



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL  
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOLÓGICO**  
**DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**

**ESCALA 1:50.000**

**GUERRA**

**(6271-I)**

**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 el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

#### CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### INFORME DE LAS FORMACIONES ARRECIFALES DEL NEÓGENO Y CUATERNARIO

- Dr. Juan Carlos Braga (Universidad de Granada, España)

#### MICROPALEONTOLOGÍA

- Dr. Luis Granados (Geólogo Consultor)

#### PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Ana Alonso (Universidad Complutense de Madrid, España)
- Dra. María José Herrero (Universidad Complutense de Madrid, España)

#### GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### GEOMORFOLOGÍA Y PROCESOS ACTIVOS

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

- Ing. Eusebio Lopera (IGME)

#### TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

#### INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. José Luis García Lobón (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 Ciencias de la Tierra Jaume Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

#### SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional

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

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. Andrés Pérez-Estaún la estrecha colaboración mantenida con los autores del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a mejorar la calidad del mismo.

Se pone en conocimiento del lector que en el Servicio Geológico Nacional existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones
- Fichas petrográficas o micropaleontológicas de cada una de las muestras
- Mapa de muestras
- Álbum de fotos
- Lugares de Interés Geológico

En el Proyecto se han realizado otros productos cartográficos relacionados con la Hoja:

- Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 de Santo Domingo (6271) y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de Santo Domingo (6271) y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría. Mapa a escala 1:150.000 y Memoria adjunta

Y los siguientes Informes Complementarios:

- Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana
- Informe Estratigráfico y Sedimentológico del Terciario
- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas ígneas y metamórficas
- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada
- Informe de las Dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar
- Informe de las Dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb
- Informe/Catálogo de macroforaminíferos seleccionados

## RESUMEN

La Hoja a escala 1:50.000 de Guerra (6271-I) se encuentra situada en el sector meridional de la República Dominicana, inmediatamente al NE de Santo Domingo, formando parte de la Llanura Costera del Caribe.

Su fisonomía es el resultado de una historia geológica muy reciente, respondiendo su morfoestructura básica a la de sus materiales más antiguos, depositados durante el Plioceno-Pleistoceno. Corresponden mayoritariamente a los materiales margoso-calcáreos de la Fm Yanigua, depositada en un contexto de *lagoon*, que pasan hacia el sur a los materiales calcáreos de carácter arrecifal atribuidos a la Fm Los Haitises.

Sobre este sustrato plio-pleistoceno y de forma discontinua e irregular, se distribuyen numerosos afloramientos de sedimentos cuaternarios, principalmente de origen fluvial y lacustre-endorreico.

No se aprecia deformación alguna en los materiales aflorantes, con una total ausencia de estructuras tectónicas, de modo que la dinámica interna de la zona se manifiesta exclusivamente por el ascenso conjunto de la zona, más evidente al sur de la región debido a los escalonamientos de construcciones arrecifales típicos del litoral del mar Caribe.

La evolución de la zona supone su ascenso continuo, con la consiguiente ganancia de terreno al mar y la retirada progresiva de éste. Este ascenso puede reconstruirse a lo largo de todo el Cuaternario a partir de la emersión del dispositivo plioceno *lagoon*-barrera arrecifal (Fms. Yanigua-Los Haitises), cuya morfología se conserva hoy día y es la condicionante de las acusadas tendencias endorreicas de la Hoja.

## ABSTRACT

The 1:50.000 Guerra Sheet (6271-I) is located in the southern sector of the Dominican Republic, just northeast of Santo Domingo belonging to the Llanura Costera del Caribe.

Appearance is due to their very recent geological history, responding their basic morphostructure to paleogeographic settings of older materials, deposited during the Pliocene-Pleistocene times. They are the marl-limestone Yanigua Fm, sedimented in a lagoon context, passing southwards to reef limestones Haitises Fm.

Outcropping discontinuous and irregularly on this substract, it appears quaternary materials, mainly fluvial, lacustrine-endorreic and karstic sediments.

There is a total absence of structures, but internal dynamics is expressed by the continuous regional rise, which results in terraces of the reef units, evident in the south of the region.

Evolution zone is based on continuous rise, increasing land at the expense of sea simultaneously kickback. Their lifting can be reconstructed from the platform Pliocene until today, from pliocene shelf (reef-lagoon, Haitises-Yanigua Fms.) emergence, whose morphology is recognizable today through endorreic tendencies.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1. Metodología .....	9
1.2. Situación geográfica .....	12
1.3. Marco geológico.....	15
1.4. Antecedentes .....	16
2. ESTRATIGRAFÍA .....	19
2.1. Cenozoico .....	19
2.1.1. Plioceno-Pleistoceno Inferior .....	19
2.1.1.1. Fm Yanigua. (1) Arenas, arcillas y gravas. (2) Margas amarillentas y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub> .....	20
2.1.1.2. Fm Los Haitises (3). Calizas arrecifales y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N <sub>2</sub> -Q <sub>1</sub> .....	22
2.1.2. Cuaternario .....	24
2.1.2.1. Abanicos aluviales de baja pendiente (4). Arcillas abigarradas con cantos. Pleistoceno Q <sub>2-3</sub> .....	24
2.1.2.2. Fondo de dolina o uvala (5). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno-Holoceno Q <sub>2-4</sub> .....	25
2.1.2.3. Terraza (6). Gravas y arenas. Pleistoceno Q <sub>3</sub> .....	25
2.1.2.4. Fondo endorreico (7). Lutitas. Pleistoceno-Holoceno Q <sub>3-4</sub> .....	25
2.1.2.5. Llanura de inundación (8). Gravas, arenas y lutitas. Cauce o meandro abandonado (9). Lutitas, arenas y gravas. Pleistoceno-Holoceno Q <sub>3-4</sub> .....	26
2.1.2.6. Fondo de valle (10). Gravas, arenas y lutitas. Holoceno Q <sub>4</sub> .....	27
2.1.2.7. Laguna (11). Lutitas. Holoceno Q <sub>4</sub> .....	27
3. TECTÓNICA .....	28
3.1. Estructura.....	28
3.2. Estructura de la Hoja de Guerra .....	28
4. GEOMORFOLOGÍA.....	31
4.1. Análisis geomorfológico .....	31
4.1.1. Estudio morfoestructural .....	31
4.1.1.1. Formas estructurales .....	31
4.1.2. Estudio del modelado.....	33
4.1.2.1. Formas fluviales y de escorrentía superficial .....	33
4.1.2.2. Formas lacustres y endorreicas .....	35
4.1.2.3. Formas originadas por meteorización química .....	35
4.2. Evolución e historia geomorfológica .....	35

4.3.	Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico .....	37
4.3.1.	Actividad sísmica .....	38
4.3.2.	Tectónica activa .....	40
4.3.3.	Actividad asociada a procesos de erosión .....	41
4.3.4.	Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación .....	41
4.3.5.	Actividad asociada a litologías especiales .....	41
5.	HISTORIA GEOLÓGICA .....	43
6.	GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	46
6.1.	Hidrogeología.....	46
6.1.1.	Climatología e hidrología .....	46
6.1.2.	Hidrogeología.....	46
6.2.	Recursos minerales .....	49
6.2.1.	Rocas Industriales.....	49
6.2.1.1.	Descripción de las Sustancias .....	50
6.2.2.	Potencial minero .....	50
6.2.2.1.	Rocas Industriales.....	50
7.	LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO .....	51
7.1.	Relación de los L.I.G.....	51
7.2.	Descripción del Lugar .....	51
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	54



## 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 63 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100.000 (Fig. 1.1):

#### Zona Norte:

- La Vega (La Vega, 6073-I; Jarabacoa, 6073-II; Manabao, 6073-III; y Jánico, 6073-IV)
- San Francisco de Macorís (Pimentel, 6173-I; Cotuí, 6173-II; Fantino, 6173-III; y San Francisco de Macorís, 6173-IV)
- Sánchez (Sánchez, 6273-I; Palmar Nuevo, 6273-II; Cevicos, 6273-III; y Villa Riva, 6273-IV)
- Samaná (Las Galeras, 6373-I; Sabana de la Mar, 6373-III; y Samaná, 6373-IV)
- Santiago (San Francisco Arriba, 6074-I; Santiago, 6074-II; San José de las Matas, 6074-III; y Esperanza, 6074-IV)
- Salcedo (Río San Juan, 6174-I; Guayabito, 6174-II; Salcedo, 6174-III; y Gaspar Hernández, 6174-IV)
- Nagua (Nagua, 6274-III; y Cabrera, 6274-IV)

- La Isabela (Barrancón, 5975-I; El Mamey, 5975-II; Villa Vasquez, 5975-III; y El Cacao, 5975-IV)
- Puerto Plata (Puerto Plata, 6075-II; Imbert, 6075-III; y Luperón, 6075-IV)
- Sabaneta de Yásica (Sabaneta de Yásica, 6175-III)

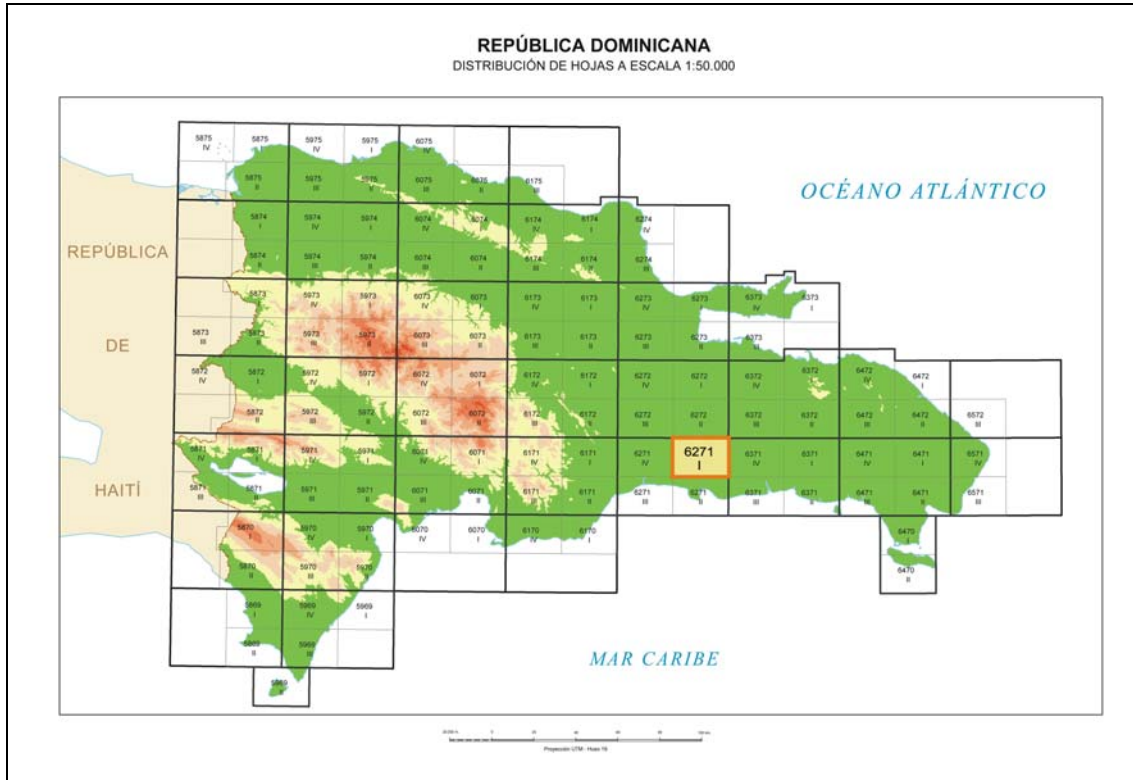


Fig. 1.1. Distribución de Hojas a escala 1:50.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja de Guerra (6271-I)

Zona Sureste:

- La Granchorra (La Granchorra, 6470-I; y Mano Juan, 6470-II)
- Santo Domingo (Guerra, 6271-I; Boca Chica, 6271-II; Santo Domingo, 6271-III; y Villa Mella, 6271-IV)
- San Pedro de Macorís (Ramón Santana, 6371-I; Boca del Soco, 6371-II; San Pedro de Macorís, 6371-III; y Los Llanos, 6371-IV)
- La Romana (Higüey, 6471-I; San Rafael del Yuma, 6471-II; La Romana, 6471-III; y Guaymate, 6471-IV)
- Juanillo (Juanillo, 6571-III; y Pantanal, 6571-IV)
- Las Lisas (La Vacama, 6472-I; y El Salado, 6472-II)
- Bávaro (Bávaro, 6572-III)

Zona Sur:

- Sabana Buey (Sabana Buey, 6070-I)
- Baní (Nizao, 6170-I; y Baní, 6170-IV)

Zona Suroeste:

- Isla Beata (Isla Beata, 5868-I)
- Cabo Rojo (Cabo Rojo, 5869-I; y Punta Ceminche, 5869-II)
- Enriquillo (Enriquillo, 5969-I; Oviedo, 5969-III; y Arroyo Dulce, 5969-IV)
- Pedernales (Puerto Escondido, 5870-I; y Pedernales, 5870-II)
- Barahona (La Ciénaga, 5970-II; y Polo, 5970-III)

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, con frecuentes visitas a sus territorios; por ello, a lo largo de la presente Memoria son frecuentes las referencias a otras Hojas, en especial a las que integran el cuadrante a escala 1:100.000 de Santo Domingo (6271).

Durante la realización de la Hoja a escala 1:50.000 de Guerra se ha utilizado la información disponible de diversa procedencia, así como las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84) y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. Para la identificación y el seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes, ha sido de gran utilidad el Mapa de gradiente vertical de la República Dominicana (Fig. 1.2).

Los recorridos de campo se complementaron mediante fichas de control en las que se registraron los puntos de toma de muestras (petrológicas, paleontológicas y sedimentológicas), datos de tipo estructural y fotografías. De forma coordinada con la elaboración de la Hoja, se realizó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante correspondiente, a escala 1:100.000 (Santo Domingo, 6271).

Todos los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana, e inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA).

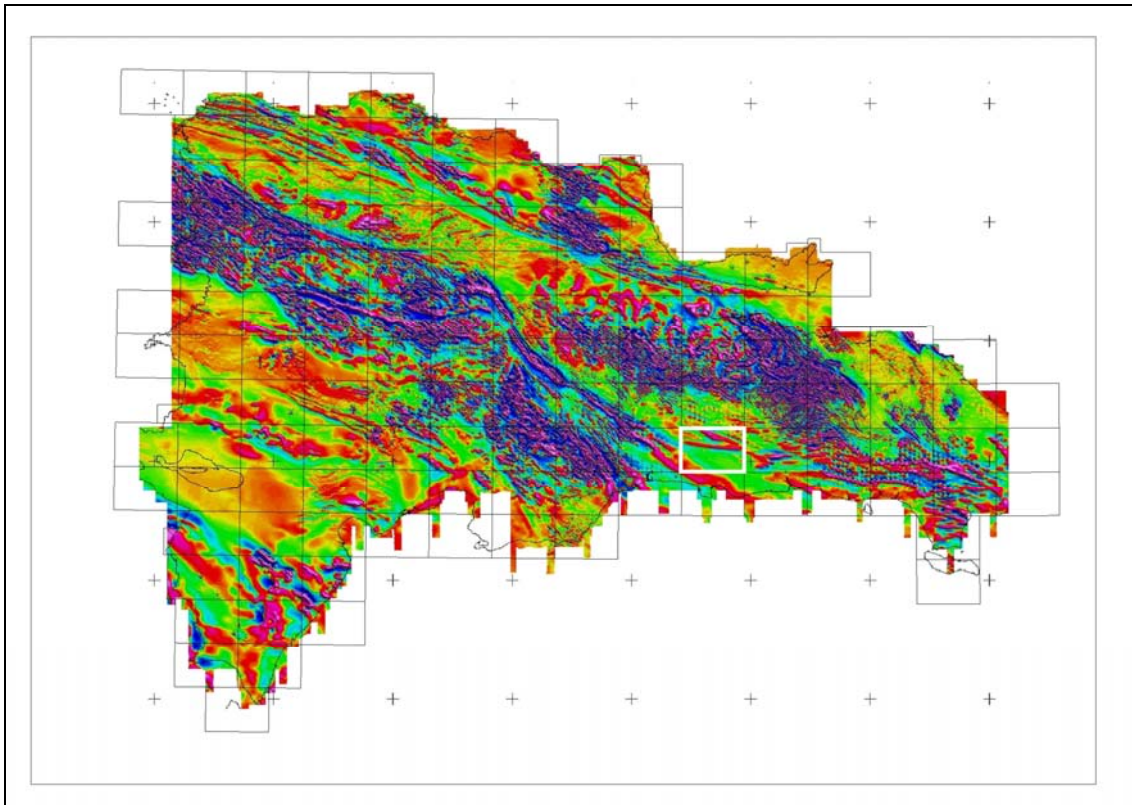


Fig. 1.2. Mapa de Gradiente vertical de la República Dominicana (Ayala *et al.*, *in press*)

## 1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:50.000 de Guerra (6271-I) se encuentra situada en el sector meridional de la República Dominicana, inmediatamente al noreste de Santo Domingo. Su territorio se reparte entre las provincias de San Pedro de Macorís, al este, Monte Plata, al noroeste, y Santo Domingo, que ocupa la mayor parte de su superficie; casi la totalidad del territorio de esta última provincia corresponde al municipio de Guerra, exceptuándose una mínima porción perteneciente al municipio de Boca Chica. Posee una fisonomía poco definida, con un relieve caracterizado por contrastes altimétricos mínimos entre las elevaciones y las depresiones, lo que junto con el precario desarrollo de la red fluvial hace que la acusada tendencia al endorreísmo sea la principal característica geográfica de la zona. Esta fisonomía es típica de las áreas interiores de la Llanura Costera del Caribe, uno de los principales dominios fisiográficos de la República Dominicana (Fig. 1.3), en el cual se enmarca la totalidad de la Hoja.

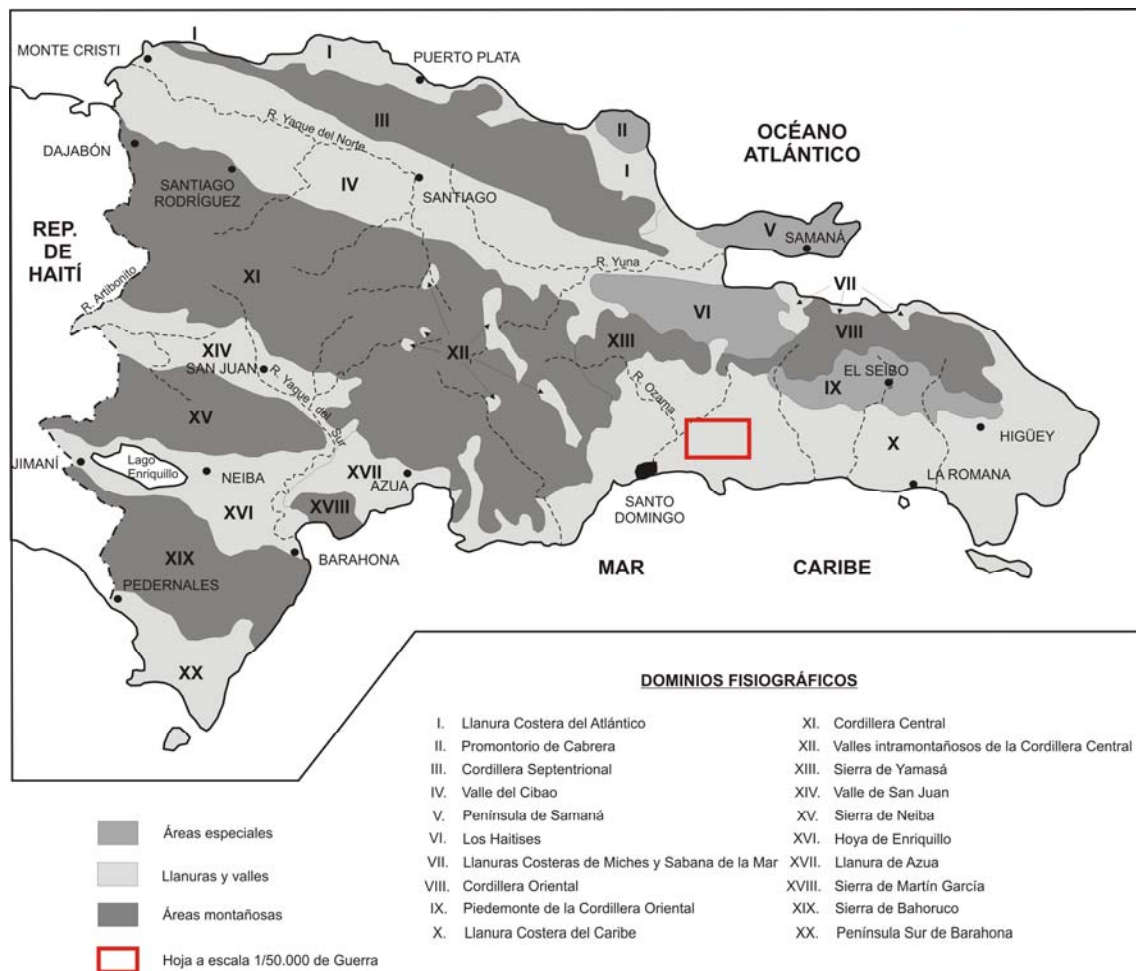


Fig. 1.3. Esquema de situación de la Hoja de Guerra en relación con los principales dominios fisiográficos de la República Dominicana (De la Fuente, 1976, modificado)

La Llanura Costera del Caribe es la más destacada de las llanuras costeras de la República Dominicana, tanto por sus dimensiones (240 km de longitud y 10-40 km de anchura) como por albergar varios de sus principales núcleos de población, como Santo Domingo, La Romana y San Pedro de Macorís. En un sentido estricto, se extiende al este del río Haina con una dirección E-O, situándose al sur y al este de la Cordillera Oriental (Fig. 1.4). Se configura como una monótona planicie que sólo ocasionalmente alcanza más de 100 m de altitud, atravesada en sentido N-S por cursos fluviales esporádicos, pero de notable envergadura: Ozama, Higuamo, Soco, Cumayasa, Chavón y Yuma, de oeste a este. 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.



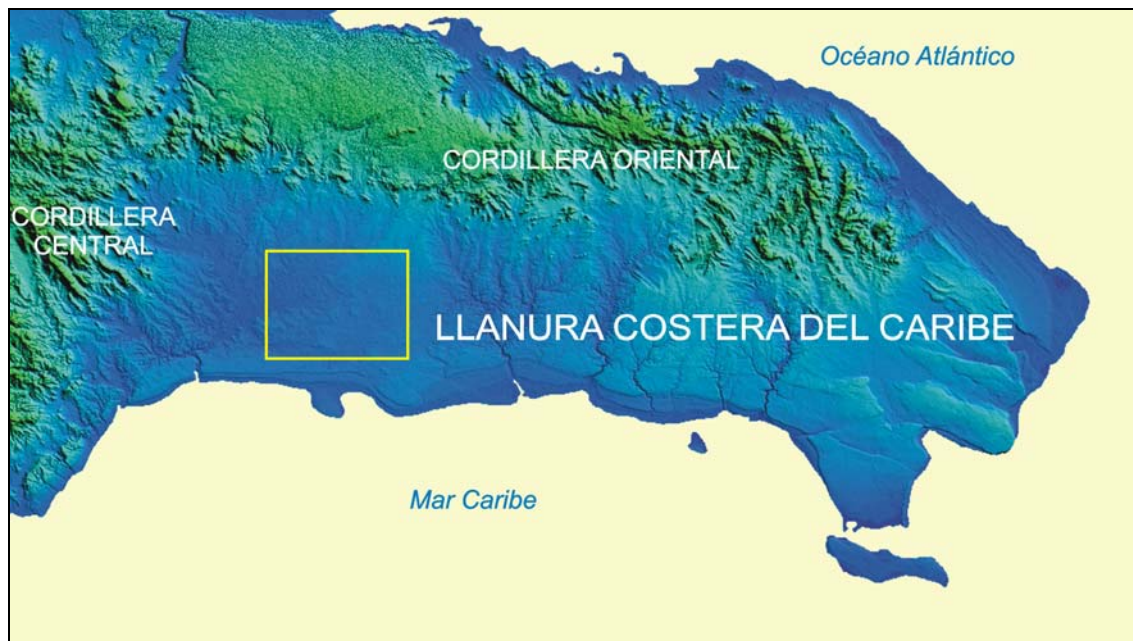


Fig. 1.4. Modelo digital del terreno de la Llanura Costera del Caribe

En el ámbito de la Hoja, la Llanura Costera del Caribe se presenta como una zona plana y suavemente alomada, de contrastes topográficos mínimos, con una altitud máxima algo superior a +40 m en los extremos nororiental y suroccidental, y cotas mínimas, ligeramente inferiores a +10 m, en el valle de los ríos Brujuelas y Yabacao y en el del arroyo El Canchón. Estos mínimos desniveles confieren al paisaje una fisonomía de gran planicie, si bien en detalle esta monotonía es rota por la instalación de lagunas y charcas en las múltiples depresiones existentes.

La red fluvial posee un desarrollo muy deficiente, siendo su elemento principal el río Brujuelas, que sufre una brusca pérdida de drenaje en el borde meridional de la Hoja. Junto a él, cabe destacar el río Yabacao, afluente del río Ozama, que drena el sector noroccidental.

La región posee un típico clima tropical (De la Fuente, 1976), suavizado por su carácter insular, con temperaturas medias de 26-27° C y precipitaciones que aumentan de SE a NO desde 1.300 hasta 1.900 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 de lluvias se extiende de marzo a diciembre y la seca, de diciembre a marzo.

La vegetación autóctona corresponde a un tipo húmedo subtropical, pero son muy extensos los pastizales y campos de caña.

Se trata de una zona escasamente poblada, concentrándose sus habitantes principalmente en el ámbito de las carreteras Mella y de Bayaguana, y especialmente en Guerra, núcleo de población más destacado. Sus principales actividades se relacionan con la agricultura y la ganadería.

La red de comunicaciones es aceptable, pues además de las dos carreteras señaladas, la autopista del Nordeste (Juan Pablo II) atraviesa los extremos suroccidental y noroccidental de la Hoja, en tanto que las zonas más despobladas se encuentran surcadas por una densa red de pistas que permiten el acceso a las diversas actividades agropecuarias.

### 1.3. Marco geológico

La Hoja de Guerra refleja en buena medida las características geológicas del dominio en el que se incluye, la Llanura Costera del Caribe (Fig. 1.5). Su estructura geológica se basa en la presencia de una plataforma marina plio-cuaternaria de tipo barrera arrecifal-*lagoon* (Fms. Los Haitises-Yanigua), emergida en el Pleistoceno Inferior.

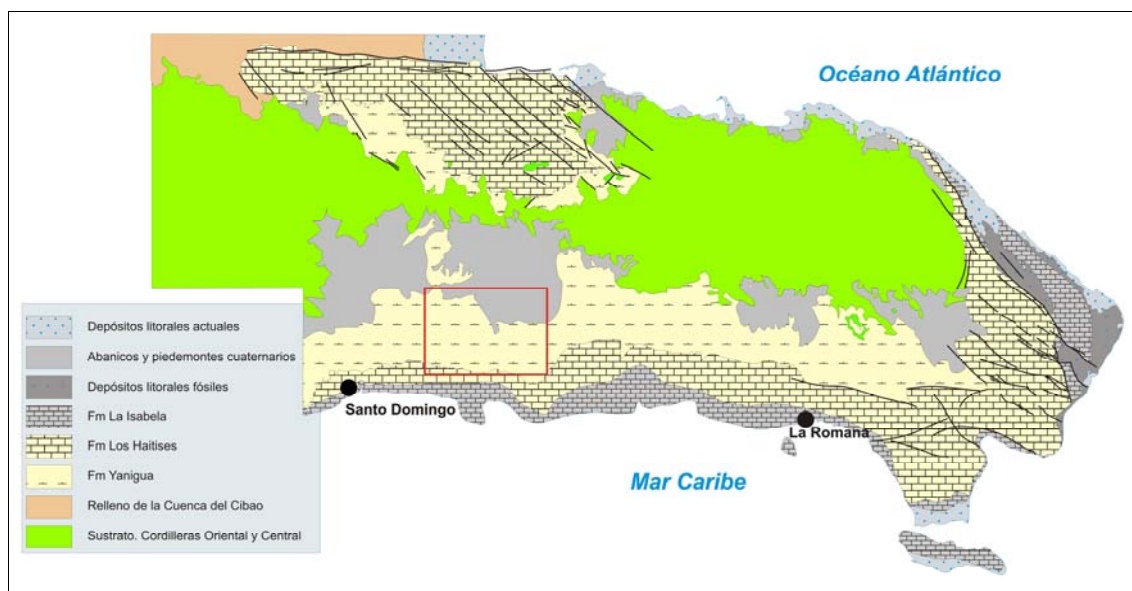


Fig. 1.5. Esquema geológico de las plataformas plio-cuaternarias del sector oriental de la República Dominicana y situación de la Hoja de Guerra

Aunque el ascenso y la consiguiente retirada del mar son interpretadas en el contexto de procesos de envergadura geodinámica, son inexistentes las estructuras superficiales que respondan a deformaciones tectónicas, si bien diversos métodos geofísicos han señalado la presencia en profundidad de la Zona de Falla de La Española, concretamente en el sector suroccidental.

Entre los sedimentos cuaternarios, cabe destacar por su extensión los de carácter fluvial y lacustre-endorreico, a los que hay que añadir los de origen kárstico del sector meridional.

#### **1.4. Antecedentes**

Aunque los trabajos geológicos pioneros en la República Dominicana se remontan a la época del descubrimiento de América, el conocimiento actual se sustenta principalmente en el notable impulso que se produjo entre las décadas de los años sesenta y ochenta del pasado siglo, merced a la elaboración de una serie de tesis doctorales de carácter regional, entre las que cabe señalar las de: Bowin (1960), sobre el sector central de la República Dominicana; Nagle (1966), relativa a la geología del sector de Puerto Plata; Mann (1983), centrada en aspectos estructurales y estratigráficos de La Española y Jamaica; Bourdon (1985), que añadió un detalle considerable al conocimiento de la Cordillera Oriental, principalmente en sus aspectos estratigráficos, paleontológicos y petrológicos Boisseau (1987), que precisa la estructura del flanco nororiental de la Cordillera Central; Mercier de Lepinay (1987), que desarrolla un ambicioso estudio estratigráfico y estructural de la isla a fin de establecer su interpretación geodinámica; De Zoeten (1988), que trata sobre la estratigrafía y la estructura de la Cordillera Septentrional; y Dolan (1988), que aborda la sedimentación paleógena en las cuencas orientales de las Antillas Mayores.

Es imprescindible destacar la auténtica puesta al día de los conocimientos geológicos acerca de La Española que supuso la interesante monografía de Mann *et al.* (1991) para la Sociedad Geológica de América, documento básico para trabajos posteriores. No obstante, en ella se echa de menos algún trabajo relativo a un dominio de la extensión de la Llanura Costera del Caribe.

El volumen anterior va acompañado de cartografías de síntesis a escala 1:150.000 de diversos dominios, observándose también una importante escasez de datos en relación con la Llanura Costera del Caribe. Además de estas cartografías de síntesis,



es preciso destacar la efectuada a escala 1:250.000 por la Dirección General de Minería y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991).

Entre los trabajos más recientes es preciso señalar por la ingente cantidad de información geológica aportada, el Proyecto L del Programa SYSMIN (IGME-BRGM-INYPSA, 2002-2004), desarrollado en el sector oriental de La Española, tanto en la Cordillera Oriental, como en la Llanura Costera del Caribe y la región de Los Haitises. Aunque destacan especialmente los aspectos relacionados con la cartografía geológica (escala 1/50.000) y geomorfológica y de procesos activos (escala 1/100.000), no deben olvidarse las memorias que acompañan a cada una de las Hojas elaboradas, ni los diversos informes complementarios, de carácter petrológico, sedimentológico y paleontológico.

La información acumulada, tanto el proyecto anterior como en los restantes relacionados con la cartografía geotemática del Programa SYSMIN, dieron pie a sendas monografías: Pérez-Estaún *et al.* (2002), relacionada con el Proyecto C, desarrollado fundamentalmente en la Cordillera Central y la cuenca de Ázua; y Pérez-Estaún *et al.* (2007), relacionada con los proyectos K y L, desarrollados básicamente en las cordilleras Central y Oriental, las sierras de Bahoruco y Neiba y las cuencas de Enriquillo y del Cibao.

En relación con el territorio ocupado por la Hoja, los complejos arrecifales del sector suroriental de La Española han sido mencionados desde épocas remotas (Gabb, 1873; Cook, en Vaughan *et al.*, 1921). No obstante, la primera descripción detallada de sus terrazas es debida a Barrett (1962), que señala la existencia de ocho niveles principales. Posteriormente, Schubert y Cowart (1982) proponen una cronología preliminar para estos niveles y Geister (1982) se centra en aspectos paleoambientales y paleogeográficos del sector Santo Domingo-Boca Chica.

En cualquier caso, el trabajo de mayor interés para la realización de la presente 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.

En cuanto a los estudios de índole geomorfológica, son escasos, al igual que en el resto de la República Dominicana. De entre ellos, hay que resaltar el libro *Geografía Dominicana* (De la Fuente, 1976), que además de aportar una abundante cantidad de datos geográficos e ilustraciones, apunta numerosas consideraciones de orden geomorfológico; sus denominaciones geográficas han servido de referencia durante la realización del presente trabajo.

Por último, dentro del Programa SYSMIN y con carácter general en relación al ámbito dominicano, es preciso señalar los trabajos relativos a geofísica aeroportada (CGG, 1997) y a aspectos sísmicos (Prointec, 1999) e hidrogeológicos (Acuater, 2000; Eptisa, 2004).

## 2. ESTRATIGRAFÍA

En la Hoja a escala 1:50.000 de Guerra afloran exclusivamente materiales cenozoicos, concretamente pliocenos y cuaternarios, que constituyen dos conjuntos netamente diferenciados:

- Materiales plio-pleistocenos, que configuran la morfoestructura básica de la zona. Se trata de una sucesión de rocas sedimentarias depositadas en una plataforma marina, cuya disposición actual es el resultado de la tendencia ascendente de la región.
- Materiales cuaternarios, que se disponen discontinuamente sobre los anteriores. Responden a un espectro genético que incluye depósitos de origen lacustre-endorreico, fluvial y kárstico.

### 2.1. Cenozoico

#### 2.1.1. Plioceno-Pleistoceno Inferior

Los sedimentos plio-pleistocenos son el constituyente fundamental de la Llanura Costera del Caribe. Aunque su sustrato no es visible aquí, afloramientos cercanos ponen de manifiesto que el presente conjunto se dispone sobre un paleorrelieve modelado sobre materiales mesozoicos y paleógenos intensamente deformados, integrantes del sustrato de las cordilleras Oriental y Central. Presentan una disposición horizontal y su espesor no se puede precisar al no aflorar su base, aunque probablemente esté comprendido entre 100 y 200 m. Incluye dos conjuntos principales:

- Fm Yanigua. Se trata de una monótona sucesión de margas con intercalaciones de calizas depositadas en un *lagoon* (unidad 2), extendida ampliamente hacia el interior de la Llanura Costera del Caribe y atribuida al Plioceno-Pleistoceno Inferior. En el sector septentrional, este conjunto margoso intercala niveles detríticos (unidad 1), en tanto que hacia el sur incrementa las intercalaciones calcáreas hasta pasar lateralmente a la Fm Los Haitises.

- Fm Los Haitises. Es un peculiar conjunto calcáreo de origen arrecifal (unidad 3), que presenta una fisonomía muy característica debido a la evolución eustática de la región y a la intensa acción de la meteorización química. Aflora en el sector meridional de la Llanura Costera del Caribe, conformando las mayores elevaciones de la misma.

2.1.1.1. Fm Yanigua. (1) Arenas, arcillas y gravas. (2) Margas amarillentas y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub>

Constituye una de las unidades características del sector centro-occidental de la Llanura Costera del Caribe, si bien hasta la fecha son prácticamente inexistentes los estudios relativos a ella. Se dispone al sur de las cordilleras Oriental y Central, quedando oculta en buena parte por abanicos y piedemontes cuaternarios. Pese a la deficiencia de sus afloramientos y la precariedad de las dataciones, se ha correlacionado con los materiales que en la región de Los Haitises fueron descritos por Brower y Brower (1982) como Fm Yanigua y precisados posteriormente por Iturralde (2001), Díaz de Neira y Hernaiz (2004), García-Senz (2004), Hernaiz (2004), Monthel (2004), Monthel y Capdeville (2004) y Monthel *et al.* (2004).

Sus afloramientos son los más extensos de la Hoja, presentando una deficiente calidad de observación debido a la fácil alterabilidad de los materiales margosos y a la ausencia de encajamientos y desniveles en el terreno. Tan sólo algunas canteras permiten observar las características básicas de los niveles calcáreos, en tanto que los niveles margosos muestran una mayor calidad para su descripción en diversos cortes de la vecina Hoja de Villa Mella (6271-IV). Allí, la Fm Yanigua aparece como una monótona sucesión de margas de tonos marrones, que intercalan niveles de calizas y calcarenitas (unidad 2), más frecuentes y potentes hacia el sur. Por alteración proporciona al terreno típicas coloraciones amarillentas y ocreas. En el sector noroccidental se observa la intercalación de areniscas gruesas (unidad 1), correspondientes a descargas de terrígenos procedentes de la Cordillera Oriental.

No aflora su base, de carácter discordante en otros puntos de la región, donde se apoya sobre materiales mesozoicos y paleógenos de las cordilleras Central y Oriental, en tanto que su techo ha sido erosionado, aunque es probable que en algunas zonas originalmente se encontrase próximo a las superficies estructurales del sector oriental y al contacto con los abanicos aluviales de baja pendiente suprayacentes. De ello se deduce un espesor mínimo de 40 m.

Su paso hacia el sur a la Fm Los Haitises se produce mediante un enriquecimiento calcáreo, hasta la total desaparición del contenido margoso. Se trata de un paso gradual, por lo que el límite entre ambas unidades ofrece varias posibilidades, entre ellas, la delimitación de una nueva unidad con un contenido equiparable de margas y calizas y que podría asimilarse a la Fm Cevicos (Vaughan *et al.*, 1921); no obstante, a fin de simplificar la cartografía de la zona y eliminar en la medida de lo posible la subjetividad en la delimitación de los contactos, se ha optado por considerar como Fm Los Haitises aquellos afloramientos con un contenido calcáreo exclusivo y como Fm Yanigua a partir de la aparición de contenido margoso en la serie, criterio que además coincide con la existencia de escorrentía superficial.

Petrográficamente, los niveles calizos aparecen como *wackestones-packstones* bioclásticos, con una proporción muy variable tanto de aloquímicos (30-70%) como de matriz (15-60%) y cemento (0-45%), incluyendo ocasionalmente cuarzo (<7%), glauconita (<4%) y fragmentos de roca (<2%); entre los componentes texturales predominan con mucho los fósiles, en proporción superior al 95%, pudiendo clasificarse como biomicritas. Ocasionalmente, se reconocen *boundstones* integrados por corales.

En las areniscas se aprecia un contenido abundante de fragmentos líticos, con un contenido variable de cuarzo, clasificándose como cuarzoarenitas o litarenitas, según los casos.

El contenido faunístico de los niveles margosos es escaso, pese a lo cual se han hallado *Ammonia* sp., *A. (Rotalia) becarii* (Linneo), *Nonion* sp., *Bolivina* sp., *Elphidium* sp., *Cibicides* sp., *Criboelphidium* sp., *Asterigerina* sp., *Cancris* sp., *Globigerina* sp. y *Rotalia* sp., además de Ostrácodos, radiolas de Equínidos y fragmentos de Lamelibranquios, que sugieren una edad pliocena, acorde con la edad Plioceno-Pleistoceno Inferior propuesta para la Fm Los Haitises y asignada a la presente unidad. En los niveles calcáreos se han encontrado Corales, Algas rojas, Miliólidos, Nummulítidos, Bivalvos, Gasterópodos, Briozoos, Braquiópodos y placas de Equinodermos, carentes de valor determinativo.

El depósito de la Fm Yanigua se interpreta en un contexto de plataforma interna protegida por la barrera arrecifal constituida por la Fm Los Haitises (Fig. 2.1). La barrera protegía, probablemente, áreas con desarrollo de praderas de corales ramosos que crecían sobre y entre acumulaciones de calcarenitas bioclásticas. Más hacia

tierra, estos depósitos darían paso a barros calcáreos con proporciones variables de bioclastos y pequeños cuerpos calcareníticos, en los que proliferaron distintos tipos de moluscos y foraminíferos, y crecimientos parcheados de coral. Donde la influencia de sedimento arcilloso en suspensión fue mayor, los barros calcáreos dejaron paso a margas que albergaron comunidades similares de organismos. A los sectores más internos de la plataforma llegarían avalanchas de terrígenos procedentes de los relieves de la Cordillera Oriental, representadas por los niveles arenosos.

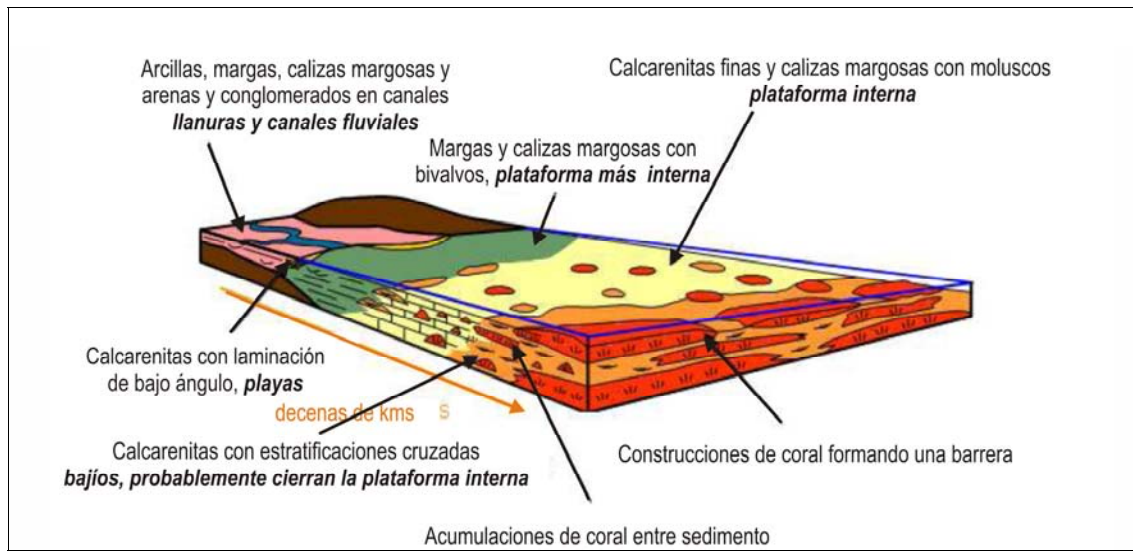


Fig. 2.1. Esquema paleogeográfico del Plioceno-Pleistoceno Inferior (Fms. Yanigua-Los Haitises) (Braga, 2010)

### 2.1.1.2. Fm Los Haitises (3). Calizas arrecifales y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N<sub>2</sub>-Q<sub>1</sub>

Se trata del conjunto calcáreo que constituye las zonas más elevadas del sector meridional, en el que se encuentra su ámbito de afloramiento, disponiéndose a modo de umbral que separa las zonas deprimidas de la Llanura Costera del Caribe situadas al norte (zona de Guerra, valle del río Brujuelas...), de las superficies escalonadas que constituyen la vertiente caribeña, en la vecina Hoja de Boca Chica (6271-II). Es posible la observación de las principales características de la unidad en los taludes de la autovía del Nordeste y en las diversas canteras de la zona. En cualquier caso, existe un corte de gran calidad en las proximidades de la Hoja, concretamente en la pista que une el hipódromo de Santo Domingo con la Base de San Isidro, dentro de la Hoja a escala 1:50.000 de Santo Domingo (6271-III).

Por su semejanza litológica y edad equiparable, la unidad se ha correlacionado con los materiales calcáreos que en la región de Los Haitises fueron descritos por Brower y Brower (1982) como Fms. Cevicos y Los Haitises y agrupados por Iturralde (2001) como Fm Los Haitises, criterio seguido y precisado por Díaz de Neira y Hernaiz (2004) y García-Senz (2004). Las evidentes diferencias morfológicas que muestra el presente conjunto en la Llanura Costera del Caribe con respecto a la región de Los Haitises derivan de su distinta evolución estructural y del diferente grado de meteorización sufrido.

Aparecen como un monótono conjunto de calizas grises a blanquecinas, en las que el elevado contenido fosilífero es observable a simple vista. Generalmente, se agrupan en bancos de espesor métrico a decamétrico, aunque con frecuencia su estratificación no es fácilmente observable, lo que acentúa su aspecto masivo y uniforme, aspecto incrementado por la notable karstificación que afecta a la unidad a diversas escalas. Su muro no es visible, en tanto que su techo original debió aproximarse a su actual superficie topográfica, de lo que se deducen espesores mínimos de 45 m.

Hacia el norte pasa a la Fm Yanigua mediante cambio lateral, habiéndose establecido el contacto a partir de las primeras apariciones de margas, criterio que además coincide con el desarrollo de drenaje superficial, ausente en la presente unidad debido a la eficacia de los procesos kársticos.

Petrográficamente aparecen como calizas fosilíferas (biomicritas) con grado de recristalización variable y porosidad tanto primaria como secundaria. Predominan los *boundstones* de corales, reconociéndose además *packstones* y *wackestones* bioclásticos con proporciones variables de aloquímicos (20-50%), matriz (15-70%) y cemento (<40%); también se reconocen *wackestones* bioclásticos cuyo contenido de aloquímicos (15-35%) corresponde básicamente a fósiles (>95%), con una elevada proporción de matriz (60-85%), superior a la de cemento (<40%).

Las facies más frecuentes responden a construcciones de corales, especialmente ramosos, que pueden aparecer fragmentadas o dispersas en un sedimento bioclástico con matriz micrítica, o bien como colonias masivas.

Además de los Corales, que constituyen el integrante principal, la unidad alberga un abundante contenido fosilífero que incluye Algas rojas, Miliólidos, Nummulítidos, Bivalvos, Gasterópodos, Briozoos, Ostrácodos y espículas de Equinodermos. En

cualquier caso, la presencia de *Acropora cervicornis*, *A. palmata* y *Stylophora* en diversos puntos de la presente unidad a lo largo de la Llanura Costera del Caribe, acota la edad de la unidad al Plioceno-Pleistoceno Inferior, sin que deba descartarse que su base se sitúe en el Mioceno Superior (Braga, 2010).

### 2.1.2. Cuaternario

Los depósitos cuaternarios poseen una notable extensión, encontrándose repartidos por la totalidad de la Hoja. Predominan los de carácter fluvial y lacustre-endorreico, que junto con los de origen kárstico del sector meridional completan el espectro de la Hoja.

#### 2.1.2.1. Abanicos aluviales de baja pendiente (4). Arcillas abigarradas con cantos. Pleistoceno Q<sub>2-3</sub>

Aparecen en el sector septentrional, constituyendo el extremo meridional de las grandes formas que, partiendo de la Cordillera Oriental, tapizan parcialmente la Llanura Costera del Caribe. Configuran una monótona e inmensa planicie ligeramente inclinada desde una cota próxima a 100 m al pie de la cordillera (Hoja a escala 1:50.000 de Bayaguana, 6272-II) hasta 20-30 m en su sector distal, en el ámbito de la Hoja. En general afloran con deficiente calidad, apareciendo como lutitas de tonos rojizos; no obstante, la cantera de San Alfonso, en el sector nororiental, muestra magníficas exposiciones de la unidad.

Allí se observa cómo las lutitas están afectadas por edafizaciones que les confieren un aspecto abigarrado que recuerda al de las alteraciones del basamento de la cordillera. Esporádicamente, intercalan pequeños niveles de cantos de composición ígneo-metamórfica y dimensiones de orden centimétrico. No se observa su base, pero se deduce su disposición sobre la Fm Yanigua. Con respecto a su espesor, aunque variable como consecuencia del paleorrelieve configurado por la unidad infrayacente, se cifra en un máximo de 10-15 m.

En cuanto a su edad, queda acotada por la del techo de la Fm Yanigua, atribuido al Pleistoceno Inferior, lo que unido al grado de encajamiento de la red fluvial en ellos, sugiere su asignación al Pleistoceno Medio-Superior.



#### 2.1.2.2. Fondo de dolina o uvala (5). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno-Holoceno Q<sub>2-4</sub>

Aparecen relacionadas con las depresiones kársticas desarrolladas sobre los materiales calcáreos de la Fm Los Haitises, alcanzando dimensiones de orden hectométrico. Configuran afloramientos de forma y dimensiones diversas, predominando las dolinas subcirculares y elípticas, aunque también se observan uvalas por unión de dos o más dolinas.

Se trata de arcillas rojas de aspecto masivo, generadas por la descalcificación de las litologías calcáreas debida a karstificación. Su espesor varía considerablemente según los casos, pudiendo superar los 3 m. Su edad inferior está acotada por la de la Fm Los Haitises, por lo que se enmarcan en el Pleistoceno-Holoceno.

#### 2.1.2.3. Terraza (6). Gravas y arenas. Pleistoceno Q<sub>3</sub>

Tan sólo se ha reconocido un depósito de esta naturaleza, concretamente en la margen izquierda del río Yabacao. Alcanza 2 km de anchura, si bien se encuentra parcialmente fosilizado por depósitos de llanura de inundación de un curso secundario.

No existe corte alguno que permita describir las características detalladas de la unidad, sino tan sólo asomos puntuales donde se observa su litología general, consistente en gravas polimícticas en matriz arenosa de tonos rojizos, con cantos redondeados de composición ígneo-metamórfica predominante, cuyo diámetro está comprendido frecuentemente entre 5 y 10 cm. Su potencia alcanza 7 m.

Por lo que respecta a su edad, en función del grado de incisión de la red actual en ellas, se atribuyen tentativamente al Pleistoceno Superior.

#### 2.1.2.4. Fondo endorreico (7). Lutitas. Pleistoceno-Holoceno Q<sub>3-4</sub>

Están ampliamente extendidas por toda la zona, pudiendo sobrepasar los 6 km de eje mayor. Se desarrollan principalmente sobre los materiales margosos de la Fm Yanigua, lo que hace que en numerosos casos acaben convirtiéndose total o parcialmente en charcas o lagunas. Debido a sus morfologías redondeadas y elípticas parecen responder a procesos de disolución de los materiales carbonatados del

sustrato. No obstante, en ocasiones su forma alargada y su distribución alineada con algunas lagunas y charcas, sugieren su génesis a partir de antiguos cursos fluviales mínimamente encajados y prácticamente irreconocibles hoy día.

Pese a su amplia representación, poco puede decirse de su composición ante la falta de cortes, tan sólo el predominio de lutitas de tonos oscuros. Su espesor tampoco ha sido determinado, pudiendo variar notablemente en función de las dimensiones del fondo, aunque probablemente esté comprendido entre 2 y 4 m. Se incluyen en el Pleistoceno-Holoceno.

2.1.2.5. Llanura de inundación (8). Gravas, arenas y lutitas. Cauce o meandro abandonado (9). Lutitas, arenas y gravas. Pleistoceno-Holoceno Q<sub>3-4</sub>

Las llanuras de inundación se encuentran ampliamente representadas, apareciendo como bandas planas de anchura hectométrica adyacentes al cauce de numerosos ríos y arroyos, destacando en cualquier caso las correspondientes a los ríos Yabacao y Brujuelas, de anchura kilométrica. Junto a ellas, se han incluido una serie de planicies ligeramente encajadas, cuya geometría sugiere que formaban parte de antiguas redes de drenaje, prácticamente irreconocibles en la actualidad. En el valle del río Brujuelas se constata igualmente la existencia de cauces y meandros abandonados, muy evidentes cuando están sobre la llanura de inundación actual, pero no tanto cuando están fuera de ella.

La llanura de inundación de los ríos principales está constituida por gravas polimícticas en matriz arenosa, siendo frecuentes las pasadas de arenas y lutitas. Su espesor es difícil de determinar al no observarse el sustrato, pero debe sobrepasar 5 m; en el caso de la llanura de algunos cursos fluviales menores, se observa un claro predominio lutítico. En cuanto a los cauces y meandros abandonados, a su composición en estado activo, con predominio de gravas y arenas, se superpone un contenido lutítico derivado de procesos de decantación ligados a su actual dinámica de inundación.

Las relacionadas con la dinámica actual son evidentemente holocenas, pero parece probable que las correspondientes a redes de drenaje antiguas sean pleistocenas.

#### 2.1.2.6. Fondo de valle (10). Gravas, arenas y lutitas. Holoceno Q<sub>4</sub>

Se trata de formas estrechas coincidentes con el canal de estiaje y que constituyen el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual. Los principales están constituidos por gravas polimícticas en matriz arenosa, con predominio de cantos ígneo-metamórficos debido a su procedencia de la Cordillera Oriental. En el caso de los menores, al nutrirse de materiales pliocenos de la Fm. Yanigua aumentan la proporción lutítica y el contenido de cantos calcáreos.

En el caso de los ríos Yabacao y Brujuelas, las gravas contienen cantos redondeados de 10-20 cm. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda varía notablemente en función del curso fluvial en cuestión, pudiendo alcanzar 5 m. Por su actividad actual se asignan al Holoceno.

#### 2.1.2.7. Laguna (11). Lutitas. Holoceno Q<sub>4</sub>

Constituyen otro elemento característico de la zona, especialmente en el sector oriental. Sus innumerables representantes poseen formas y dimensiones muy variables, desde charcas de orden decamétrico, hasta lagunas de 1 km de eje mayor, destacando la laguna Manatí. En unos casos, su génesis tiene lugar por inundación de áreas endorreicas y sus formas redondeadas parecen responder a procesos de disolución de los materiales carbonatados del sustrato. En otros, sus formas alargadas y arqueadas sugieren su génesis a partir de antiguos cursos fluviales mínimamente encajados y prácticamente irreconocibles hoy día.

Se trata de lutitas oscuras cuyo espesor no ha sido determinado, aunque debe aproximarse a 2-3 m. Se asignan al Holoceno por su dinámica actual.

### **3. TECTÓNICA**

#### **3.1. Estructura**

La Hoja de Guerra (6271-I) se localiza en el sector occidental de la Llanura Costera del Caribe, espectacular planicie bajo cuya cobertera sedimentaria plio-cuaternaria se ocultan las estructuras de dirección NO-SE de las cordilleras Central y Oriental. El espesor de esta cobertera sedimentaria es variable, pudiendo señalarse como cifra orientativa los más de 600 m atravesados por los sondeos efectuados en el ámbito de San Pedro de Macorís (Valladares *et al.*, 2006), que también han señalado una profundidad superior a 1.000 m para los materiales del sustrato mesozoico-paleógeno. Entre ambos conjuntos se constata la existencia de una serie sedimentaria de algo más de 300 m de potencia, atribuida con reservas al Mioceno.

El mapa de gradiente vertical de la región señala la prolongación en profundidad de las estructuras de dirección NO-SE de las cordilleras (Fig. 3.1), que en el sector oriental de la Llanura Costera se manifiesta a través de un sistema de fracturación que parece guardar relación, al menos parcialmente, con la deformación de la Cordillera Oriental. La morfología de la Llanura, con escalonamientos de gran continuidad paralelos al litoral, es el reflejo de los procesos sedimentarios y del ascenso generalizado de La Española, acontecidos durante el Plioceno-Cuaternario provocando la consiguiente retirada marina. En cualquier caso, en la llanura dicho ascenso se articula sin la actividad de falla alguna.

#### **3.2. Estructura de la Hoja de Guerra**

Como se ha señalado, el mapa de gradiente vertical refleja nítidamente la estructuración del sustrato según una dirección preferente NO-SE, identificándose en el sector suroccidental de la Hoja la prolongación de la Zona de Falla de La Española, caracterizada por la extrusión de la Peridotita de Loma Caribe. Aunque se desconoce su profundidad aquí, sirvan como orientación dos datos: su afloramiento en el sector noroccidental de la vecina Hoja de Villa Mella (6271-IV) y su presencia a más de 1.000 m de profundidad en el ámbito de San Pedro de Macorís (Valladares *et al.*, 2006).

Aunque no se han identificado estructuras superficiales de origen tectónico en la región, es indudable la actividad tectónica durante el Cuaternario. El ascenso de la

plataforma carbonatada pliocena no es justificable únicamente por variaciones del nivel del mar, sino que debe enmarcarse en un proceso de envergadura geodinámica que se refleja en el ascenso de La Española y el consiguiente incremento de su superficie.

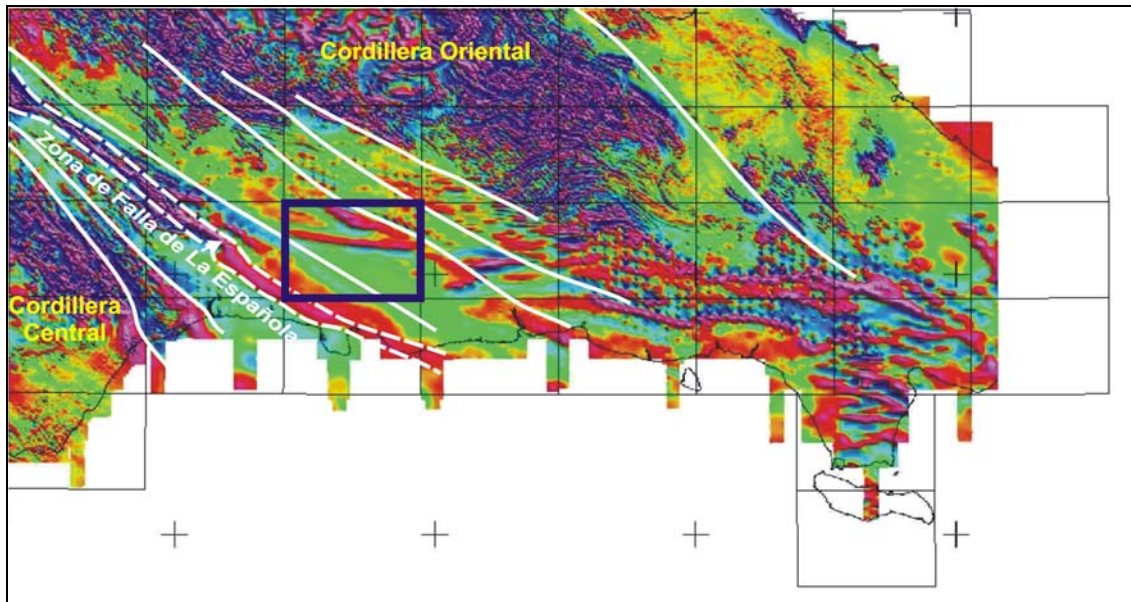


Fig. 3.1. Principales estructuras del subsuelo de la Llanura Costera del Caribe deducidas del mapa de Gradiente vertical (Ayala *et al.*, *in press*)

Este ascenso se ha producido con tasas de elevación diferentes en los distintos dominios de la isla. En este sentido, pese a la escasez de dataciones existentes en materiales cuaternarios, los datos aportados por los aterrazamientos marinos asociados a las formaciones La Isabela y Los Haitises, permiten establecer al menos pautas generales y tasas de elevación aproximadas.

Así, en el sector occidental de la Llanura Costera del Caribe, la terraza datada como MIS 5e ( $121 \pm 9$  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 10 m de altitud máxima en dicha zona. Esto implica un levantamiento próximo a 0,06 mm/año (Braga, 2010); esta misma terraza alcanza 20 m de altitud al pie del paleocantilado que limita meridionalmente el Parque Mirador Sur (Santo Domingo), lo que implica una tasa de levantamiento de 0,14 mm/año. Por tanto, desde el MIS 5e (117-128 ka) la zona occidental de la Llanura Costera del Caribe ha estado elevándose con una velocidad media bastante moderada de entre 0,06 y 0,14 mm/año; esta velocidad es también aplicable desde el MIS 11, ya que la velocidad

deducida para la Superficie Intermedia de la Llanura Costera del Caribe se encuentra comprendida en dicho intervalo.

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

FORMACIÓN	PLATAFORMA DE ABRASIÓN	UNIDAD CARTOGRÁFICA (TERRAZA MARINA)	SUPERFICIE DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE EQUIVALENTE	COTA (m)		DATACIÓN (ka)	TASA DE ELEVACIÓN (mm/año)	EDAD
				SAN PEDRO-BOCA CHICA	SANTO DOMINGO			
LA ISABELA	r <sub>1</sub>			2		4	0,25	PLEISTOCENO SUPERIOR
				3		7	0,29	
	r <sub>2</sub>		INFERIOR	10		<b>121±9</b>	0,06	
					20		0,14	PLEISTOCENO MEDIO
	r <sub>3</sub>			12		200	0,06	
			INTERMEDIA	30		400	0,06	
	r <sub>4</sub>				50		0,08	
	r <sub>5</sub>				55			
LOS HAITISES	r <sub>6</sub> ?	3	SUPERIOR	60	70	781	0,09	PLEISTOCENO INFERIOR
						3500	0,02	PLIOCENO

121: datación absoluta (Schubert y Cowart, 1982)

0,06: tasa de elevación tomada como referencia en el sector de San Pedro Boca Chica

332: para la Fm La Isabela, edad estimada en base a la tasa de elevación y a la curva de Estadios Isotópicos (MIS); para la Fm Los Haitises, edades extremas deducidas de su bioestratigrafía

Fig. 3.2. Tasa de elevación y edad de las unidades arrecifales de la Hoja de Guerra en el contexto de la Llanura Costera del Caribe occidental

El levantamiento, en cualquier caso, se mantiene 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, si bien la altitud actual de sus calizas someras puede dar una idea de dichas tasas. En concreto, en el ámbito de Santo Domingo presentan su altitud máxima en el sector occidental de la Llanura, con una cota próxima a +70 m. Considerando que el depósito de las calizas concluyó en el Pleistoceno Inferior (781 ka), la tasa de levantamiento sería de 0,09 mm/año y 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 0,02 mm/año. En el sector de Boca Chica, donde la altitud máxima de la Fm Los Haitises es de 60 m, dichas tasas serían de 0,08 y 0,02 mm/año, respectivamente. En cualquier caso, estas tasas de elevación resultan sensiblemente inferiores a las experimentadas por la Fm Los Haitises en otros lugares de la isla, como las cordilleras Oriental y Septentrional.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1. 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), se describe en los apartados correspondientes del capítulo de estratigrafía (2.1.2).

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.

#### 4.1.1. Estudio morfoestructural

El relieve de la zona está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman. En concreto, la morfoestructura observable deriva principalmente de la fisonomía de la plataforma arrecifal establecida en la Llanura Costera del Caribe durante el Plioceno (Figs. 4.1 y 4.2), de forma que al emerger el antiguo *lagoon* (Fm Yanigua) pasó a ser una depresión endorreica separada del mar Caribe por el umbral constituido por la antigua barrera arrecifal (Fm Los Haitises). Es sobre esta morfoestructura sobre la que han actuado con mayor o menor eficacia los distintos procesos externos, destacando los de naturaleza fluvial y lacustre-endorreica, sin olvidar la acción más localizada de los procesos kársticos.

##### 4.1.1.1. Formas estructurales

No se han observado formas estructurales de origen tectónico, en tanto que las originadas por la distinta resistencia a la erosión ofrecida por los diversos materiales aflorantes, o litoestructurales, son exclusivamente las *superficies estructurales degradadas* correspondientes al techo de niveles calcáreos de las Fms. Yanigua y Los

Haitises; en el caso de ésta, se trata de la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe, que alberga las cotas más elevadas de la llanura en la región, aunque en la Hoja tan sólo sobrepasan ligeramente +40 m. Es probable que esta superficie también haya sufrido la acción de la morfogénesis marino-litoral durante su formación.

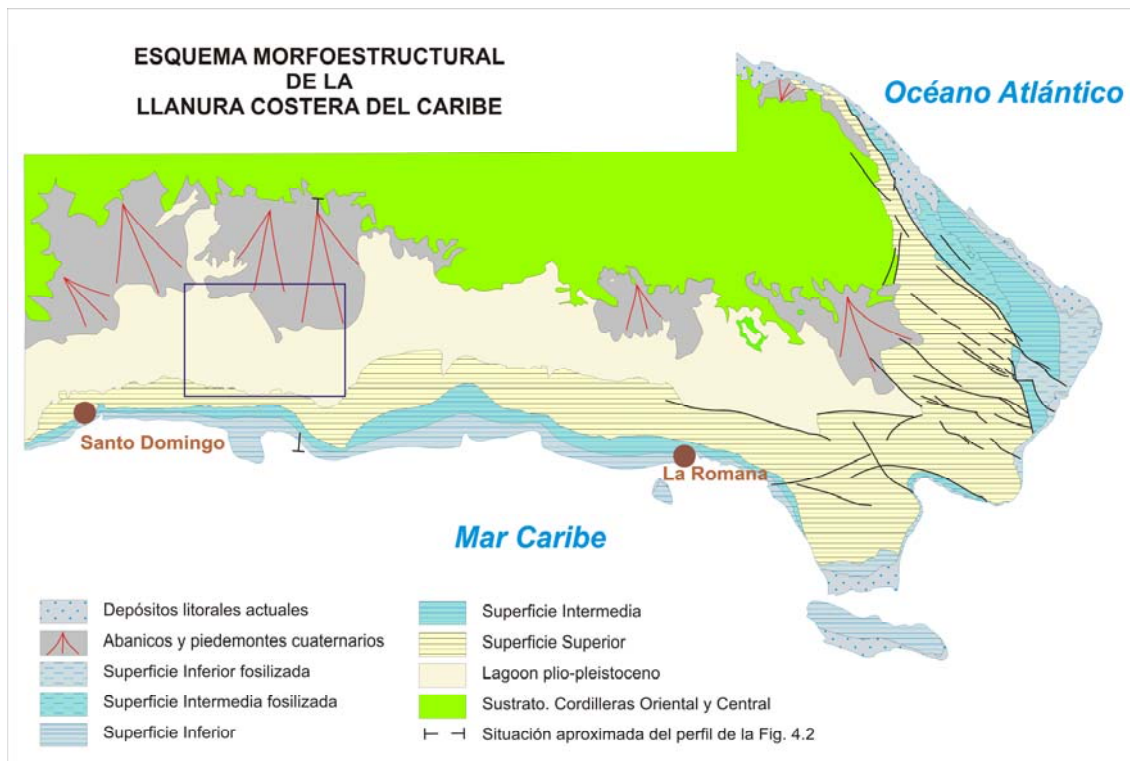


Fig. 4.1. Situación de la Hoja de Guerra en el contexto morfoestructural de la Llanura Costera del Caribe

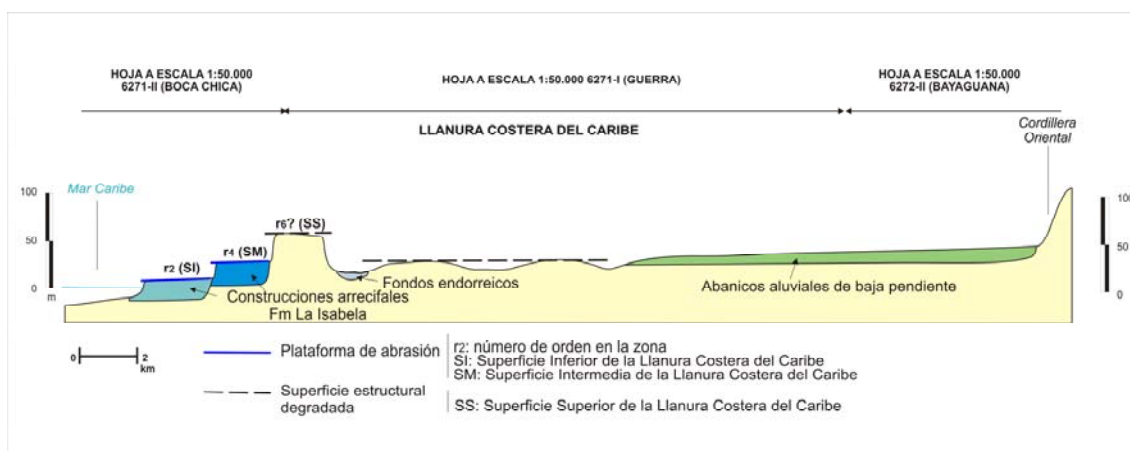


Fig. 4.2. Perfil morfoestructural esquemático del sector occidental de la Llanura Costera del Caribe



En cuanto a las superficies generadas a techo de la Fm Yanigua, su principal representación se localiza en el sector oriental, configurando una espectacular planicie. Constituye el nivel de arranque del encajamiento reciente en la zona, ejerciendo sus restos el papel de superficies divisorias

#### 4.1.2. Estudio del modelado

Pese a que son los procesos marino-litorales los condicionantes fundamentales de la morfoestructura básica de la Llanura Costera del Caribe, en la zona son los de origen fluvial, lacustre-endorreico y kárstico los responsables del modelado actualmente visible.

##### 4.1.2.1. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Están ampliamente representadas, mostrando una cierta variedad de formas sedimentarias, pero no así de formas erosivas debido a la baja altimetría y a los mínimos desniveles existentes.

Los *fondos de valle* son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual. Se trata de formas estrechas coincidentes con el canal de estiaje, destacando entre ellas las de los ríos Yabacao y Brujuelas, junto con los afluentes de éste, el río Tosa y el arroyo Caganche del Altamisa. Todos ellos poseen una *llanura de inundación* más o menos amplia, pero que sobrepasa 1 km de anchura en el caso de los dos primeros. Al norte de Guerra se han reconocido planicies muy ligeramente encajadas que probablemente correspondan a llanuras de inundación de antiguos cursos fluviales, desconectados de la red de drenaje actual.

Dentro de la llanura de inundación del Brujuelas se reconocen *cauces* y *meandros abandonados*, resultado de la deriva del cauce. Debido a los mínimos encajamientos y a la acusada tendencia endorreica, este tipo de formas albergan lagunas, siendo posible que algunos fondos endorreicos y lagunillas también correspondan a antiguas redes de drenaje abandonadas, si bien su grado de conservación no permite corroborar esta idea en todos los casos.

La actividad pretérita de la red fluvial se manifiesta por la *terrazza* existente en la margen izquierda del río Yabacao, a la que se asocia el correspondiente *escarpe*. Se

dispone a una cota de +7 m sobre el cauce del río y posee una anchura cercana a 2 km, aunque su representación en planta es inferior al estar fosilizada por la llanura de inundación de un curso secundario.

Los depósitos más extensos corresponden a *abanicos aluviales de baja pendiente* que, partiendo de la Cordillera Oriental, tapizan parcialmente la Llanura Costera del Caribe, configurando una monótona e inmensa planicie ligeramente inclinada desde una cota próxima a +100 m al pie de la cordillera (Hoja a escala 1:50.000 de Bayaguana, 6272-II) hasta +20-30 m en su sector distal, correspondiente al ámbito septentrional de la Hoja. Probablemente, su génesis esté relacionada con el último periodo de inestabilidad de la cordillera, tras el cual la llanura ha sufrido una tendencia general de encajamiento.

Como forma erosiva se ha reconocido exclusivamente la *incisión lineal*, desarrollada principalmente en el sector septentrional, tratándose en cualquier caso de formas poco marcadas entre las cuales no han llegado a formarse aristas.

El dispositivo paleogeográfico y la litología son los principales condicionantes de la geometría de la red de drenaje. Pese al modelado más reciente, la topografía refleja la herencia del *lagoon* plioceno en el que se depositó la Fm Yanigua y que al emerger se configuró como un territorio de tendencias endorreicas acusadas. Por el contrario, en los afloramientos de la Fm Los Haitises el drenaje se resuelve por infiltración. Por ello, tan sólo el sector septentrional muestra redes de drenaje más o menos convencionales, por incisión sobre los abanicos aluviales de baja pendiente, con un patrón de tipo dendrítico.

Los ríos principales tienen carácter consecutivo, discurriendo a favor de la máxima pendiente regional, es decir en sentido N-S o NE-SO. Se observan llamativas pérdidas de drenaje al alcanzar las calizas karstificadas de la Fm Los Haitises, destacando la del río Brujuelas, en el límite meridional de la Hoja.

Como principales factores condicionantes de la futura evolución de la red, deben tenerse en cuenta: las posibles modificaciones eustáticas del nivel de base, la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella que pudiesen poner fin al régimen endorreico de la región.

#### 4.1.2.2. Formas lacustres y endorreicas

Se trata de lagunas, charcas y áreas endorreicas ampliamente distribuidas, destacando por su extensión y abundancia las *áreas endorreicas*, que llegan a alcanzar 6 km de eje mayor, desarrollándose principalmente sobre los materiales de la Fm Yanigua, lo que hace que con frecuencia acaben convirtiéndose en *charcas* o *lagunas*.

La forma alargada y la distribución alineada de algunas áreas endorreicas, lagunas y charcas, sugiere su génesis a partir de antiguos cursos fluviales mínimamente encajados y prácticamente irreconocibles hoy día. En otros casos, formas más redondeadas parecen responder a procesos de disolución de los materiales carbonatados del sustrato.

#### 4.1.2.3. Formas originadas por meteorización química

Poseen una notable representación en el sector meridional, donde se desarrollan sobre las calizas de la Fm Los Haitises, pudiendo considerarse sus afloramientos como un *área con intensa karstificación*. Ésta alcanza su principal expresión en el *campo de dolinas* existente al sur de La Jina y que evoca un modelado incipiente semejante al de la región de Los Haitises. Las *dolinas* son las formas más características, siendo frecuentes igualmente las *uvalas* por confluencia de varias de ellas. En cualquier caso, la forma más extendida corresponde al *campo de lapiares* desnudo visible por todos sus afloramientos.

Existen pruebas de un notable desarrollo endokárstico, como las pérdidas de drenaje de los cursos fluviales que alcanzan los afloramientos calcáreos, de entre las que destaca el *sumidero* del río Brujuelas. Más evidentes son las cuevas, si bien de reducidas dimensiones, por lo que no se han representado cartográficamente

## 4.2. Evolución e historia geomorfológica

La fisonomía actual de la zona empieza a perfilarse durante el Plioceno, cuando la región formaba 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 condicionadas principalmente por la tendencia ascendente de dicha plataforma a lo largo del Cuaternario.

La característica básica de la plataforma pliocena es la presencia de una barrera arrecifal (Fm Los Haitises) de orientación E-O, que protegía un amplio *lagoon* (Fm Yanigua) (Fig. 4.3a), que recibía descargas terrígenas procedentes de la incipiente Cordillera Oriental. La tendencia ascendente de La Española puesta de manifiesto en épocas precedentes prosiguió, con lo que durante el Pleistoceno Inferior se produjo el ascenso de la plataforma, de forma que probablemente durante el Pleistoceno Medio el antiguo almacén arrecifal se configuraría como un umbral que separaba el mar Caribe de un mar interior o una gran laguna costera situada al norte (Fig. 4.3b). El consiguiente retroceso marino iría acompañado de la migración hacia el sur de los edificios arrecifales (Fm La Isabela; Hoja a escala 1:50.000 de Boca Chica, 6271-II).

En el Pleistoceno Superior, el antiguo *lagoon* se encontraría totalmente emergido, configurándose como una gran zona endorreica a la que descargarían, entre otros, los ríos Brujuelas y Ozama, así como sus principales afluentes. La tendencia ascendente de la Cordillera Oriental tuvo como consecuencia la formación de abanicos aluviales que tapizarían al menos el sector septentrional del antiguo *lagoon* (Fig. 4.3c).

Probablemente a finales del Pleistoceno Superior, en el sector occidental se produciría la captura de la laguna costera a favor del actual tramo final del río Ozama, en tanto que el ámbito de la Hoja ha conservado su carácter endorreico y tan sólo el río Brujuelas ha atravesado este dominio endorreico, para infiltrarse al pie del umbral que configura la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe. Resultado de este endorreísmo son las innumerables lagunas y charcas generadas, en unos casos a favor de antiguos cursos fluviales abandonados y en otros, de disoluciones del sustrato calcáreo.

Como principales factores condicionantes de la futura evolución de la región, debe tenerse en cuenta la tendencia ascendente de la misma, con el consiguiente retroceso de la línea de costa y el descenso progresivo del nivel de base, que incrementará el poder erosivo de los elementos de la red fluvial y por tanto, la eficacia de la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella. Asimismo, es preciso considerar la tendencia a la colmatación de las lagunas, lagunillas y charcas, así como los retoques producidos por los fenómenos kársticos.

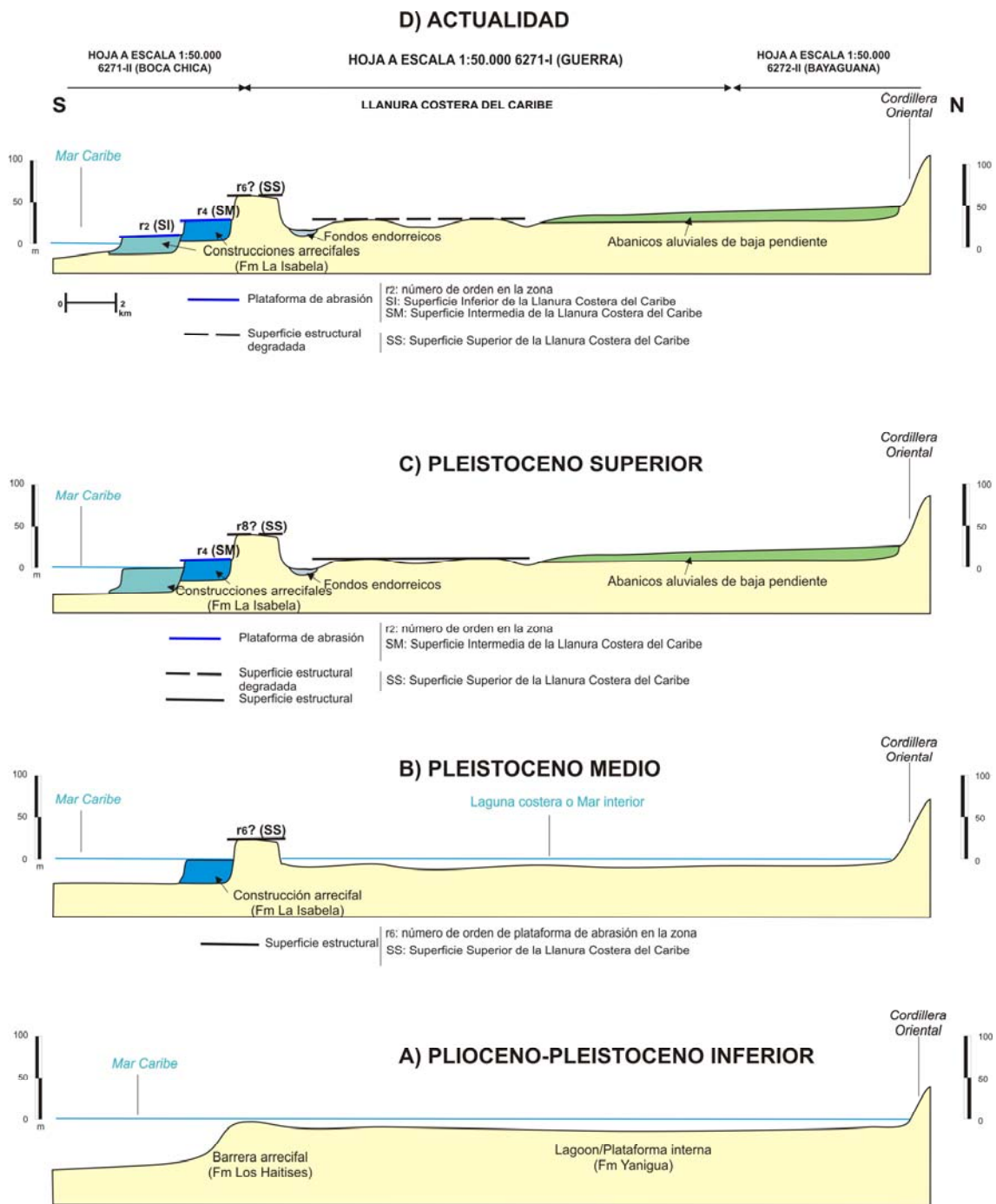


Fig. 4.3. Evolución del perfil del sector occidental de la Llanura Costera del Caribe en el ámbito de la Hoja de Guerra

### 4.3. 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 en zonas 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 presente 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. Sirvan de ejemplo los arroyos del sector septentrional, afectados 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 Guerra existe una cierta variedad en cuanto a la naturaleza de los procesos activos, habiéndose reconocido diversos tipos de actividad: sísmica, tectónica, por procesos de erosión, de inundación y de sedimentación, y asociada a litologías especiales.

#### 4.3.1. 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, manifiestamente incompleto.

Por ello, los catálogos existentes más antiguos provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que sólo se han detectado los eventos con magnitudes lo 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 Programa SYSMIN. El periodo cubierto ha sido 1505-2010.

La Hoja de Guerra pone de manifiesto la necesidad de abordar los estudios sísmicos en relación con áreas más extensas, ya que la distribución de epicentros no evidencia un patrón claro, aunque parecen insinuarse dos bandas de orientación E-O, paralelas tanto a la Fosa de los Muertos, al sur, como al borde meridional de la Cordillera Oriental, al norte. No obstante, al contemplarse la distribución de epicentros a una escala regional, se constata como los del sector suroccidental parecen formar parte de una alineación NO-SE, coincidente con la Zona de Falla de La Española, detectada en el sustrato por métodos geofísicos. Los seísmos registrados en el sector septentrional de la Hoja, más cercanos a la cordillera, son de carácter intermedio (56,5 km) y profundo (88,5-189,1 km) en tanto que en el sector meridional poseen carácter profundo (81,0-99,9 km). En cuanto a su magnitud, al mayor evento catalogado se le ha asignado una magnitud de 4,0 (1994 y 1999).

Cabe destacar que la presente Hoja se encuentra dentro de la zona afectada severamente por el terremoto de 1751. Otro tanto cabe decir del sector suroccidental de aquella con relación a los seísmos de 1615, 1673 y 1761 (Fig. 4.4).

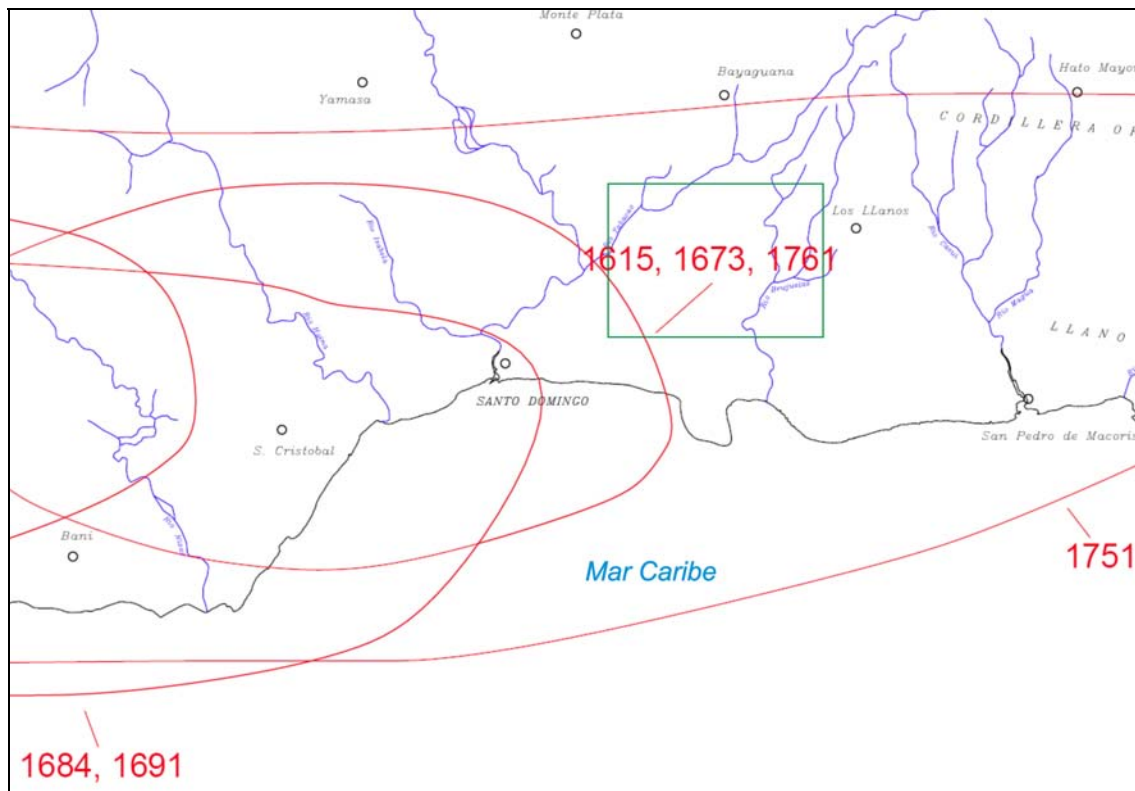


Fig. 4.4. Zonas severamente afectadas por los principales seísmos históricos de La Española

#### 4.3.2. Tectónica activa

En una región donde la actividad tectónica es evidente, con una acusada tendencia ascendente denunciada por las diversas terrazas marinas de la franja litoral, no se han identificado estructuras tectónicas susceptibles de representación cartográfica.

Dicha tendencia ascendente puede cuantificarse de acuerdo con los escasos datos cronológicos disponibles (Fig. 3.2), estableciéndose una tasa de elevación de 0,06-0,14 mm/año desde el MIS 11 (400 ka) para el sector occidental de la Llanura Costera del Caribe (Braga, 2010).

En cualquier caso, el levantamiento se ha venido produciendo al menos desde el final del depósito de la Fm Los Haitises, acontecido de forma imprecisa durante el intervalo Plioceno-Pleistoceno Inferior, lo que permite establecer tasas de elevación orientativas de 0,017-0,090 mm/año para dicha formación, dentro del mismo orden de magnitud que las estimadas para la Fm La Isabela, pero sensiblemente inferiores a las deducidas para la Fm Los Haitises en las cordilleras Septentrional y Oriental.



#### 4.3.3. Actividad asociada a procesos de erosión

Debido a los escasos desniveles y a la baja altimetría de la zona, la actividad erosiva se reduce a la *incisión lineal* desarrollada por la red fluvial en los afloramientos de la Fm Yanigua y de los abanicos aluviales de baja pendiente.

#### 4.3.4. 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 actividad fluvial, el desarrollo lacustre-endorreico y, en general, con cualquier tipo de proceso generador de flujos acuosos o aportes sedimentarios susceptibles de acumularse en áreas deprimidas.

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente continua sobre los *fondos de valle* de los ríos y arroyos de la zona, a diferencia de las *llanuras de inundación* y los *cauces y meandros abandonados* en ellas, en los que las inundaciones se producen de forma estacional.

El régimen pluviométrico de la región, unido a la topografía, hace que los *lagos*, *lagunas* y *charcas*, tanto de carácter permanente como estacional, sean muy abundantes, al igual que las inundaciones de *áreas endorreicas*.

También son susceptibles de aparecer como áreas inundadas tras lluvias intensas, las depresiones de origen kárstico desarrolladas sobre los materiales calcáreos de la Fm Los Haitises, especialmente en aquellas revestidas por un importante depósito de arcillas de descalcificación.

#### 4.3.5. Actividad asociada a litologías especiales

Su expresión más evidente se produce en relación con los afloramientos de la Fm Los Haitises, en los que se observa un *lapiaz desnudo*, así como *depresiones por disolución* correspondientes a dolinas y uvalas. Al sur de La Jina se reconoce un *área con depresiones por disolución sin representación cartográfica individualizada* relacionada con los procesos kársticos. De forma más genérica, es preciso tener en

cuenta los potenciales procesos de colapso que podrían generarse como consecuencia del desarrollo del endokarst, originando en su caso dolinas superficiales.

Además de estos procesos asociados al sector meridional, en el resto de la Hoja se constata la existencia de *áreas con depresiones por disolución del sustrato* en las que se han instalado lagunas y asociaciones de lagunas.

## 5. HISTORIA GEOLÓGICA

Las rocas aflorantes en la Hoja de Guerra registran tan sólo los episodios más recientes de la evolución de La Española, concretamente los acontecidos desde el Plioceno. No obstante, su subsuelo alberga materiales relacionados con los orígenes de la isla, que se remontan a hace más de 130 Ma y que se relacionan con la evolución de la placa del Caribe, desde su inicio como un arco de islas primitivo (Donnelly *et al.*, 1990), hasta su colisión oblicua con la placa de Norteamérica y la traslación a lo largo de fallas transcurrentes subparalelas al límite de placas.

En cualquier caso, para establecer lo ocurrido durante el Mesozoico y el Paleógeno es preciso acudir al ámbito de las cordilleras Oriental y Central. Por ello, poco puede decirse de lo acontecido hasta el Plioceno que no sean los aspectos genéricos de La Española comúnmente aceptados, consistentes básicamente en la convergencia oblicua de orientación OSO a SO y la posterior colisión del margen continental de la placa Norteamericana con el sistema de arco isla caribeño, iniciada en el Eoceno y que continúa en la actualidad. Bajo este régimen geodinámico, la región se estructuró en una serie de unidades de procedencia oceánica y mantélica, amalgamadas por la actividad de los desgarres sinistros generados.

A lo largo del intervalo anterior, la zona habría estado sometida, al menos temporalmente, a procesos erosivos, siendo en el Plioceno cuando la región comenzó a adquirir su fisonomía actual. Durante este periodo, la actual Llanura Costera del Caribe constituía una extensa plataforma carbonatada situada al sureste de una incipiente Cordillera Central y al sur de la Cordillera Oriental, restringida durante dicha época a una serie de islas e islotes, a modo de archipiélago (Díaz de Neira *et al.*, 2007).

La plataforma se caracterizó por la presencia de una barrera arrecifal de orientación E-O (Fm Los Haitises), que protegía al norte un amplio *lagoon* (Fm Yanigua) al que llegaban descargas terrígenas procedentes de los incipientes relieves septentrionales (Fig. 5.1a). La tendencia ascendente de La Española debida a la convergencia entre placas prosiguió durante el Pleistoceno Inferior, provocando la elevación de la plataforma.

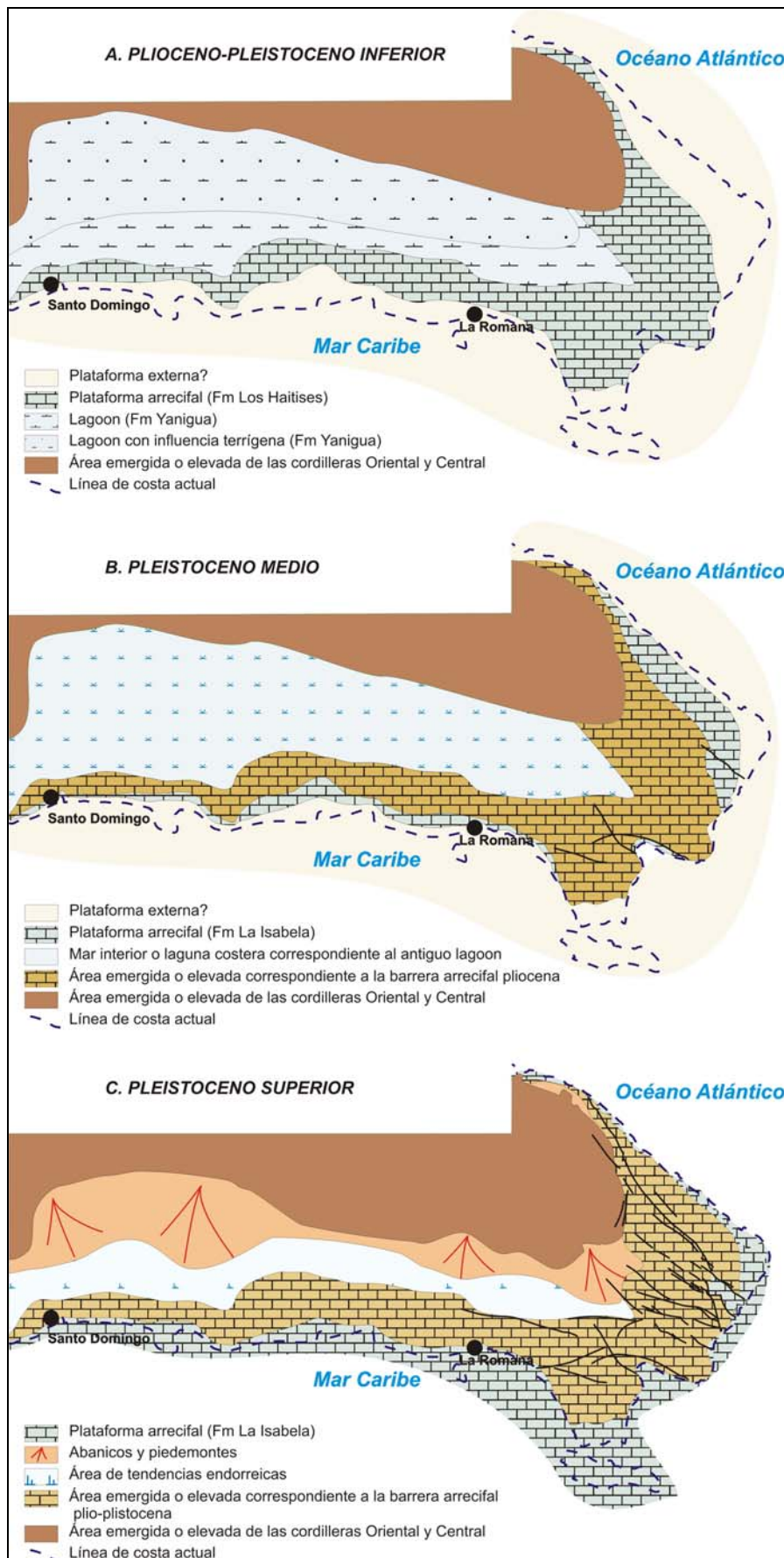


Fig. 5.1. Evolución paleogeográfica de la Llanura Costera del Caribe

En primera instancia, el antiguo almacén arrecifal se configuraría como un umbral que separaba un mar interior o una gran laguna costera (al norte) del mar Caribe (al sur); el retroceso de la línea de costa iría acompañado de la migración de los edificios arrecifales (Fm La Isabela), cuyo primer depósito acontecería probablemente en el Pleistoceno Medio (Fig. 5.1b).

En el Pleistoceno Superior, el antiguo *lagoon* se encontraría totalmente emergido, configurándose como una gran zona endorreica a la que descargarían, entre otros, unos incipientes ríos Ozama, Isabela y Brujuelas. La tendencia ascendente de las cordilleras Oriental y Central tuvo como consecuencia la formación de abanicos y piedemontes que tapizarían al menos el sector septentrional del antiguo *lagoon* (Fig. 5.1c).

Probablemente, un proceso de erosión remontante provocó la captura del sector occidental de la zona endorreica, que pasaría a desaguar al mar Caribe merced a un río Ozama incrementado longitudinalmente. Si bien esta adquisición del exorreísmo iría acompañada de una enérgica incisión lineal, en el ámbito de la Hoja se mantendrían las tendencias endorreicas precedentes.

La evolución holocena ha mantenido las pautas anteriores, destacando las notables deficiencias en el drenaje, apreciándose la proliferación de lagunas, generadas en unos casos a favor de antiguos cursos fluviales abandonados y en otros, de disoluciones del sustrato calcáreo.

## 6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 6.1. Hidrogeología

#### 6.1.1. Climatología e hidrología

El territorio ocupado por la Hoja de Guerra está afectado por un típico clima tropical, con temperaturas anuales medias que varían entre 26 y 27° C, medias máximas de 30-31°C y medias mínimas de 20-21°C, observándose en cualquier caso un efecto suavizador del océano ante los cambios de temperatura. En cuanto a las precipitaciones, sus valores anuales medios aumentan considerablemente de sureste a noroeste desde 1.300 hasta 1.900 mm/año, con valores máximos de 2.400 mm y mínimos de 700 mm, si bien estas pluviometrías sufren variaciones notables en función de la frecuencia de llegada de tormentas tropicales y huracanes.

La escorrentía superficial es muy deficiente pese a la existencia de destacados ríos, como el Yabacao, que drena las aguas del sector noroccidental hacia el río Ozama, y el Brujuelas, que atraviesa con dirección N-el sector oriental de la Hoja S para infiltrarse al alcanzar su límite meridional, observándose una clara tendencia al endorreísmo. Debido a la climatología de la zona, son frecuentes los encharcamientos y las inundaciones rápidas.

#### 6.1.2. Hidrogeología

En el cuadro adjunto (Fig. 6.1) se resumen las unidades o agrupaciones hidrogeológicas consideradas en la Hoja, señalándose para cada unidad o agrupación hidrogeológica su litología predominante, el grado de permeabilidad y, en su caso, las características de los acuíferos que albergan, además de algunas observaciones puntuales.

Las unidades y agrupaciones consideradas se ajustan a las siguientes tipologías:

- *Formaciones porosas*, que constituyen *acuíferos de permeabilidad muy alta y productividad alta*. Son los conjuntos calcáreos plio-cuaternarios (Fm Los Haitises e intercalaciones calcáreas de la Fm Yanigua), afectados por una intensa karstificación.

- *Formaciones porosas, que constituyen acuíferos de permeabilidad alta, pero de productividad limitada* debido a sus dimensiones. Se incluyen en ellas los depósitos de fondo de valle, llanura de inundación, cauce o meandro abandonado y terraza.
- *Formaciones de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos.* Se trata de los depósitos margosos pliocenos de la Fm Yanigua y los sedimentos cuaternarios de abanicos aluviales de baja pendiente y fondos kársticos, lacustres y endorreicos.

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES CARTOGRÁFICAS	LITOLOGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
CUATERNARIO	Depósitos fluviales	6, 8, 9, 10	Gravas y arenas	Alta por porosidad intergranular	Acuíferos libres de productividad limitada
	Abanicos aluviales y depósitos kársticos, lagunares y endorreicos	4, 5, 7, 11	Lutitas	Baja	Sin acuíferos significativos
PLIOCENO-PLEISTOCENO INFERIOR	Fm Los Haitises	3	Calizas arrecifales	Muy alta por porosidad intergranular y karstificación	Acuífero libre extenso de elevada productividad que pueden alimentar a algunos acuíferos cuaternarios
	Fm Yanigua	1, 2	Margas con intercalaciones de calizas	Baja. Muy alta por porosidad intergranular y karstificación en las intercalaciones de calizas	Acuíferos libres y confinados de productividad variable constituidos por las intercalaciones de calizas

Fig. 6.1. Cuadro-resumen de las unidades o agrupaciones hidrogeológicas de la Hoja de Guerra

La zona se enmarca en la Unidad Hidrogeológica nº 1-“Planicie Costera Oriental” (Acuater, 2000) que muestra unos límites meridional y oriental abiertos, con aportación al mar Caribe y al océano Atlántico.

La Fm Los Haitises, que aflora exclusivamente en el sector meridional, es el acuífero principal, por lo que parte de las elevadas precipitaciones y la totalidad de las pérdidas de drenaje producidas en los elementos fluviales que alcanzan sus afloramientos, se traducen en escorrentía subterránea, con aportes al mar y aprovechamientos para actividades humanas urbanas e industriales en sectores meridionales.

La Fm Yanigua alberga niveles de caliza de envergadura muy variable, pero que constituyen excelentes acuíferos, al presentar propiedades hidrogeológicas similares a las de la Fm Los Haitises. Su diferencia principal estriba en el carácter libre del primero y confinado, al menos parcialmente, del segundo. Son objeto de una intensa

explotación mediante pozos en los sectores de Sabana Tosa y La Catalina, siendo posibles los trasvases a acuíferos cuaternarios y al río Brujuelas.

En el caso de los acuíferos constituidos por depósitos fluviales, poseen una envergadura muy variable, tanto en lo que afecta a su área de recarga como a su espesor y coeficiente de almacenamiento. En cualquier caso, su recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, pudiendo sufrir trasvases subterráneos con los niveles calizos de la Fm Yanigua y, de forma mucho más localizada, con la Fm Los Haitises.

Los datos piezométricos existentes (Acuater, 2000) indican un descenso de la superficie piezométrica desde +10 m sobre el nivel del mar en el sector septentrional hasta algo menos de +1 m en el meridional, indicando un claro flujo de agua subterránea hacia el mar Caribe (Fig. 6.2).

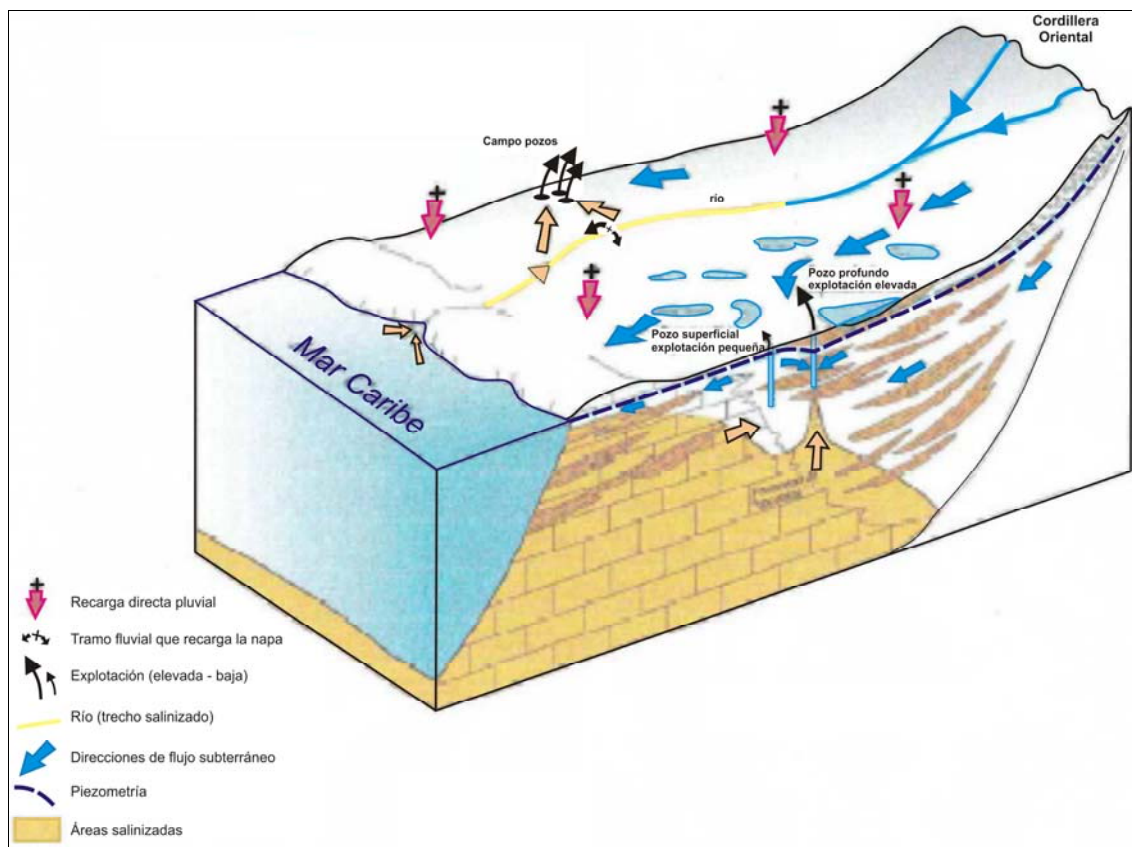


Fig. 6.2. Esquema hidrogeológico de la Llanura Costera del Caribe (Acuater, 2000)

Las aguas subterráneas de la zona presentan una vulnerabilidad media, localmente baja, existiendo captaciones con riesgo de contaminación medio. En el sector meridional se dejan sentir los efectos de la intrusión marina que afecta a los acuíferos



carbonatados (Rodríguez y Febrillet, 2006) por efecto de las intensas explotaciones subterráneas del sector de Boca Chica-Puerto Caucedo-Santo Domingo Este.

## 6.2. Recursos minerales

Los indicios identificados en la Hoja de Guerra corresponden exclusivamente al grupo de las rocas Industriales (Fig. 6.3).

NÚMERO	COORDENADAS UTM		FORMACIÓN	SUSTANCIA	ACTIVIDAD	TAMAÑO	UTILIZACIÓN
	X	Y					
1	04 21.266	20 59.200	Yanigua	Caliza y marga	Abandonada	Pequeña	Arm
2	04 30.570	20 61.691	Yanigua	Caliza	Abandonada	Grande	Arm
3	04 45.422	21 58.846	Cuaternario	Arcilla	Activa	Grande	Arc
4	04 21.475	21 47.023	Los Haitises	Caliza	Abandonada	Grande	Arm
5	04 21.782	20 47.148	Los Haitises	Caliza	Abandonada	Grande	Arm
6	04 22.818	20 47.160	Los Haitises	Caliza	Intermitente	Grande	Arm
7	04 25.404	20 46.196	Los Haitises	Caliza	Abandonada	Grande	Arm
8	04 29.578	20 48.712	Yanigua	Caliza	Activa	Grande	Arm
9	04 29.792	20 48.633	Yanigua	Caliza	Activa	Grande	Arm
10	04 43.193	20 49.315	Yanigua	Caliza	Abandonada	Pequeña	Arm

Arc. Arcillas  
 Arm. Áridos de machaqueo

Fig. 6.3. Cuadro-resumen de indicios de la Hoja de Guerra

### 6.2.1. Rocas Industriales

La actividad extractiva se ha centrado en canteras de materiales relacionados con obras de distinto tipo, principalmente de tipo urbanístico y de infraestructura viaria, tanto en lo que se refiere a construcción, como reparación y mantenimiento.

Tres de las 10 canteras inventariadas, de grandes dimensiones, se encuentran activas, explotando en un caso las arcillas de los abanicos aluviales de baja pendiente y, en los dos restantes, niveles de caliza de la Fm Yanigua utilizadas como áridos de machaqueo. Las restantes, emplazadas sobre calizas de las Fms. Yanigua y Los Haitises y utilizadas igualmente como áridos de machaqueo, son de dimensiones muy variables, encontrándose abandonadas o con un funcionamiento intermitente. En ningún caso se han observado frentes superiores a 10 m de altura.

Su ubicación es muy variable, con algunos accesos por pistas cercanas a carreteras, frente a casos de ubicación recóndita.

#### 6.2.1.1. Descripción de las Sustancias

Las calizas explotadas poseen una importante porosidad, tanto primaria como secundaria. Predominan los tipos arrecifales y brechoides, agrupándose en capas o en bancos. Aunque su espesor es variable, en el caso de los niveles de la Fm Yanigua no sobrepasan la decena de metros, a diferencia de la Fm Los Haitises, que puede alcanzar 50 m de potencia.

En el caso de las arcillas, pese a las tonalidades rojizas de sus afloramientos, poseen colores abigarrados que recuerdan a la alteración del basamento de la Cordillera Oriental. Poseen un espesor de orden decamétrico y esporádicas intercalaciones de delgados niveles de cantos de pequeño tamaño.

#### 6.2.2. Potencial minero

##### 6.2.2.1. Rocas Industriales

Como se ha señalado, la actividad en este sector está ligada al campo de las obras, fundamentalmente a la construcción, reparación y mantenimiento de construcciones diversas.

Aunque los litotectos existentes en la Hoja poseen grandes reservas y serían susceptibles de aprovechamiento futuro, éste parece estar sujeto a las variaciones que afecten al sector de las obras, tanto públicas como privadas. En el caso de las calizas arrecifales, son susceptibles de aprovechamiento con carácter ornamental, pero el mejor estado de conservación de los niveles arrecifales de la Fm La Isabela, aflorantes en el ámbito del litoral caribeño, hacen poco probable su utilización futura con este fin, pareciendo más probable su persistencia en el campo de los áridos de machaqueo.

## **7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO**

La protección de diversas zonas del territorio tiene como finalidad asegurar la continuidad natural de los ecosistemas, preservándolos de actividades antrópicas destructivas, así como evitar el uso abusivo de sus recursos. Dentro de los recursos no renovables de un país, el patrimonio ocupa un lugar relevante, pues proporciona una información fundamental para conocer la historia de la Tierra y la vida que en ella se desarrolla. Al mismo tiempo, su estudio e interpretación ponen de manifiesto otros recursos potencialmente utilizables que, empleados de forma racional y ordenada, pueden resultar beneficiosos para la humanidad. Es por ello necesario, no sólo preservar el medio natural y, en este caso, el patrimonio geológico, sino también estudiarlo en detalle, para así difundir el conocimiento que encierra y crear conciencia de su conservación.

Atendiendo a estas consideraciones, se puede definir un Lugar de Interés Geológico (L.I.G.), como un recurso natural no renovable, donde se reconocen características de especial importancia para interpretar y evaluar los procesos geológicos que han actuado en un área.

En este sentido, es conveniente la realización de un inventario de lugares de interés geológico dignos de medidas de protección y aprovechamiento con fines divulgativos, educativos o turísticos. Por tanto, contenido, posible utilización y nivel de significado definen un L.I.G., que puede corresponder a un punto, un itinerario o un área.

### **7.1. Relación de los L.I.G.**

En la Hoja de Guerra se ha inventariado un único Lugar de Interés Geológico: Lagunas del valle del río Brujuelas. Corresponde a un área que refleja la notable incidencia que poseen las lagunas, lagunillas y charcas en la Hoja y, de forma más genérica, las formas de origen lacustre-endorreico (Fig. 7.1).

### **7.2. Descripción del Lugar**

Se describe el L.I.G. considerado, señalando el tipo de interés en función de su contenido (tectónico, estratigráfico, paleontológico...), de su posible utilización

(científico, didáctico, económico o turístico), así como de su ámbito de influencia (local, regional, nacional o internacional).

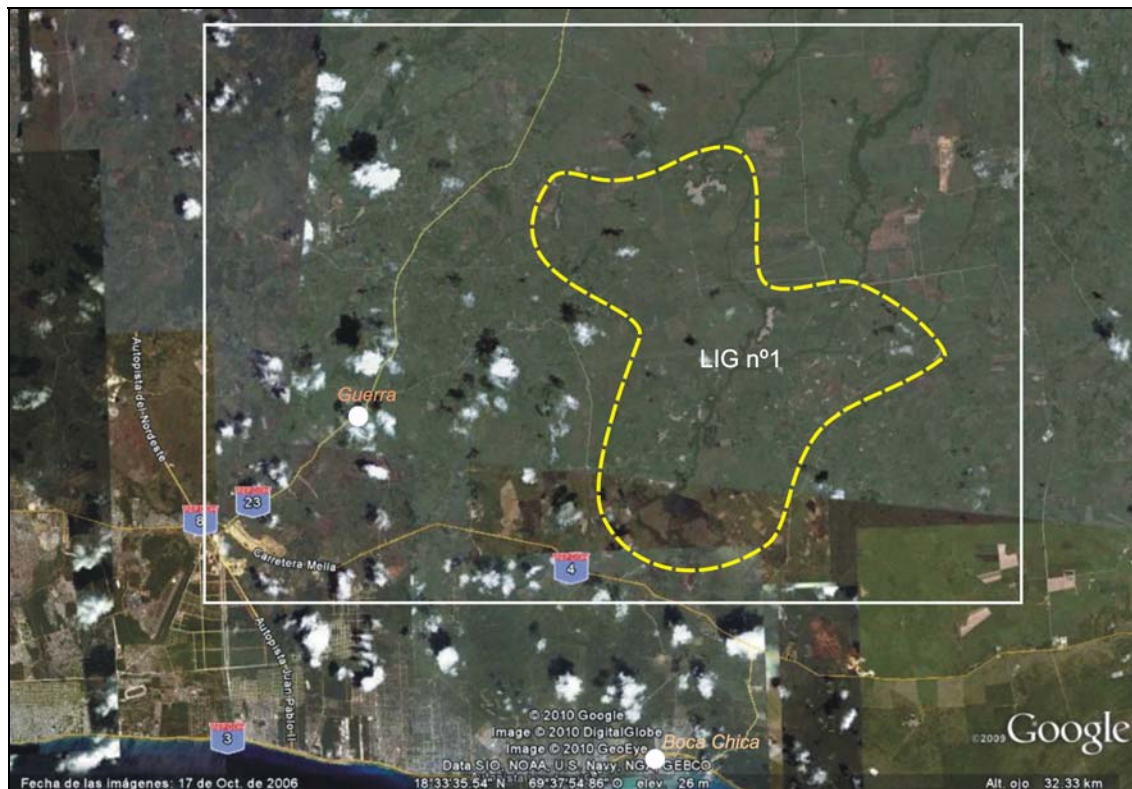


Fig. 7.1. Localización del Lugar de Interés Geológico (LIG) de la Hoja de

- LIG n° 1. Lagunas del valle del río Brujuelas

Corresponde a un innumerable conjunto de lagunas, lagunillas y charcas de dimensiones y formas variadas, localizadas en el valle del río Brujuelas, cuyo pequeño encajamiento hace que la región aparezca como una gran llanura. El Lugar posee carácter areal, con un diámetro de más de 10 km, accediéndose a través de diversas pistas que parten de la carretera Mella, siendo las más accesibles las de Estorga y El Guayabal. No obstante, sobre el terreno poco puede decirse que no sean aspectos relativos a su morfología o dinámica hídrica; por el contrario, las fotografías aéreas y las bases cartográficas ofrecen pistas sobre su génesis y evolución. En cualquier caso, un recorrido por la zona evidencia sus claras tendencias endorreicas generales, derivadas en buena medida de su pasado como *lagoon* (durante el Plioceno-Pleistoceno Inferior), posteriormente emergido.

Las dimensiones de las masas de agua varían desde charcas de orden decamétrico hasta lagunas de más de 1 km de eje mayor. Sus formas son muy variadas,

predominando las subcirculares o elípticas, que posiblemente se relacionen con disoluciones del sustrato calcáreo; también son frecuentes formas alargadas, rectilíneas o curvadas por adaptación a elementos de la red de drenaje que han perdido su funcionalidad como tales, ya sea permanente o estacionalmente. Su contenido principal es de tipo geomorfológico, con un interés subordinado de tipo hidrogeológico, en tanto que por su utilización posee un interés de tipo científico y por su ámbito de utilización, regional.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ACUATER (2000).** Mapa Hidrogeológico Nacional. Planicie Costera Oriental, mapa nº 9/1/3 Escala 1:50 000. Programa SYSMIN, Proyecto J. D Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- AYALA, C., GARCÍA-LOBÓN, J.L., ESCUDER-VIRUETE, J., REY-MORAL, C., PÉREZ-ESTAÚN, A., PADÍN-DEBÉN, A. (in press).** High resolution magnetic, regional gravity and petrophysical characterization of the Central Cordillera (Dominican Republic). *Geologica Acta* (2010).
- BARRET, W. (1962).** Emerged and submerged shorelines of the Dominican Republic. *Rev. Geog., Inst. Panam. Geog. e Hist.*, 30, 51-77.
- BOISSEAU, M. (1987).** Le flanc nord-est de la Cordillere Centrale Dominicaine (Española, Grandes Antillas). Un édifice de nappes Crétacé polyphase. Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, París, 200 pp.
- 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.
- BOWIN, C. (1960).** Geology of central Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 211 pp.
- 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, Santo Domingo, 73 pp.
- BROUWER, S.B., BROUWER, P.A. (1982).** Geología de la región ambarífera oriental de la Republica Dominicana. 9ª Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, Republica Dominicana. *Memorias*, 1, 303-322.
- CGG (COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE) (1999).** Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.
- 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.

**DE ZOETEN, R. (1988).** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Tesis Doctoral, Universidad de Texas, Austin, 299 pp.

**DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNÁIZ HUERTA, P.P. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6272-I (Antón Sánchez) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**DÍAZ DE NEIRA, A., MARTÍN-SERRANO, A., ESCUER, J. (2007).** Evolución geomorfológica de la Cordillera Oriental Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 118-2, 385-399.

**Servicio Geológico Nacional (SGN), BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR); COOPERACIÓN MINERA DOMINICO-ALEMANA (1991).** Mapa geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.

**DOLAN, J.F. (1988).** Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; Three studies in active-margin sedimentology. Tesis Doctoral, Universidad de California, Santa Cruz, 235 pp.

**EPTISA (2004).** Estudio hidrogeológico Nacional de la República Dominicana. Fase Programa SYSMIN, Proyecto N. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.

**GABB, W. M. (1881).** On the topography and geology of Santo Domingo. Am. Philos. Soc. Trans., n.s., XV, 49-259.

**GARCÍA-SENZ, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6372-III (Hato Mayor) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**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.

**HERNÁIZ, P.P. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6272-III (Monte Plata) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

- ITURRALDE, M. (2001).** Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. *Caribbean Journal of Science*, 37, 3-4, 141-167.
- 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.
- MANN, P. (1983).** Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Tesis Doctoral. Universidad de Nueva York, Albany, 688 pp. (Inédito).
- MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F., Eds. (1991).** Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. *Geological Society of America Special Paper*, 262, 401 pp.
- MARCANO, E., TAVARES, I. (1982).** Formación La Isabela, Pleistoceno temprano. *Publicaciones especiales Museo Nacional de Historia Natural*, 3, Santo Domingo, 30 pp.
- MERCIER DE LEPINAY, B. (1987).** L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles). Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, 378 pp. (Inédito).
- MONTHEL, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6372-III (El Valle) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- MONTHEL, J., CAPDEVILLE, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-II (Bayaguana) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- MONTHEL, J., NICOL, N., FONDEUR, L., GENNA, A. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-IV (Sabana Grande de Boyá) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- NAGLE, F. (1966).** Geology of the Puerto Plata area, Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 171 pp. (Inédito).



**PÉREZ-ESTAÚN, A., HERNAIZ, P.P., LOPERA, E., JOUBERT, M., Eds. (2007).**

Geología de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 118-2, 155-413.

**PÉREZ-ESTAÚN, A., TAVARES, I., GARCÍA CORTÉS, A., HERNAIZ, P.P., Eds.**

**(2002).** Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica, 37, 77-80.

**PROINTEC (1999).** Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico).

Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

**RODRÍGUEZ, H., FEBRILLET, J.F. (1982).** Potencial hidrogeológico de la República

Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 117-1, 187-200.

**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.

**VALLADARES, S., LÓPEZ, J.G., SÁNCHEZ, J., DOMÍNGUEZ, R., PROL, J.,**

**MARRERO, M., TENREYRO, R. (2006).** Evaluación preliminar del potencial de hidrocarburos de la República Dominicana. Centro de Investigaciones del Petróleo. 129 pp. (Inédito).

**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.