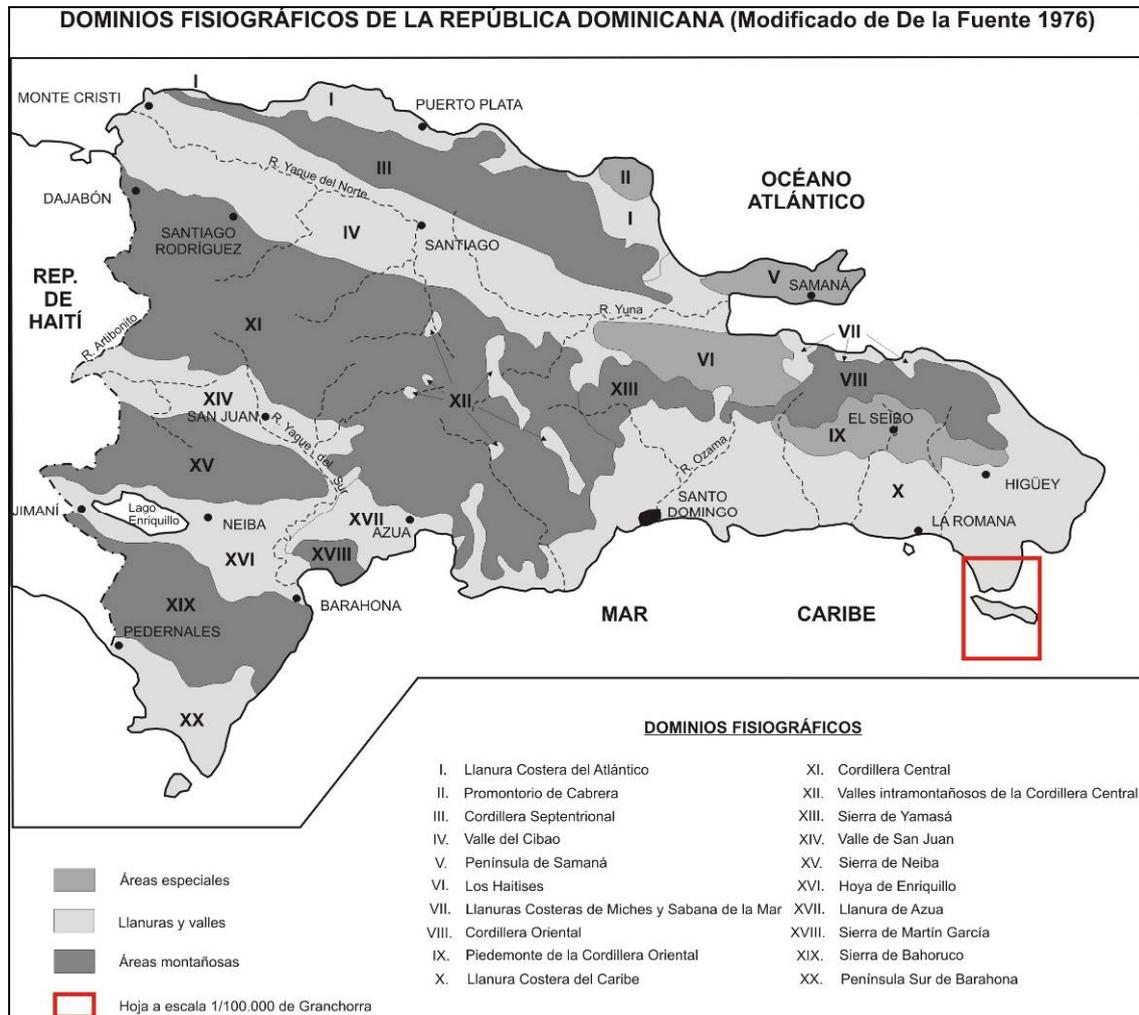


Fig.1.2. Dominios fisiográficos de la República Dominicana y situación de la Hoja a escala 1:100.000 de La Granchorra.

La Hoja ocupa el dominio morfoestructural de la Llanura Costera del Caribe (De la fuente, 1976) (Fig. 1.2). La Llanura Costera del Caribe es la más destacada de las llanuras costeras de la República Dominicana, tanto por sus dimensiones como por albergar varios de sus principales núcleos de población, como Santo Domingo, La Romana, Higüey y San Pedro de Macorís. Posee una dirección E-O, situándose al sur y al este de la Cordillera Oriental, manifestándose como una extraordinaria planicie tan sólo trastocada por moderados escalonamientos y esporádicos pero importantes cursos fluviales (Fig. 1.3). A pesar de ello, se trata de una región con drenajes deficientes, especialmente en su franja costera, donde los procesos de karstificación provocan numerosas pérdidas de drenaje.

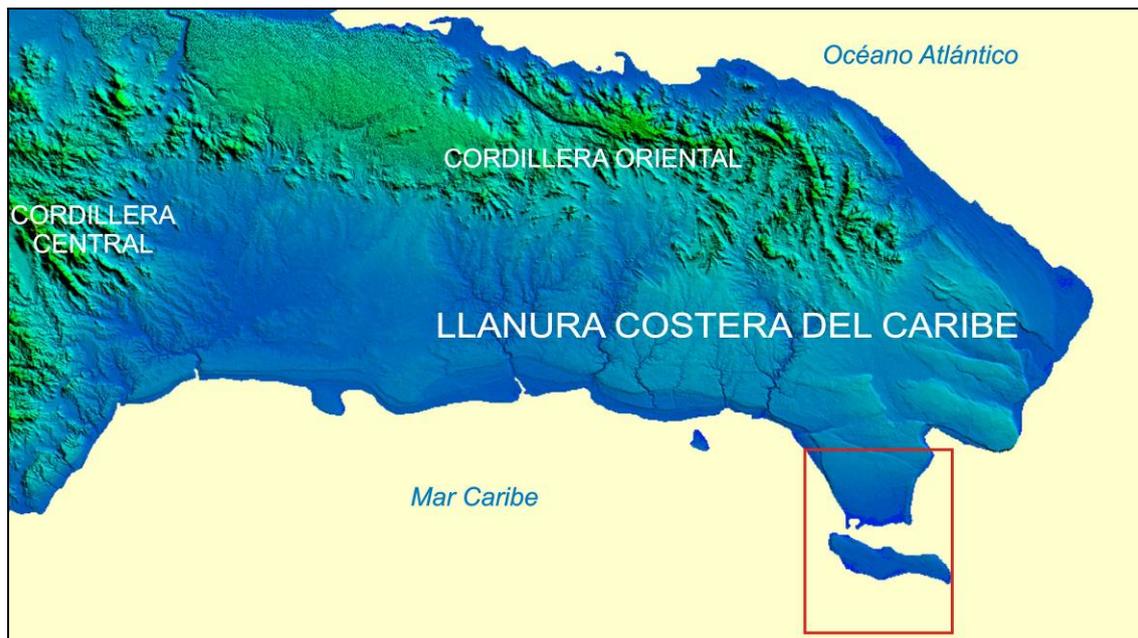


Fig.1.3. Modelo digital del terreno de la Llanura Costera del Caribe

La presente Hoja se sitúa en el sector meridional de la llanura, donde presenta una morfología de península entre las bahías de Yuma y de Altagracia. En esta área la Llanura Costera del Caribe desciende de forma gradual desde una cota media de 60 m en el margen septentrional de la Hoja, hasta el nivel del mar en la zona meridional. En los márgenes costeros oriental y occidental se reconoce una serie de superficies escalonadas paralelos a la costa y de no más de 3 km. Además, dentro de la Hoja se inscribe toda la isla de la Saona, que no presenta grandes cotas, no supera los 30 m de altura, y también presenta superficies escalonadas.

1.3. Marco geológico

La Hoja de La Granchorra refleja las características geológicas del dominio de la Llanura Costera del Caribe. Así, su estructura geológica se basa en la presencia de la plataforma arrecifal plio-cuaternaria emergida (Fm. Los Haitises) (Fig. 1.4). En la franja costera, los sucesivos procesos de emersión de la plataforma produjeron el escalonamiento de las construcciones arrecifales (Fm. La Isabela).

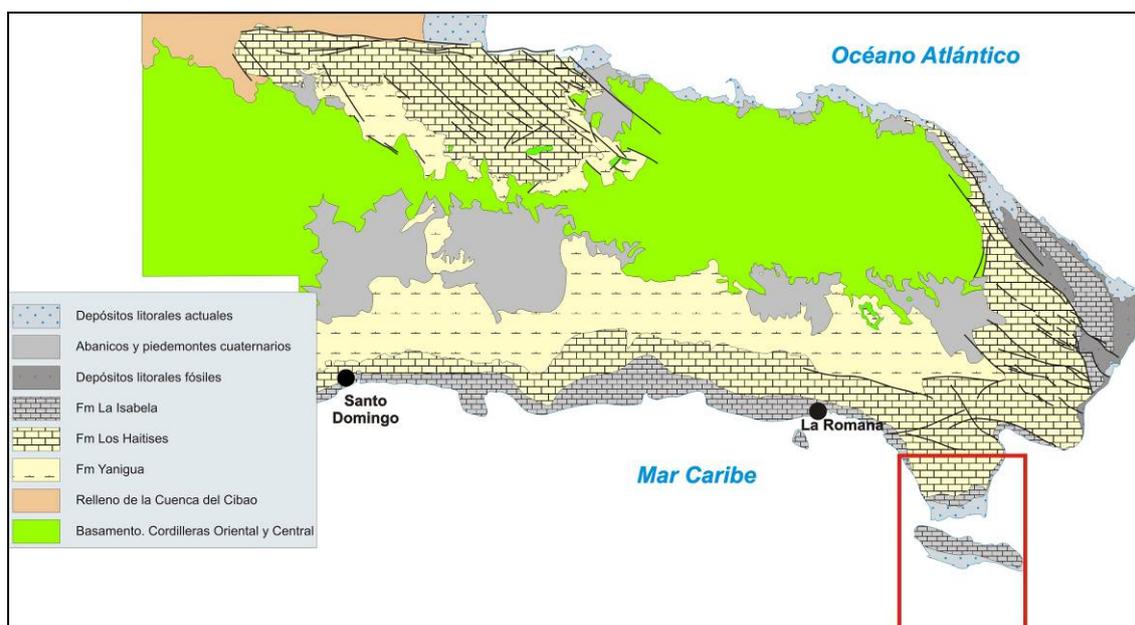


Fig.1.4. Esquema geológico del sector oriental de la República Dominicana

A finales del Cretácico Superior la Cordillera Oriental, situada al norte de la Hoja, se comienza a estructurar en una densa red de fracturación de orientación NO-SE, entre las que destacan las fallas del Paso Cibao-Lechuga y Yabón, y dos sistemas de pliegues de E-O y NNO-SSE (García-Senz et al., 2007). En este contexto, a finales del Terciario la cordillera se habría estructurado conforme al patrón reconocido actualmente, si bien aún no habría adquirido su envergadura actual; a comienzos del Plioceno estaba configurada como un pequeño archipiélago, rodeada en su mayoría por el mar. Por su parte, la actual Llanura Costera del Caribe constituiría una plataforma carbonatada en la que un sistema de construcciones arrecifales (Fm Los Haitises), protegería un *lagoon* que eventualmente sufriría la llegada de descargas terrígenas provenientes de los cauces fluviales del archipiélago.

La emersión de la plataforma plio-pleistocena, la elevación de los complejos arrecifales circundantes hasta su posición actual y el posterior desarrollo de complejos costeros son los condicionantes fundamentales de la morfoestructura general de la Hoja.

Sobre la morfoestructura heredada de la plataforma plio-cuaternalia han actuado los procesos externos, con mayor o menor intensidad según las zonas. Así, en la mitad meridional ha adquirido un desarrollo notable la morfogénesis marino-litoral, en tanto la plataforma plio-pleistocena ha sido afectada principalmente por la meteorización química de tipo kárstico.

1.4. Antecedentes

Al igual que en el resto del territorio dominicano, son prácticamente inexistentes las referencias bibliográficas de índole geomorfológica que afectan a la Hoja de La Granchorra, correspondiendo en todos los casos a alusiones marginales dentro de trabajos geográficos o geológicos.

Entre los trabajos pioneros destaca el reconocimiento geológico de la República Dominicana de Vaughan *et al.* (1921). La ingente cantidad de documentación aportada por Obiols y Perdomo (1966) con motivo de la elaboración de un atlas para la planificación del desarrollo integral de la República Dominicana, supuso la creación de una cartografía temática completa; dentro de ella, Guerra Peña (1966) realiza una división en provincias fisiográficas, incluyéndose la Hoja en su Llanura Costera Oriental.

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 ingente cantidad de datos geográficos e ilustraciones, realiza numerosas consideraciones de orden geomorfológico. Ante la proliferación de nombres referidos a dominios geográficos observada en la bibliografía y las discrepancias existentes a la hora de fijar los límites de algunos de ellos, en el presente trabajo se han seguido los criterios expresados en dicho libro; además, estos criterios coinciden plenamente con los seguidos por la tradición popular, si bien discrepan en algunos casos de los utilizados en trabajos geológicos recientes.

Entre éstos, Lewis (1980) y Lewis y Draper (1990) consideran que la región se encuentra incluida en la Península Oriental. Desde un punto de vista geodinámico, Mann *et al.* (1991) proponen la pertenencia del sector suroccidental de la Hoja a los terrenos de Seibo.

Desde un punto de vista metodológico, cabe destacar las diversas Hojas geomorfológicas y de procesos activos a escala 1:100.000 realizadas durante los proyectos K y L del Programa SYSMIN (2004), si bien todas ellas se encuentran muy alejadas de esta zona.

Debido a la importancia de las formaciones arrecifales plio-cuaternarias en la Hoja, es preciso señalar las publicaciones de Schubert y Cowart (1982), Geister (1982) y Díaz del Olmo y Cámara (1993), pese a centrarse en aspectos cronológicos y

paleogeográficos. En cualquier caso, el trabajo de mayor interés para la elaboración de la Hoja ha sido el Informe elaborado por Braga (2010) dentro del presente proyecto, en el que además de tener en cuenta los datos aportados por los trabajos previos, aborda la estratigrafía, sedimentología y paleogeografía de las formaciones arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana, además de incluir referencias concretas a la Hoja de La Granchorra.

2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

La fisiografía de la Hoja a escala 1:100.000 de La Granchorra queda definida en la Llanura Costera del Caribe (De la Fuente, 1976) (Fig. 2.1).

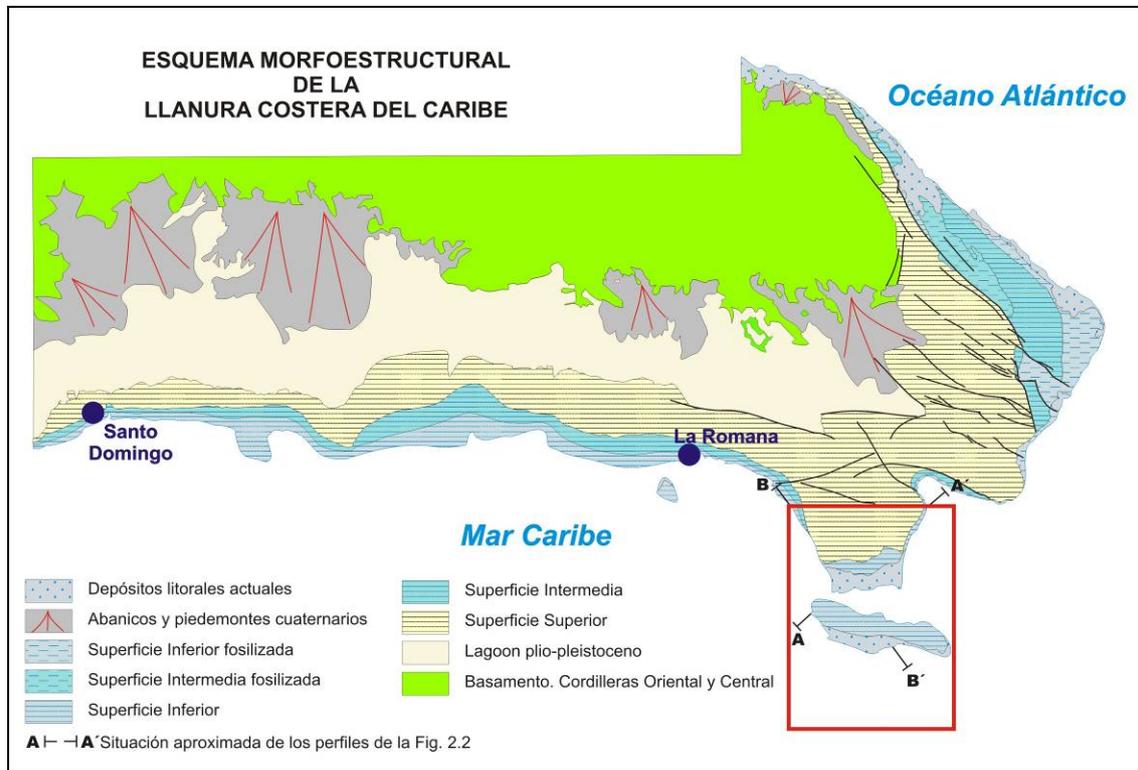


Fig. 2.1. Esquema morfoestructural de la Llanura Costera del Caribe

La Llanura Costera del Caribe es la más destacada de las llanuras costeras de la República Dominicana, alcanzando 240 km de longitud y 10 a 40 km de anchura. En un sentido estricto, se extiende al este del río Haina con una dirección E-O, situándose al sureste de la Cordillera Central, y al sur y este de la Cordillera Oriental. Se configura como una monótona planicie que sólo ocasionalmente supera los 100 m de altitud, atravesada en sentido N-S por cursos fluviales esporádicos pero de notable envergadura: Ozama, Higuamo, Soco, Cumayasa, Chavón y Yuma. Pese a la envergadura de éstos, en general, se trata de una región con drenajes deficientes, especialmente en su franja costera, cuya constitución carbonatada hace que predominen los procesos de karstificación, con numerosas pérdidas de drenaje. Su litoral se configura principalmente como una costa baja, pero acantilada, en la que se intercalan diversas playas, más frecuentes y extensas en el sector oriental, así por ejemplo casi todo el litoral meridional de la isla Saona está constituido por extensas playas.

La fisonomía de la Llanura Costera del Caribe se basa en la existencia de tres superficies escalonadas principales, paralelas a la línea de costa (Fig. 2.1). Esta fisonomía ha sido condicionada por la configuración paleogeográfica durante el Plioceno y Pleistoceno (Fig.2.2), merced a la emersión acontecida durante el Cuaternario. Así, la barrera arrecifal correspondiente a la Fm Los Haitises constituye los terrenos más elevados de la llanura, configurando la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe a modo de umbral de dirección E-O, excepto en el extremo oriental, donde se arquea hacia el norte. Hacia el norte, en la vecina Hoja a escala 1:100.000 de La Romana (6472), el perfil topográfico evoluciona a una zona deprimida topográficamente, herencia del antiguo *lagoon* plioceno (Fm Yanigua) (Fig. 2.1). Bordeando la Fm. Los Haitises existe una sucesión de plataformas arrecifales (Fm. Isabela) que producen un aterramiento marino o superficies inferiores. En la Hoja, la fisonomía muestra ligeras variaciones, así la Superficie Superior desciende desde los 60 m en la zona septentrional hasta el nivel del mar en la zona septentrional. Esta inclinación limita el desarrollo de superficies inferiores a los bordes septentrionales de la península. En el sector meridional de la Llanura Costera donde se sumerge la Superficie Superior predominan los procesos sedimentarios litorales de carácter detrítico, playas, dunas y manglares.

Se reconocen dos plataformas o niveles principales: la Superficie Intermedia de la Llanura Costera del Caribe, que desciende desde cotas máximas de +30 m al norte, hasta cotas cercanas a +10 m en su límite oriental; y la Superficie Inferior de la Llanura Costera del Caribe, que alcanza cotas máximas de +10 m, disminuyendo insensiblemente hasta el litoral, donde se dispone a +1 m. Dentro de estos dos niveles principales se diferencian otros de menor entidad.

La fisonomía de la isla Saona se caracteriza por una planicie que únicamente supera los 20 m de altitud en la parte oriental. También presenta superficies escalonadas aunque son de menor entidad dentro de la Superficie Inferior. En la zona meridional sobre la más baja de éstas +1 m se superponen procesos litorales.

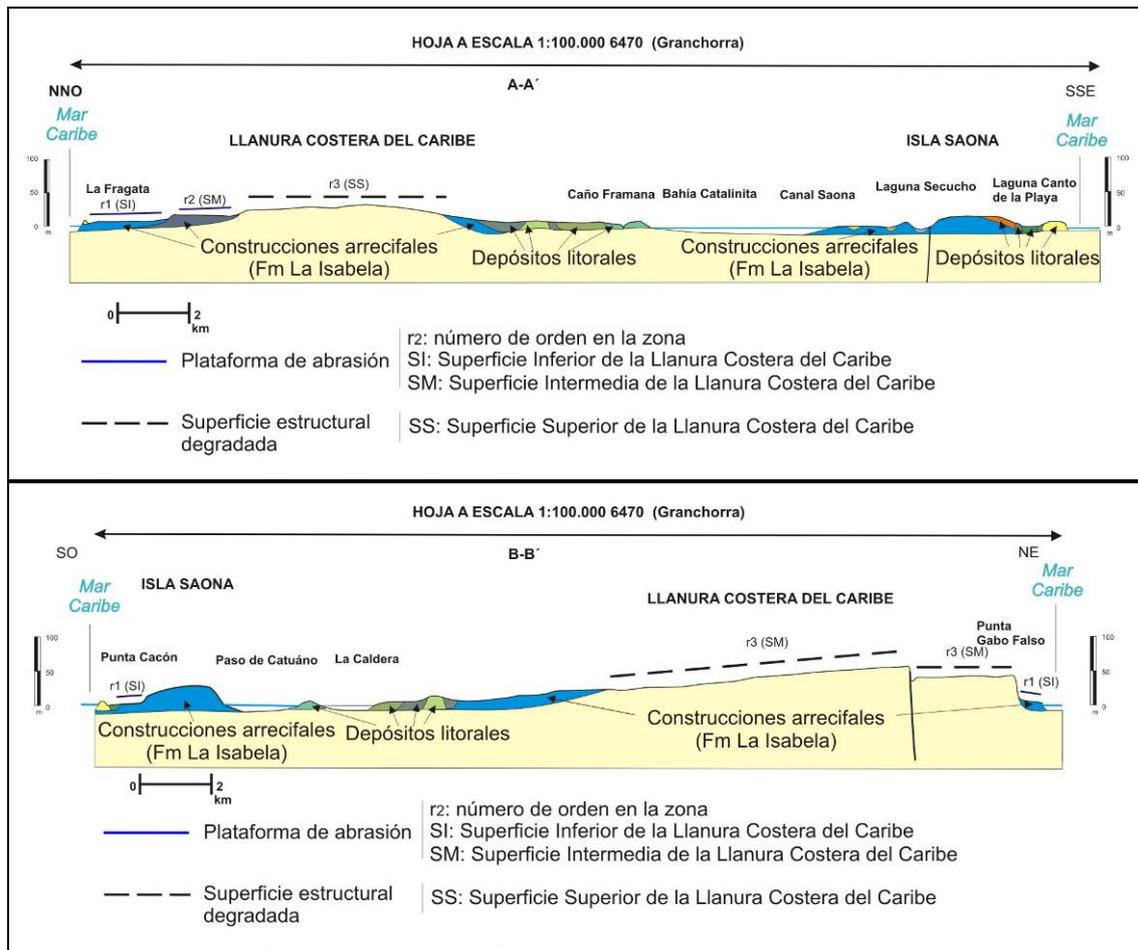


Fig. 2.2. Perfiles esquemáticos del sector oriental de la Llanura Costera del Caribe. Exageración vertical 20:1 respecto de la horizontal.

La pluviometría de la zona se resuelve por infiltración a favor de la red kárstica desarrollada en los materiales calcáreos, de forma que la deficiencia del drenaje superficial es extrema, constatándose la total ausencia de cursos fluviales.

La región posee un típico clima tropical (De la Fuente, 1976), suavizado por su carácter insular, con temperaturas medias de 25-26° C y precipitaciones de 1.300 mm/año; es frecuente la llegada de tormentas tropicales y huracanes, especialmente concentrados entre septiembre y octubre, observándose variaciones estacionales ligeras, siendo algo más acusadas las diarias. La estación lluviosa se extiende de marzo a diciembre y la seca, de diciembre a marzo.

La vegetación que caracteriza el Parque Nacional del Este es el bosque húmedo subtropical, bosque seco subtropical y bosque de transición.

La zona no presenta poblaciones habitadas aunque existen pequeñas estructuras en Catuano y Mano Juan que tienen funciones turísticas, como restaurantes o tiendas, pues esta área tiene una importante actividad turística.

La red de comunicaciones es inexistente, únicamente existen una pequeña red de senderos, solo utilizables a pie o sobre animales de carga. El mejor medio de transporte utilizable en todo el Parque Nacional del Este es el marino, partiendo desde las cercanas poblaciones de Bayahibe y Boca de Yuma.

3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En el presente capítulo se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo el origen de las mismas (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la Hoja, atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales), será el objeto del capítulo 4.

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

En general, el relieve de la zona está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman. Así, los materiales detríticos e ígneo-metamórficos de la Cordillera Oriental se alzan a favor de alineaciones de origen tectónico. Por el contrario, el relieve de los materiales sedimentarios plio-pleistocenos está condicionado por la morfología de plataforma carbonatada que ocupaba la región durante dicho periodo, por tanto, constituye prácticamente toda una superficie estructural que en su mayor parte ha sido erosionada. Los depósitos arrecifales pleistocenos-holocenos se ajustan al aterrazamiento ocasionado por las variaciones eustáticas y la tectónica.

Sobre la arquitectura labrada por los procesos anteriores han actuado con mayor o menor eficacia la morfogénesis marino litoral, lacustre-endorreica, y por meteorización química.

3.1.1. Formas estructurales

Se distribuyen por todo el ámbito de la Hoja. En el caso de las formas estructurales de origen tectónico son muy abundantes, destacando las *fallas* y *fallas supuestas* con expresión morfológica, siendo su expresión principal la delimitación de bloques. Poseen una dirección predominante NO-SE a ESE-ONO, con menores de NE-SO y afectan a la Fm Los Haitises y, a las dos plataformas superiores de la Fm La Isabela.

Por otra parte, las morfologías condicionadas por la distinta resistencia ofrecida por los materiales aflorantes a la erosión, o litoestructurales, consisten fundamentalmente en *superficies estructurales degradadas* de la Fm Los Haitises (Fig. 2.2). En este caso, se trata de la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe (Fig. 2.1), que alberga las cotas más elevadas de la llanura en la región, llegando a alcanzar puntualmente +100 m, si bien en la Hoja alcanza +60 m en la parte septentrional, y por la actividad de las fallas que la trastocan desciende progresivamente hacia el sur. Aunque parece evidente su carácter estructural, es probable que también haya sufrido la acción de la morfogénesis marina-litoral durante su formación.

3.2. Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre la plataforma plio-pleistocena de la Llanura Costera del Caribe, es la responsable de su fisonomía actual. Los procesos marino-litorales son los condicionantes fundamentales de su morfoestructura escalonada, si bien sobre ésta han actuado con mayor o menor efectividad los procesos de origen kárstico, lacustre-endorreico, y marino-litorales.

3.2.1. Formas lacustres y endorreicas

Se trata de una *laguna* de agua salada (Laguna Secucho) ubicada en el sector central de la isla Saona que se extiende sobre los materiales bioconstruidos de la Fm Isabela. La forma alargada y su distribución sugieren una génesis a partir de antiguas morfologías dejadas por las construcciones arrecifales combinada con la actividad de las fallas.

3.2.2. Formas marinas-litorales

Determinan la fisonomía de de la isla Saona y de la franja litoral hasta la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe. Sus elementos más destacados son las *construcciones biogénicas* y *lagoons* pertenecientes a la Fm La Isabela, sobre las que se han desarrollado *plataformas de abrasión* que con disposición escalonada dispuestas en paralelo al litoral. En los afloramientos septentrionales de la Fm Isabela se distinguen dos niveles a cotas aproximadas de +1-16 m y +12-35 m, las cuales constituyen respectivamente las Superficies Inferior e Intermedia de la Llanura Costera del Caribe (Fig. 2.1), si bien, como ya se ha señalado, la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe (+10-60 m), esculpida sobre la Fm Los Haitises, puede

constituir realmente la plataforma de abrasión más antigua (Fig. 3.1). Dentro de las dos superficies inferiores se pueden llegar a distinguir superficies de menor entidad.

ESTIMACIONES DE EDADES Y TASAS DE ELEVACIÓN EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE
(Basado en datos de Braga, 2010)

FORMACIÓN	TERRAZA MARINA	UNIDAD CART.	SUPERFICIE DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE EQUIVALENTE	COTA (m)		DATACIÓN (ka)	TASA DE ELEVACIÓN (mm/año)	EDAD	ESTADIO ISOTÓPICO	
				JUAN DOLIO	PUNTA GORDA					
LA ISABELA	R1	c	INFERIOR	6 10	6	121±9	0,050 0,083	PLEISTOCENO SUPERIOR	MIS 5e	126 ka
	R2	d	INTERMEDIA	26 32	20	400 313,3 385,5	0,050 0,083 0,066	PLEISTOCENO MEDIO	MIS 11 MIS 9 MIS 11	781 ka
LOS HAITISES	R3?		SUPERIOR	40	15 60	781,0	0,019 0,051 0,077	PLEISTOCENO INFERIOR		1806 ka 3500 ka
				40	60	3.500,0	0,011 0,017	PLIOCENO		

121: datación absoluta (Schubert y Cowart, 1982)

Fig. 3.1. Tasa de elevación y edad de las unidades arrecifales de la Hoja de Santo Domingo en el contexto de la Llanura Costera del Caribe occidental

En el frente de algunos de estos niveles se reconocen crestas arrecifales, pequeñas elevaciones paralelas al paleoacantilado; el caso más evidente es la Superficie Intermedia en la zona noroccidental de la Hoja. Las plataformas están delimitadas por *acantilados fósiles*, más o menos degradados, que aparecen como escarpes verticalizados de orden decamétrico a métrico. Por lo que respecta a los *acantilados* actuales, aunque prácticamente continuos a lo largo del margen oriental de la península y borde septentrional de la isla Saona, poseen una envergadura más modesta, con valores medios cercanos a 2 m, que localmente pueden desaparecer debajo de pequeñas *playas*. Las *playas* adquieren notable relevancia en el borde occidental de la península y borde meridional de la isla Saona, donde éstas últimas presentan mayor anchura y extensión.

La terraza más baja en el sur de la isla Saona está fosilizada por un complejo de *cordón litoral*, reconociéndose en la fotografía aérea sus líneas de crecimiento, subparalelas a la línea de costa. También asociada a la Superficie Inferior pueden quedar restos de *playas fósiles*, como ocurren en las proximidades de Catuano. En el propio paso de Catuano, los elementos más característicos son las *barras sumergidas*, y en límite oriental con el mar abierto hay una zona de *rompiente* producida por el sustrato carbonatado.

En los sectores meridionales de la isla Saona y de La Española los elementos litorales más característicos de la costa actual, y que están afectados por las mareas diarias, son las *marismas altas y bajas* y las *albuferas* tanto activas como *colmatadas*..

3.2.3. Formas por meteorización química

Poseen una gran representación en toda la Hoja, donde se desarrollan sobre las calizas de las Fms. Los Haitises y La Isabela, pudiendo considerarse como un *área con intensa karstificación*. La forma más extendida corresponde al *campo de lapiares semicubierto* por toda la zona. En la parte septentrional la expresión morfológica son *dolinas de fondo plano* y *pequeñas dolinas* de escasa profundidad, que se formaron por la disolución parcial del sustrato plio-pleistoceno.

Existen evidencias de un notable desarrollo endokárstico, como indican las numerosas *cuevas* desarrolladas en toda la zona sublitoral. Las más destacadas se encuentran en el sector occidental entre las que destacan las cuevas del Puente, Ramoncito, Jose Maria, Panchito y Pílon que presentan formas endokársticas como estalactitas y estalagmitas. Son frecuentes las pictografías taínas.

4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se consideran como tales todas aquellas formas con depósito, consolidado o no, relacionadas con el modelado del relieve actual. Su principal característica es su cartografiabilidad, definiéndose por una serie de atributos como geometría, tamaño, génesis, litología, textura, potencia, y cronología; los tres primeros han sido tratados en el estudio del modelado, abordándose a continuación los aspectos relacionados con litología, textura, potencia y cronología, si bien ésta tiene carácter tentativo en la mayor parte de los casos ante la precariedad de las dataciones existentes.

4.1. Formaciones lacustres-endorreicas

4.1.1. Lutitas grises y turbas. Lagunas (a). Holoceno

La única laguna existente se localiza en el interior de la isla Saona, Laguna Secucho, cuya baja altitud hace que el nivel freático intercepte la superficie topográfica. Están constituidas por lutitas grises con variable contenido de materia orgánica y en los bordes más abundantes.

Su espesor no ha sido determinado, aunque se ha estimado en 2-3 m. Por su relación con la dinámica actual se enmarcan en el Holoceno.

4.2. Formaciones por meteorización química

4.2.1. Arcillas rojas. Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina (b). Pleistoceno-Holoceno

Se restringen a los afloramientos de las Fms. Los Haitises y La Isabela, correspondiendo a arcillas rojas de aspecto masivo, producto de la descalcificación de los materiales calcáreos por acción de procesos kársticos. Su espesor debe variar considerablemente según los casos, aunque no parece superar el metro. Su edad está acotada por la del techo de la Fm Los Haitises, por lo que se enmarcan en el Pleistoceno-Holoceno.

4.3. Formaciones marinas-litorales

4.3.1. Calizas biogénicas. Construcciones arrecifales (c, d). Pleistoceno Medio-Holoceno.

Constituyen las plataformas o escalones dispuestos entre la Fm Los Haitises y la línea de costa, y prácticamente, toda la constitución de la isla Saona. Se trata fundamentalmente de calizas arrecifales correlacionables con los materiales similares que Marcano y Tavares (1982) definieron como Fm La Isabela en las proximidades de esta localidad. Son dos las unidades de depósito reconocidas, que conforman espectaculares planicies; (c) la inferior, es la que presenta mejores afloramientos aunque puede estar parcialmente fosilizada por depósitos litorales, mientras la superior (d) se reconoce fundamentalmente en la franja noroccidental subparalela al litoral. Las dos unidades corresponden a dos plataformas marinas a cotas aproximadas de +1-20 m y +12-35 m aunque dentro de cada una de ellas pueden existir superficies menores (Fig. 3.1).

Básicamente, las dos unidades cartográficas presentan una constitución litológica semejante, habiéndose diferenciado exclusivamente por su diferente disposición morfológica y sus consiguientes variaciones cronológicas. Los afloramientos en la zona son muy deficientes y tan sólo se pueden hacer observaciones de detalle en superficie pues son prácticamente inexistentes los cortes naturales, exceptuando los bordes de los acantilados.

En general, están constituidas por la superposición y acumulación de esqueletos de colonias de coral, en posición de vida o más o menos volcadas y con distintos grados de fragmentación, presentando con frecuencia costras de diverso grosor de algas rojas coralinales. Entre las colonias se observa un sedimento interno de calcirrudita-calcarenita bioclástica, compuesta de fragmentos de coral, algas, moluscos, equinodermos y briozoos en una matriz micrítica. El sedimento interno no siempre rellena completamente los espacios entre los corales, lo que unido a los huecos producidos por la disolución de los esqueletos de coral, le confiere una elevada macroporosidad.

Donde la exposición lo permite, se observa una cierta zonación en la composición de los corales constructores principales (Geister, 1982), similar a la observada en otras áreas de la República Dominicana. En la zona del núcleo de la construcción situada hacia tierra predominan las colonias masivas en domos de *Montastrea annularis* y

especies de *Diploria*. La construcción se extiende tierra adentro con parches discontinuos de extensión lateral métrica a decamétrica. En la zona del núcleo de la construcción, que corresponde a la zona de rompiente, el coral de ramas muy gruesas *Acropora palmata* aparece junto a colonias masivas de *Montastrea annularis*, *Siderastrea*, *Diploria* y *Porites*. Hacia el mar se incrementan las proporciones de colonias de ramas finas de *A. prolifera* y *A. cervicornis*, que acaban siendo dominantes. Según Geister (1982), a mayor profundidad pasan a dominar de nuevo a las colonias masivas de *Montastrea*, *Diploria* y *Porites*.

En el núcleo, la construcción es masiva, mientras que hay una estratificación que buza hacia el mar en las zonas ricas en *Acropora cervicornis/prolifera*.

Petrográficamente, las masas no coralinas aparecen como calizas fosilíferas (biomicritas y bioesparitas) con grado de recristalización variable y porosidad tanto primaria como secundaria. Presentan diversas texturas, pero siempre con carácter bioclástico, mostrando proporciones variables de aloquímicos (10-60%), matriz (10-80%), y cemento (5-60%), correspondiendo los componentes aloquímicos en su totalidad a fósiles.

Estas facies representan los restos conservados *in situ* de arrecifes de coral, muy semejantes, tanto en componentes como en la zonación de la composición, a los arrecifes actuales del Caribe (Fig. 4.1). Así, también se reconocen depósitos que se corresponden a la acumulación, pendiente abajo y mar adentro, de los derrubios bioclásticos procedentes de la destrucción del arrecife y de los fragmentos de los organismos que vivieron directamente mar adentro del arrecife sobre su talud de derrubios (Fig. 4.1.). Esta facies está compuesta de brechas, calcirudita de grano fino y calcarenitas con bioturbación y contienen fragmentos de coral, moluscos, algas coralinales y Halimeda, equinodermos, foraminíferos y briozoos. Presentan contenidos variables de matriz micrítica (texturas “rudstone”, “grainstone” y “packstone”).

En la parte más próxima al continente se observan amplias extensiones de acumulación de bioclastos de grano fino con un contenido variable de partículas siliciclásticas. Se trata de depósitos de lagoon/plataforma protegida por los arrecifes, como se representa en el modelo sedimentario (Fig. 4.1).

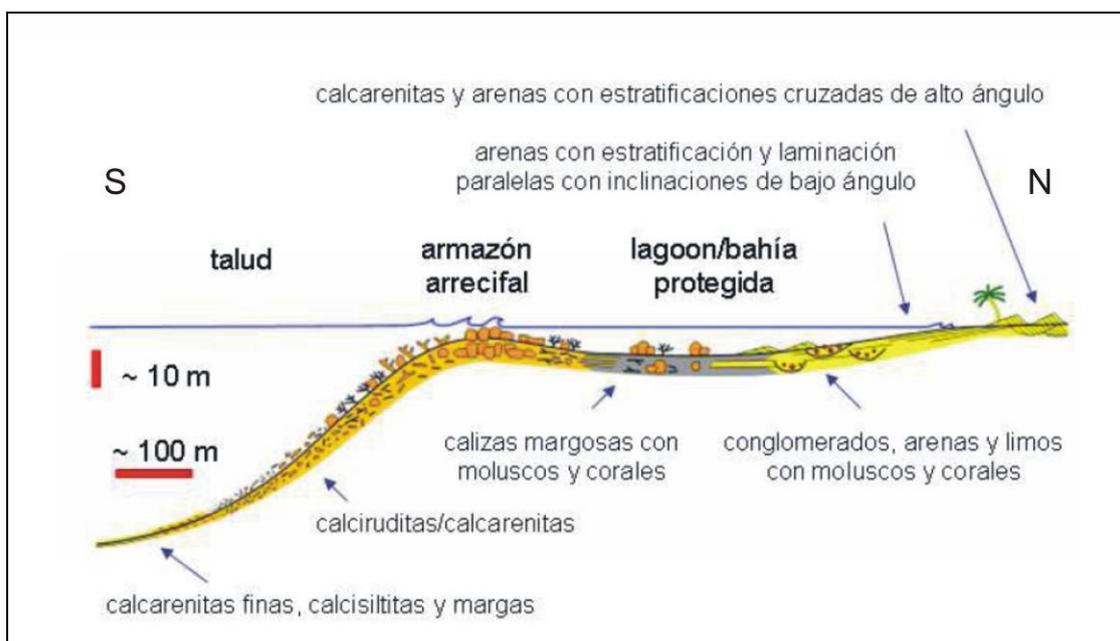


Fig.4.1. Modelo sedimentario de la Fm La Isabela (De Braga, 2010)

Pese al abundante contenido faunístico que incluyen, su edad se basa exclusivamente en las dataciones efectuadas por Schubert y Cowart (1982) entre Punta Caucedo y San Pedro de Macorís sobre varias muestras tomadas entre 6 y 7 m de altura (unidad n), de las que se deduce una edad de 121 ± 9 ka, lo que sitúa su depósito (Braga, 2010) en el Estadio Isotópico Marino 5e (MIS 5e), que corresponde a un intervalo de edad de 117-128 ka (Lea *et al.*, 2002). Extrapolando las tasas de levantamiento calculadas (Fig. 3.1) a la Superficie Intermedia de la Llanura Costera del Caribe (unidad n), cuyo techo en la misma zona está en torno a 30 m, tendría una edad de 361-600 ka. Este intervalo de edad sugiere que la terraza se generó en el MIS 11, cuyo pico de nivel de mar está alrededor de 400 ka. De acuerdo con estas edades y teniendo en cuenta que en algunas zonas litorales hay pequeños restos de bioconstrucciones adheridas a la última de las plataformas marinas, datada por Díaz del Olmo y Cámara (1993) en la zona Guaraguao en 4,5 ka, el depósito de la Fm La Isabela en esta zona de la Llanura Costera del Caribe se habría producido durante el Pleistoceno Medio-Holoceno.

4.3.2. Arenas y calcarenitas con cantos. Cordón litoral fosil. (e). Pleistoceno Superior-Holoceno

Fosilizan la plataforma o escalón más bajo de la Fm La Isabela en la Isla de la Saona, reflejando la tendencia regresiva por la que aquéllas han ido retrocediendo hasta su posición actual a lo largo del Cuaternario.

Constituye una planicie con una morfología característica de surcos y crestas de más de un metro con orientación paralela a la costa actual y que cartográficamente pueden ser individualizados. El conjunto está integrado por arenas bioclásticas y calcarenitas muy bien seleccionadas con algunos cantos de bioconstrucciones y con estratificaciones cruzadas de bajo ángulo.

En cuanto a su edad, queda acotada por la plataforma o escalón más bajo (c), siendo probable que se depositase simultáneamente a alguno de los niveles inferiores de la Fm La Isabela, lo que apunta a una edad en torno al Pleistoceno superior- Holoceno.

4.3.3. Arenas bioclásticas cementadas con estratificación cruzada. Dunas fósiles (f). Pleistoceno Superior-Holoceno

Están situadas en el litoral del margen suroriental sobre la más baja de las plataformas o escalones de la Fm Isabela. La costa acantilada permite buenas observaciones del conjunto. Esta integrado por arenas bioclásticas y calcarenitas muy bien seleccionadas con estratificaciones y laminaciones cruzadas de alto ángulo. Los cuerpos tienen longitudes hectométricas y potencias métricas, llegando todo el conjunto a potencias decámetricas. Se han interpretado como dunas eólicas paralelas a la costa actual.

La superposición sobre la superficie más baja de la Fm. Isabela parece indicar que la base tiene una edad de Pleistoceno Superior pudiendo abarcar hasta el inicio del Holoceno.

4.3.4. Arenas con cantos. Barras (g). Holoceno

Constituyen dos conjuntos ubicados a lo largo del Paso de Catuano: el primero esta sumergido entre 2 o 3 de metros y tiene una morfología longitudinal con unos 4 km de longitud y varios hectómetros de anchura; y el segundo que emerge parcialmente, según las mareas, tiene morfología circular con una extensión de varios hectómetros. Su origen es la combinación de la pérdida de energía de las corrientes marinas y la morfología dejada por el sustrato carbonatado pleistoceno. Están constituidos por arenas bioclásticas sueltas con algunos restos de bioconstrucciones, y con *ripples* y *megaripples* en superficie. La dinámica actual lo incluye en el Holoceno.

4.3.5. Arenas y cantos. Cordón litoral (h). Holoceno

Constituye una franja de orden deca a hectométrico paralela a la línea de costa, consistente en acumulaciones de arenas finas de hasta 6 m de altura, aunque normalmente no superan 3 m. En su frente se instalan extensas playas arenosas, pero la escala de trabajo tan sólo ha permitido su diferenciación como formas lineales. En el Canto de Playa y Punta Catuano se distinguen perfectamente las crestas de crecimiento paralelos a la línea de costa actual. Están constituidas por arenas bioclásticas con restos de bioconstrucciones actuales. Por su relación con la dinámica actual se asignan al Holoceno.

4.3.6. Arenas y limos carbonáticos vegetados. Marisma baja. Manglar (i). Marisma baja (j) Holoceno

Constituye una estrecha zona en la parte meridional de La Española, normalmente inundada si no es por una marea anormal baja. La marisma baja presenta zonación, así en la parte más próxima al mar se desarrolla un manglar (i), que aunque tiene un carácter eminentemente lutítico, la proporción de arenas bioclásticas es muy alta, debido posiblemente a que las partículas provenientes de las corrientes marinas son atrapadas por la vegetación. En la zona de Las Palmillas utilizando la morfología del cordón litoral conforma la zona protegida de la Bahía Las Calderas. En la parte más interna o más próxima al continente la marisma baja (j) tiene un carácter más lutítico y la vegetación es mucho más escasa. Por su funcionalidad actual se han incluido en el Holoceno.

4.3.7. Limos negros vegetados. Marisma alta (k) Marisma abandonada (l). Holoceno

La ausencia de cortes no permite una descripción detallada. Se encuentran en las zonas meridionales de las islas de La Española y La Saona, y normalmente entre las marismas bajas y el continente. En el caso de las marismas altas (t) son zonas inundadas de forma esporádica por el mar, cuando éstas pierden totalmente la relación con el mar quedan abandonadas (l) Está constituido por limos pardo-negrucos con alto contenido en materia orgánica e intercalaciones arenosas con restos de corales y cantos, pueden estar vegetadas y en las marismas abandonadas parcialmente cementados. Por su funcionalidad actual se ha incluido en el Holoceno.

4.3.8. Limos negros y arena. Laguna costera colmatada (m). Laguna costera (n) Holoceno

Se localizan en la franja litoral, en las zonas meridionales tanto de La Española como de la Saona. Las lagunas (n) ubicadas al sur de La Española son depresiones donde el nivel freático marino corta a la superficie topográfica y están protegidas del mar por los depósitos de marisma, aunque ocasionalmente, en mareas vivas, éste puede llegar a introducirse. En el caso de las lagunas de la isla Saona (Lagunas Los Flamencos y Canto de la Playa), el origen probablemente se deba al crecimiento y cierre de los cordones litorales entre dos relieves anteriores. Alrededor de las lagunas existe una zona parcialmente vegetada, con características litológicas similares, que en condiciones de pleamar puede ser inundada, que corresponden a depósitos de laguna colmatada (m). La falta de cortes impide que se pueda aportar mucho en cuanto a su estructura, en cuanto a su composición están constituidas por lutitas negras con moteados de tonos pardos debido al alto contenido de carbonato, pequeñas intercalaciones de arenas bioclásticas y restos de fauna dulce-acuícola, fundamentalmente gasterópodos y bivalvos. La potencia probablemente no supere más de 1 o 2 metros.

4.3.9. Arenas finas. Dunas (ñ) Holoceno

Se trata de estrechos cuerpos longitudinales paralelos a la costa y superpuestos a la Superficie Inferior de la Llanura Costera del Caribe. Tiene una anchura que sólo de forma esporádica supera el centenar de metros, además la potencia no suele superar los 2 m. Están constituidas por arenas finas blancas y que normalmente se encuentran fijadas por palmeras. Por su funcionalidad actual se ha incluido en el Holoceno.

4.3.10. Calizas organógenas. Arrecife actual (o). Holoceno

Se trata de retazos aislados sumergidos a escasa profundidad de calizas biogénicas constituidas por colonias de corales, y abundantes fragmentos muertos de éstos. También se concentra otro tipo de fauna principalmente moluscos y equinodermos.

5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

La fisonomía actual empieza a perfilarse durante el Plioceno donde el área comprendida dentro de la Hoja zona formaría parte de una extensa plataforma carbonatada situada al sur de la actual Cordillera Oriental, restringida durante dicha época a una serie de islas e islotes, a modo de archipiélago (Díaz de Neira *et al.*, 2007). La evolución y la historia geomorfológica de la zona están determinadas por la tendencia ascendente de dicha plataforma a lo largo del Cuaternario (Figs. 5.1 y 5.2).

La característica básica de la plataforma pliocena es la presencia de una barrera arrecifal (Fm Los Haitises) de orientación E-O, arqueada hacia el norte en el sector oriental, que protegería un amplio *lagoon* (Fm Yanigua), que recibiría descargas terrígenas procedentes de la incipiente Cordillera Oriental (Fig. 5.1.).

La continuidad de la tendencia ascendente de La Española, evidenciada desde épocas precedentes, provocó el ascenso de la plataforma al final del Pleistoceno Inferior. Debido al perfil de la plataforma, el antiguo almacén arrecifal y lagunar se quedó expuesto en la mayor parte del área de la Hoja (Fm. Los Haitises y Yanigua) y hubo un retroceso de la línea de costa que fue acompañado de la migración hacia el sur de la nueva plataforma arrecifal (Fm La Isabela), que adquirió carácter frangeante o pasaron a delimitar *lagoones* de dimensiones mucho más modestas, probablemente a partir del Pleistoceno Medio.

En el Pleistoceno Superior, el antiguo arrecife (Fm Los Haitises) se encontraría totalmente emergido, simultáneamente, la migración arrecifal hacia el sur y el este produjo el depósito de nuevas construcciones dispuestas escalonadamente (Fm La Isabela). También se comienza la formación de la isla Saona con las construcciones arrecifales (Fm La Isabela), seguramente apoyadas sobre un relieve elevado de unidades anteriores. La emersión de las plataformas de la Fm La Isabela, debido a la tectónica activa y a las variaciones eustáticas, dio paso al desarrollo de complejos litorales, dunas y cordones litorales.

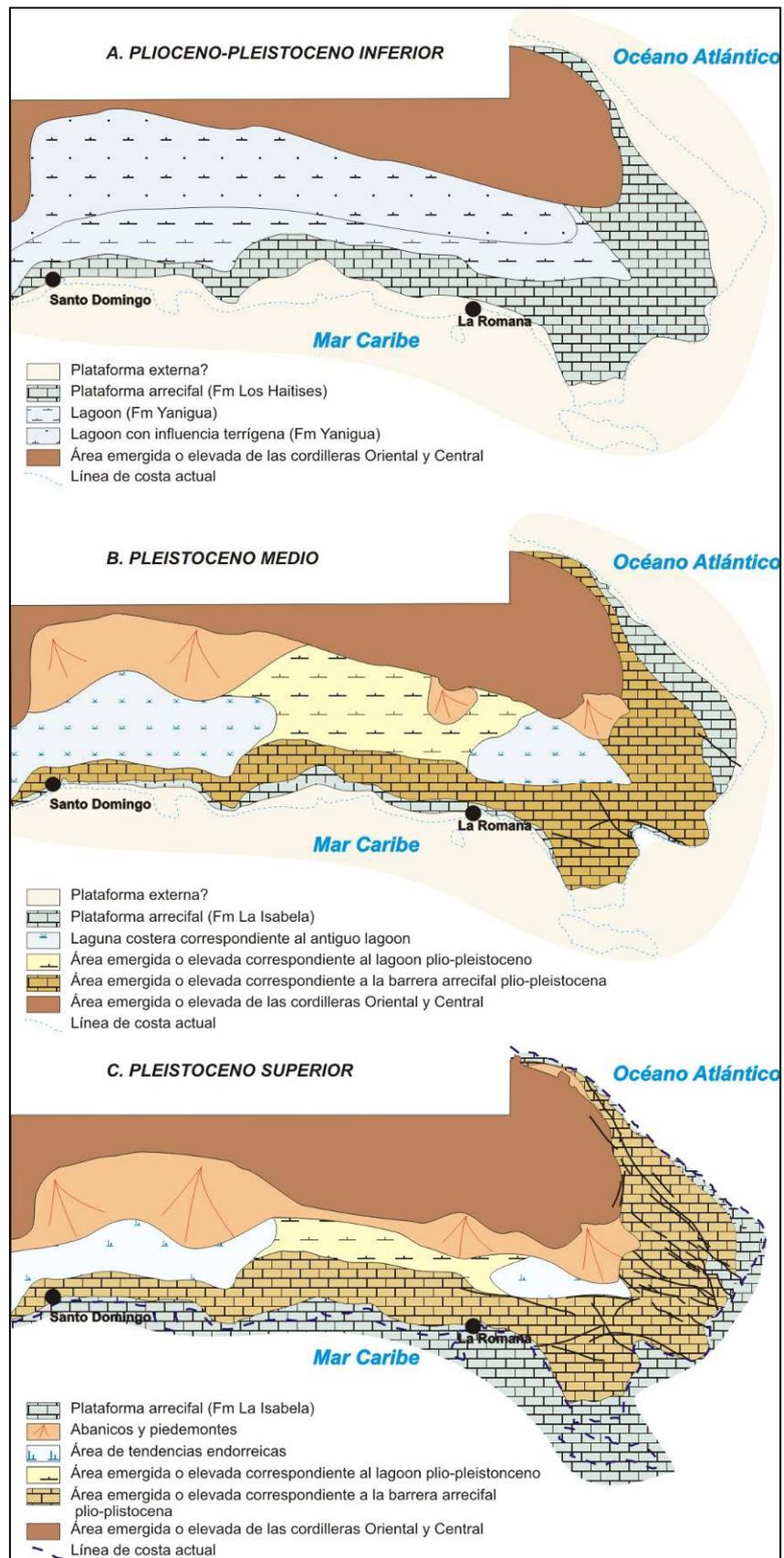


Fig. 5.1. Evolución paleogeográfica de la Llanura Costera del Caribe durante el Plioceno-Pleistoceno

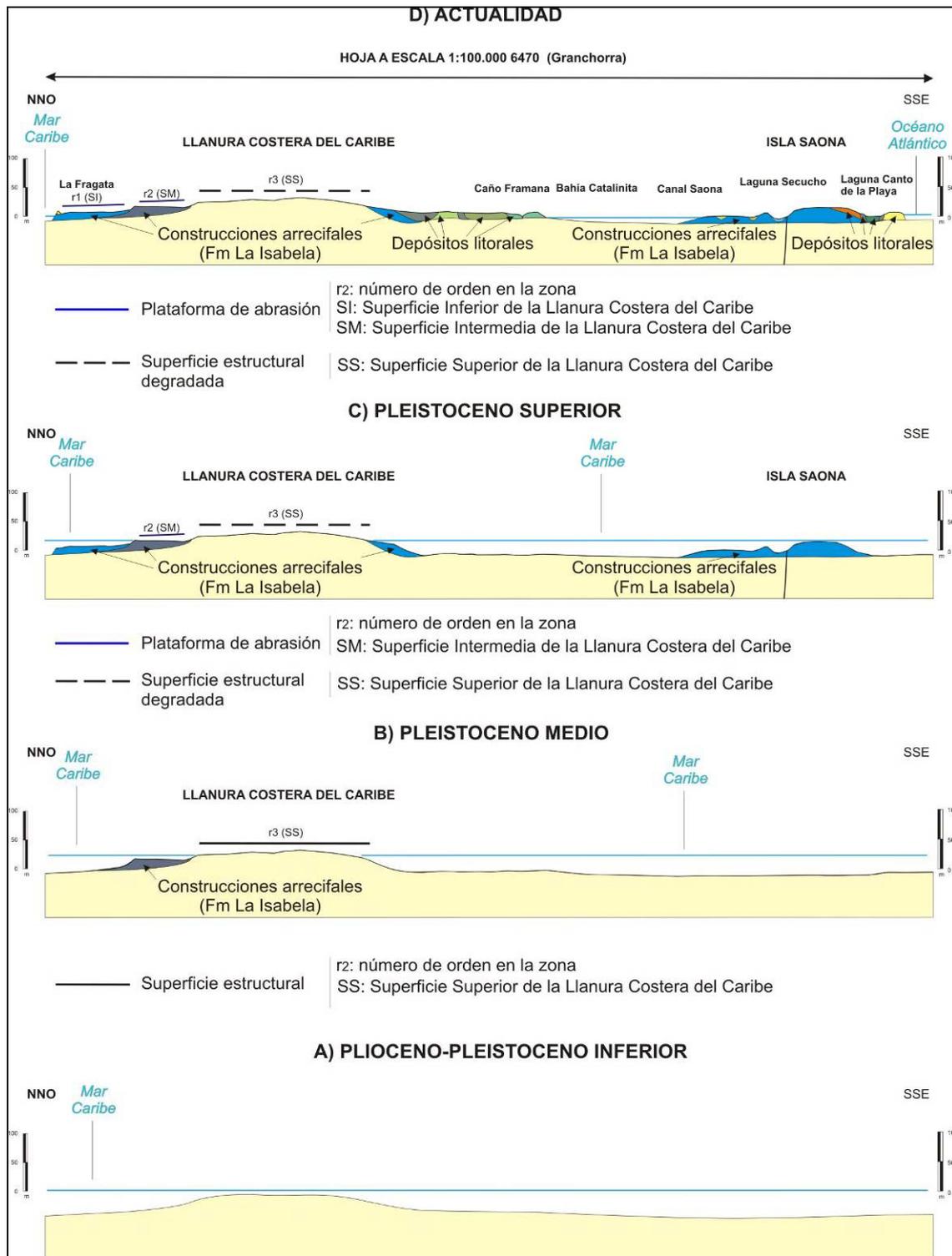


Fig. 5.2. Evolución del perfil del sector occidental de la Llanura Costera del Caribe durante el Plioceno-Pleistoceno.

La evolución más reciente no parece haber modificado la tendencia previa, se aprecia la proliferación de áreas pantanosas y de lagunas, en unos casos a favor de las disoluciones del sustrato calcáreo y otras por la formación de cordones litorales que dejan tras de ellos áreas restringidas.

Como principales motores en la futura evolución de la región, deben tenerse en cuenta: su tendencia ascendente, con el consiguiente retroceso de la línea de costa y el descenso del nivel de base, la dinámica costera, predominantemente de tipo erosivo debido a su carácter acantilado, aunque también hay un fuerte carácter sedimentario en el margen meridional de la isla Saona; la actividad gravitacional en las vertientes, principalmente en los paleoacantilados de las superficies de aterrazamiento marinas; la tendencia a la colmatación de las lagunas, marismas, lagunillas y áreas pantanosas; y los retoques producidos por los fenómenos kársticos.

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 es que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico. Su cartografía supone, por tanto, un inventario de procesos geológicos funcionales, siendo preciso recordar el carácter generalmente imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, tanto en zonas muy activas como 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 del sector septentrional, afectadas por procesos erosivos y, al menos temporalmente, de inundación; los primeros son representables mediante el correspondiente símbolo de incisión lineal, pero la escala no permite una representación areal de los segundos.

Dentro de la Hoja de La Granchorra existe una cierta variedad en cuanto a la naturaleza de los procesos activos, habiéndose reconocido diversos tipos de actividad: sísmica; neotectónica; asociada a movimientos de laderas; por procesos de erosión, de inundación y de sedimentación; y asociada a litologías especiales. En cualquier caso, son los procesos de inundación y sedimentación los que adquieren una representación muy superior.

6.1. Actividad sísmica

La sismicidad es uno de los procesos activos más relevantes de La Española, como consecuencia de su situación en un contexto geodinámico de límite entre dos placas:

Norteamericana y del Caribe. Actualmente existe consenso en el reconocimiento de las principales estructuras tectónicas de la isla y su relación con el desplazamiento relativo entre las placas litosféricas citadas. No obstante, aunque 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 e 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 (China). Por lo que respecta al registro instrumental, también tiene graves inconvenientes, pues la Red Sísmica de la República Dominicana fue establecida durante los trabajos del Programa SYSMIN (Prointec, 1999) y su registro es, por tanto, incompleto.

Por ello, 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 suficientemente grandes como para ser registradas por redes alejadas. La red sísmica de Puerto Rico ofrece una buena cobertura del territorio dominicano en cuanto a superficie, pero no así en cuanto a tiempo, ya que su registro se restringe al periodo posterior a 1985.

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las bases de datos de la Red Sísmica Nacional Dominicana (RSND), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) y el Middle American Seismograph Consortium (MIDAS), además de las incluidas en el citado proyecto SYSMIN. El periodo cubierto ha sido 1505-2010.

La Hoja de La Granchorra pone de manifiesto la necesidad de abordar los estudios sísmicos en relación con áreas más extensas, ya que en la Hoja la distribución de epicentros no evidencia el seguimiento de un patrón claro. Sin embargo, en una representación de escala regional se pone de manifiesto cómo dichos epicentros forman parte de un dominio con importante actividad sísmica delimitado por la fosa de Los Muertos, al sur, y el límite entre las placas Norteamericana y del Caribe, al norte (Fig. 6.1).

En conjunto, los seísmos registrados en la Hoja son mayoritariamente profundos (86-248 km), si bien existen eventos de carácter intermedio (24-70 km). En cuanto a su

magnitud, durante el periodo instrumental no se ha registrado ninguno superior a 4,9. Cabe destacar que algunos seísmos de la sucesión desencadenada entre 1946 y 1953 en el sector nororiental de La Española (Fig. 6.2) se produjeron en las proximidades de la zona, relacionándose dicha sucesión con el proceso de subducción de la placa Norteamericana bajo la Caribeña (Dolan y Wald, 1998).

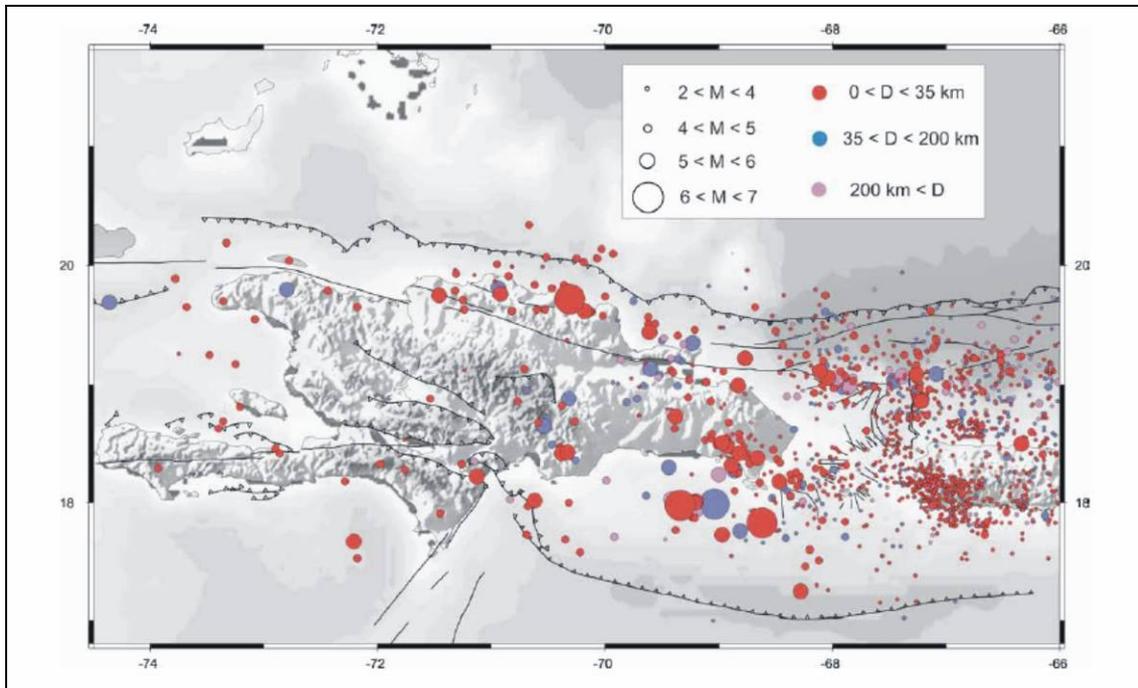


Fig. 6.1. Sismicidad instrumental de La Española (1972-2002). Catálogo NEIC-USGS (En Calais, 2008)

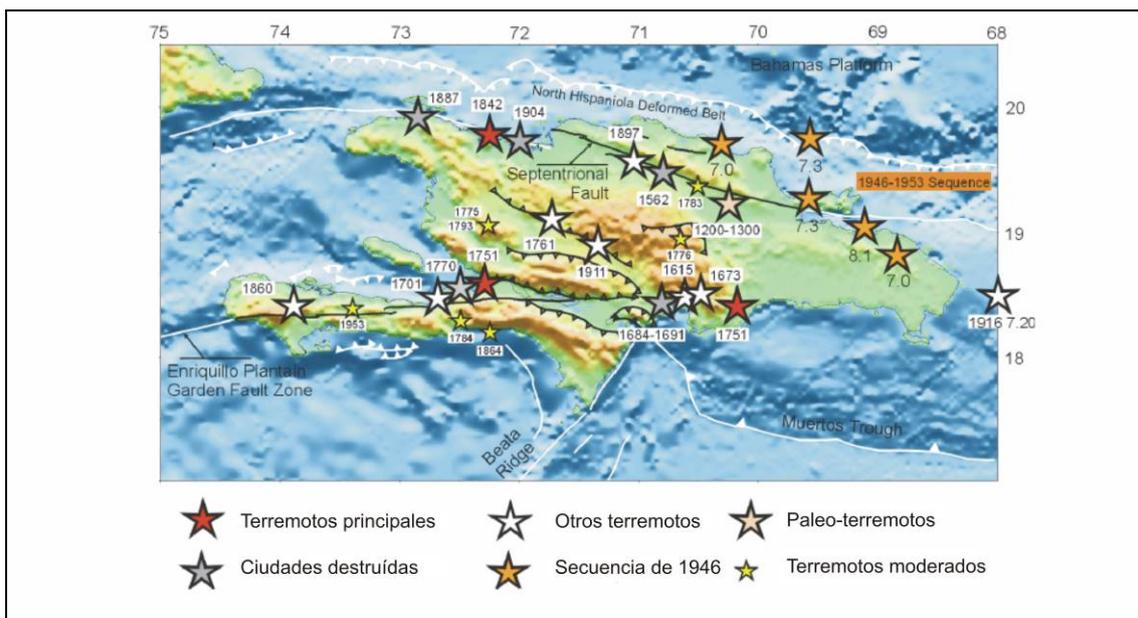


Fig. 6.2. Sismicidad histórica en La Española anterior a 1960 (En Calais, 2008)

6.1.1. Tsunamis

Los *tsunamis* son olas de grandes dimensiones u olas sísmicas marinas, causadas por un movimiento súbito a gran escala del fondo marino, debido mayoritariamente a terremotos y, en escasas ocasiones, a deslizamientos, erupciones volcánicas o explosiones de origen antrópico.

Los tsunamis difieren de otros peligros sísmicos en el hecho que pueden causar daños serios a miles de kilómetros de las fallas detonantes. Una vez generados son prácticamente imperceptibles en el mar abierto, donde la altura de su superficie es inferior a un metro. Viajan a velocidades muy grandes, de hasta 900 km/h, y la distancia entre dos crestas de ola consecutivas puede alcanzar 500 km. A medida que las olas se acercan a aguas poco profundas, la velocidad del tsunami disminuye y su energía se transforma en un aumento de la altura de la ola, que a veces supera 25 m; el intervalo de tiempo entre olas sucesivas permanece sin cambios, siendo generalmente de 20 a 40 minutos. Cuando los tsunamis se aproximan a la línea de costa, el mar suele retraerse a niveles inferiores a los de la marea baja, creciendo luego como una ola gigante.

Los efectos de los tsunamis están condicionados por la configuración de la línea de costa local y del fondo marino. Ya que no existe una metodología precisa para definir estos efectos, es importante el examen del registro histórico para determinar si una sección particular del litoral ha sido afectada por tsunamis y qué elevación alcanzaron. Debe remarcarse que, debido a la fuerza de la ola, la inundación puede llegar a una elevación mayor que la de la cresta de la ola en la línea de costa.

Las costas haitianas y dominicanas han sido afectadas por tsunamis en diversas ocasiones, por lo que el ámbito del litoral de la Llanura Costera del Caribe, considerando como tal el territorio comprendido entre la línea de costa y el paleoacantilado que separa las superficies Inferior e Intermedia de la Llanura Costera del Caribe, debe considerarse susceptible de sufrir este tipo de fenómenos. La práctica totalidad de dicho dominio en la Hoja constituye un área vulnerable, aunque obviamente la vulnerabilidad disminuye con la altitud y la distancia a la costa.

6.2. Tectónica activa

En una región donde la actividad neotectónica es evidente puesto que constituye toda un *área levantada con basculamiento*, como revelan las diversas terrazas marinas del

sector meridional, tan sólo se reconoce una pequeña cantidad de rasgos indicativos de este tipo de actividad. Cabe señalar las *fallas*, que afectan sobre todo a la Fm Los Haitises, en algún caso con *escarpes bien conservados*, y pudiendo formar *acantilados rectilíneos*. Las más destacadas poseen orientación NO-SE, típicas de la Cordillera Central.

Pese a la precariedad de los datos cronológicos relativos a los materiales plio-cuaternarios de la región, es posible efectuar algunas aproximaciones relativas a la tasa de elevación del sector occidental de la Llanura Costera del Caribe (Fig. 4.2). Así, la terraza datada como MIS 5e (121 ± 9 ka) por Schubert y Cowart (1982) entre Punta Caucedo y San Pedro de Macorís y que constituye la Superficie Inferior de la Llanura Costera del Caribe, alcanza allí 10 m de altitud máxima. Esta terraza mantiene unas cotas muy similares en el ámbito de la Hoja de La Granchorra, deduciéndose un levantamiento de 0,050 a 0,083 mm/año si se considera la altura en que la muestra fue tomada (+6-7 m) o la máxima de la terraza, respectivamente (Braga, 2010). Por tanto, desde el MIS 5e (117-128 ka) esta zona de la Llanura Costera del Caribe ha estado elevándose con una velocidad media bastante moderada.

El levantamiento, en cualquier caso, es efectivo desde el cese del depósito de la Fm Los Haitises, es decir, al menos, desde el Pleistoceno Inferior, pero la imprecisión sobre la edad de los carbonatos más recientes dentro de esta formación deja muy abiertas las estimaciones sobre tasas de levantamiento; no obstante, la altitud actual de sus calizas someras puede dar una idea de dichas tasas (Fig. 3.1).

En concreto, en el ámbito de Juan Dolio presentan su altitud próxima a +40 m. Considerando que el depósito de las calizas concluyó en el Pleistoceno Inferior (781 ka), la tasa de levantamiento sería de 0,051 mm/año, mientras en la parte suroccidental, Las Tres Hermanas, sería de 0,019 mm/año teniendo en cuenta que las calizas están solamente a +15m. Si por el contrario, se asume que las calizas dejaron de acumularse y empezaron a emerger al final del Plioceno Inferior (hace 3,5 millones de años), lo que sería el otro extremo del impreciso intervalo de edad en que podemos acotar la formación, la tasa sería de 0,017 mm/año y 0,011 mm/año. En cualquier caso, estas tasas de elevación corresponde a un orden de magnitud similar a la calculada para la Fm La Isabela y resulta sensiblemente inferior a la experimentada por la Fm Los Haitises en otros lugares de la isla, como las Cordilleras Oriental y Septentrional.

6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas

Se restringe a *caídas de bloques* de orden métrico a decamétrico en los paleoacantilados y escarpes de falla que limitan las plataformas marinas plio-cuaternarias. Los bloques de orden métrico, pueden observarse al pie de la Superficie Inferior e Intermedia de la Llanura Costera del Caribe y de la Superficie Superior, en numerosos puntos de todo el margen meridional de la Hoja.

6.4. Actividad asociada a procesos de erosión

Se concentra fundamentalmente en la zona litoral restringiéndose a los modestos *acantilados* esculpidos en la Fm La Isabela.

6.5. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación

Es la actividad que se produce por una mayor variedad de procesos, además de ser la que tiene una mayor incidencia sobre la población. Su origen está relacionado con la dinámica marino-litoral y eólico, en general, con cualquier tipo de proceso generador de flujos acuosos o aportes sedimentarios susceptibles de acumularse en áreas deprimidas.

Los procesos de sedimentación actúan de forma prácticamente continua sobre las *playas de arenas y cantos*, los *mantos eólicos*, las *barras sumergidas*, los *arrecifes actuales* y los estrechos *cordones litorales* donde pueden quedar reflejadas las *líneas de crecimiento*. Estas últimas marcan perfectamente el avance acrecional de los cordones litorales de Canto de la Playa y Palma Seca.

Los procesos de inundación y sedimentación son más característicos de las *marismas bajas y altas*, y las *lagunas costeras* tanto estables como. Además, en relación con procesos de inundación en la franja litoral, no deben olvidarse los potenciales efectos que podría ocasionar la ocurrencia de un tsunami ni los más frecuentes debidos a la llegada de tormentas tropicales y huracanes, como denuncian los grandes bloques correspondientes a huracanitas existentes a lo largo de la costa y más concretamente en la costa oriental de La Española; ; en este sentido, en la cartografía se ha representado el límite del *área especialmente sensible a la acción de huracanes* y que ocupa la franja litoral, adquiriendo su máxima anchura en el ámbito de las marismas, lagunas costeras y áreas endorreicas.

También son susceptibles de aparecer como áreas inundadas tras lluvias extraordinarias las abundantes depresiones de origen kárstico desarrolladas sobre los materiales calcáreos del sector meridional, especialmente en las depresiones revestidas por un importante depósito de arcillas de descalcificación; la extensión y abundancia de este tipo de depresiones aumentan en general con la edad de los materiales, siendo máximas, por tanto, en relación con la Fm Los Haitises.

6.6. Actividad asociada a litologías especiales

Abarca a toda la Hoja puesto que afecta a los afloramientos de las Fms. Los Haitises y La Isabela, en los que se observa un *lapiaz desnudo* o parcialmente *semicubierto*, así como *depresiones por disolución del sustrato* correspondientes a dolinas y uvalas. También son abundantes las *áreas con depresiones por disolución sin representación cartográfica individualizada*, relacionada con los procesos kársticos que afectan a las calizas de la Fm. Isabela.. De forma más genérica, es preciso tener en cuenta los potenciales procesos de colapso, dependientes de la intensidad del proceso kárstico.

7. BIBLIOGRAFÍA

- BRAGA, J.C. (2010).** Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto 1B. Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo, 73 pp.
- CALAIS, E. (2008).** Risque Sismique en Haïti: Fondements Scientifiques et Nature du Risque. Conferencia de Puerto Príncipe.
- 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 pp.
- DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2004).** Mapa Geomorfológico de la Hoja a E. 1:100.000 nº 6272 (Monte Plata) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo.
- DÍAZ DE NEIRA, A., MARTÍN-SERRANO, A., ESCUER, J. (2007).** Evolución geomorfológica de la Cordillera Oriental Dominicana. Boletín Geológico y Minero, 118-2, 385-399.
- DÍAZ DEL OLMO, F., CÁMARA, R. (1993).** Niveaux Marins, Chronologie Isotopique U/TH Et Karstification En Republique Dominicaine. Karstologia, 22, 52-54.
- DOLAN J.F., WALD D.J., (1998).** The 1943-1953 north-central Caribbean earthquakes: Active tectonic setting, seismic hazards, and implications for Caribbean-North America plate motions. In: Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone (Dolan J.F., Mann P., Eds.). Geological Society of America Special Paper 326, 143-170.
- GARCÍA SENZ, J., MONTHEL, J., DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNAIZ HUERTA, P.P., CALVO, J.P., ESCUDER VIRUETE, J., PÉREZ ESTAÚN, A. (2007).** Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental (República Dominicana), en A. Perez Estaún, P.P. Hernaiz Huerta, E. Lopera, M. Joubert (Eds.), "Geología de la República Dominicana". Boletín Geológico y Minero, V. 118, Nº 2, 269-291
- GEISTER, J. (1982).** Pleistocene reef terraces and coral environments at Santo Domingo and near Boca Chica, southern coast of the Dominican Republic. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 689-703.

- GUERRA PEÑA, F. (1966)** Las Regiones Fisiográficas de la Isla de Santo Domingo. Unión Geográfica Internacional. Conferencia Regional Latinoamericana, III.
- IGME (2004)**. Mapa Geomorfológico y de Procesos activos susceptibles de constituir Riesgo geológico a escala 1:100.000. Guía para su elaboración. (Inédito).
- LEA, D.W., MARTIN, P.A., PAK, D.K., SPERO, H.J. (2002)**. Reconstruction a 350 ky history of sea-level using planktonic Mg/Ca and oxygen isotope records from a Cocos Ridge core. *Quaternary Science Reviews*, 283, 283–293.
- LEWIS, J.F. (1980)**. Resume of the geology of Hispaniola. En *Field guide to the 9th Caribbean Geological Conference*, Santo Domingo, Dominican Republic. Santo Domingo, República Dominicana, Ed. Amigo del Hogar, 5-31.
- LEWIS, J.F., DRAPER, G. (1990)**. Geology and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. En DENG, G., CASE, J.E. (eds.). *The Geology of North America, Volume H, The Caribbean region*. Geological Society of America, Colorado, 77-140.
- MANN, P., DRAPER, G. y LEWIS, J.F. (1991)**. An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. En MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (eds.). *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper, 262, 1-28.
- MARCANO, E., TAVARES, I. (1982)**. Formación La Isabela, Pleistoceno temprano. *Publicaciones especiales Museo Nacional de Historia Natural*, 3, Santo Domingo, 30 pp.
- OBIOLS, A. y PERDOMO, R. (1966)**. Atlas de información básica existente y lineamientos para la planificación del Desarrollo integral de la RD. Guatemala.
- PROINTEC (1999)**. Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico) Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo.
- SCHUBERT, C., COWART, J.B. (1982)**. Terrazas marinas del pleistoceno a lo largo de la costa suroriental de la Rep. Dominicana: cronología preliminar. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 681-688.
- SYSMIN K SYSMIN 7 ACP DO 024** de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto K. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo.

**VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P.,
CALKINS, F.C. (1921).** A Geological Reconaissance of the Dominican
Republic. En Editora de Santo Domingo. Colección de Cultura Dominicana de
la Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Santo Domingo, 18 (1983), 268 pp.