



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50.000**

**PEDERNALES
(5870-II)**

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

La presente Hoja y Memoria forman 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 Informes y Proyectos S.A. (INYPSA), formando parte del Consorcio IGME- BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional.

Han participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Dr. Fernando Pérez Valera (INYPSA)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Fernando Pérez Valera (INYPSA)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

- Dr. Fernando Pérez Valera (INYPSA)
- Dr. Manuel Abad de Los Santos (INYPSA)
- Dr. Juan Carlos Braga - Fms. Arrecifales del Neógeno y Cuaternario - (Universidad de Granada)

MICROPALEONTOLOGÍA

- Dr. Luís Granados (Geólogo Consultor)

PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Ana Alonso Zarza (Universidad Complutense de Madrid)
- M. J. Fernández (Universidad Complutense de Madrid)

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

- Dr. Javier Escuder Viruete (IGME)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dr. Fernando Pérez Valera (INYPSA)

GEOMORFOLOGÍA

- Ing. Fernando Moreno (INYPSA)

MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. José Luís García Lobón (IGME)

DATAACIONES ABSOLUTAS

- Dr. Janet Gabites (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)
- Dr. Richard Friedman (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Enrique Burkhalter. Director de la Unidad Técnica de Gestión (TYPESA) del proyecto 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 la mejora de 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 y/o micropaleontológicas de cada una de las muestras
- Mapas de muestras
- Álbum de fotos
- Lugares de Interés Geológico

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

- Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría del Proyecto L. Mapas a escala 1:150.000 y Memoria adjunta;

Y los siguientes Informes Complementarios

- Informe Estratigráfico y Sedimentológico del Proyecto
- Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana
- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas del Proyecto: Sierra de Bahoruco
- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar
- Informe/Catálogo de macroforaminíferos seleccionados

RESUMEN

La Hoja de Pedernales se encuentra situada en el extremo oriental de la Península de Bahoruco, al suroeste de La Española, incluyendo parte de la Sierra de Bahoruco y en ella se encuentran representadas principalmente rocas carbonatadas del Terciario y Cuaternario ampliamente desarrolladas en la Sierra de Bahoruco y en la zona costera de la península.

En esta hoja, las rocas más antiguas que afloran corresponden a calizas de plataforma somera, que forman el núcleo anticlinal de la Sierra de Bahoruco, y que se incluyen dentro de la Unidad de Aceitillar. Estas calizas tienen un amplio desarrollo en el Eoceno Medio y Superior, y lateralmente pasan a calizas margosas, con nódulos de sílex encuadradas dentro del miembro inferior de la Fm Neiba. Por encima de ambas unidades se ha definido un dispositivo litoestratigráfico de unidades relacionadas principalmente de manera lateral, como cambios de facies en una plataforma que generalmente muestra facies de plataforma externa, y que se han encuadrado dentro de la Fm Pedernales. Esta unidad tiene una edad Oligoceno-Mioceno medio y también tiene su equivalente lateral en facies de calizas margosas y margas, con niveles y nódulos de sílex de la Fm Neiba (mb superior) y las calizas de Barahona.

La estructura de la hoja de Pedernales es relativamente simple, destacando la presencia del flanco suroeste del anticlinal de Bahoruco, el sinclinal de Las Mercedes y hacia el sur la deformación es menor, encontrándose las unidades prácticamente subhorizontales. Solamente se ha reconocido cartográficamente la presencia de dos zonas de cizalla en el basamento que afectan a la cobertera (zona de cizalla de Sabana....., y zona de cizalla del Río Mulito).

El Cuaternario está representado en la esquina suroeste, con la presencia de hasta tres episodios de playas carbonatadas y diversos sistemas de lagunas y barras litorales, además del sistema aluvial que desarrolla el Río Pedernales junto con otros abanicos en el borde sur de las primeras estribaciones de la Sierra de Bahoruco

ABSTRACT

The Pedernales sheet is located at the eastern end of the Bahoruco Peninsula, southwest of La Española, and includes part of the Sierra de Bahoruco which mainly represents Tertiary and Quaternary carbonate rocks that are widely developed in the Sierra de Bahoruco and coastal areas of the peninsula.

In this sheet the oldest rocks that outcrop correspond to shallow shelf limestones, which form the core of the Bahoruco Range anticline that are at present included within the Aceitillar Unit. These limestones occur widely in the Middle and Upper Eocene, and transition laterally to marly limestones that display chert nodules framed within the lower member of the Neiba Fm. Several laterally-related units overlie both of the latter units, mainly as a facies change occurring in a platform that usually shows outer shelf facies and which have been included within the Pedernales Unit. This unit is of Oligocene-Miocene age and has also an equivalent marly limestone and marl lateral facies with chert nodules that make up the upper member of the Neiba Fm and the Barahona limestone unit.

The structure of the Pedernales sheet is relatively simple. This sheet is located at the southwestern flank of the Bahoruco anticline bordering the Las Mercedes syncline, where deformation is observed to be minor as evidenced by the practically sub-horizontal position of the units that dip to the southwest. Additionally, cartographic reconnaissance has unveiled two shear zones in the basement that affect the sedimentary cover (Sabana Guaratén and Río Mulito shear zones).

Quaternary deposits are represented in the southwest corner of the sheet, with the presence of three episodes associated with carbonate beaches and diverse coastal lagoon and bar systems. Additionally, alluvial deposits are represented in the alluvial system developed by the Pedernales River, together with other alluvial fans located in the southern border of the early foothills of the Sierra de Bahoruco.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Metodología	1
1.2. Situación geográfica	4
1.3. Marco Geológico	6
<u>1.3.1 Geología de La Española</u>	<u>6</u>
<u>1.3.2 Macrounidades geológicas</u>	<u>8</u>
<u>1.3.3 Macroestructura de La Española</u>	<u>13</u>
<u>1.3.1 Historia Geológica de La Española</u>	<u>13</u>
1.4. Antecedentes	17
2. ESTRATIGRAFIA	21
2.1 Terciario	30
<u>2.1.1 Eoceno-Oligoceno inferior</u>	<u>30</u>
2.1.1.1 Unidad de Aceitillar. Calizas masivas, oncolíticas (1). Eoceno inf-medio. P ₂ ¹⁻²	30
2.1.1.2 Unidad de Aceitillar. Mb La Compañía. Calizas margosas (2). Eoceno medio-superior. P ₂ ²⁻³	32
2.1.1.3 Unidad de Aceitillar. Mb El Mogote. Calizas bioclásticas (3). Eoceno superior-Oligoceno inferior. P ₂ ³ -P ₃ ¹	33
2.1.1.4 Fm Neiba. Calizas micríticas beige-crema con silex de Mencía (4). Eoceno- Oligoceno inferior. P ₂ ¹ -P ₃ ¹	34
<u>2.1.2 Oligoceno superior-Mioceno</u>	<u>34</u>
2.1.2.1 Unidad de Aguas Negras. Calizas margosas, bioclásticas y micríticas, (5). Oligoceno superior. P ₃ ¹	35
2.1.2.2 Unidad de Pedernales. Mb Loma del Guano (6). Oligoceno superior- Mioceno Inferior. P ₃ ¹ -N ₁ ¹	36

2.1.2.3	Unidad de Pedernales (7). Mb Sitio Nuevo. Calizas alabeadas y calcarenitas. Oligoceno-Mioceno Inferior. P ₃ ¹ -N ₁ ¹	37
2.1.2.4	Fm Neiba (8). Calizas margosas y tableadas con silex. Oligoceno-Mioceno Inferior. P ₃ ¹ -N ₁ ¹	38
2.1.2.5	Unidad de Pedernales. Mb Las Mercedes (9). Calizas rosadas con foraminíferos planctónicos. Mioceno Inferior. N ₁ ¹	39
2.1.2.6	Unidad de Pedernales. Mb Loma de Peblique (10). Calizas masivas rosadas. Mioceno Medio-Plioceno N ₁ ² -N ₂ ¹	40
2.1.2.7	Unidad de Barahona (11). Calizas blancas-beige. Mioceno Medio-Plioceno. N ₁ ² -N ₂ ¹	41
2.1.3	<u>Plioceno.....</u>	42
2.1.3.1	Unidad de La Cueva (12). Calizas blancas arrecifales y bioclásticas. Plioceno-Pleistoceno. N ₂ ² -Q ₁	42
2.2	<u>Cuaternario.....</u>	43
2.2.1	<u>Depósitos de origen gravitacional.....</u>	43
2.2.1.1.	Coluviones (23). Limos y arcillas con cantos. Holoceno. Q ₄	44
2.2.2	<u>Depósitos debidos a la dinámica fluvial y de escorrentía superficial.....</u>	44
2.2.2.1.	Abanicos aluviales antiguos (17). Conglomerados, gravas y arenas. Pleistoceno. Q ₂₋₃	44
2.2.2.2.	Conos de deyección y abanicos actuales (18). Arenas, gravas y conglomerados. Holoceno. Q ₄	44
2.2.2.3.	Terrazas bajas (22). Gravas y arenas. Holoceno. Q ₄	45
2.2.2.4.	Fondo de valle (24). Conglomerados, gravas y arenas. Holoceno. Q ₄	45
2.2.2.5.	Derrames de canal (25). Arenas y gravas. Holoceno. Q ₄	45
2.2.3.	<u>Depósitos de origen eólico.....</u>	45
2.2.3.1.	Campo dunar. Manto eólico (26). Arenas. Holoceno. Q ₄	45
2.2.4.	<u>Depósitos relacionados con la dinámica marino-litoral.....</u>	46
2.2.4.1.	Paleoplayas (playas de bolsillo). Calizas oolíticas y bioclásticas (13, 14, 15). Pleistoceno–Holoceno. Q ₃ , Q ₄ , Q ₄	46

2.2.4.2. Área pantanosa de laguna costera antigua (27). Lutitas y arenas finas. Holoceno, Q ₄	46
2.2.4.3. Cordón litoral antiguo. Arenas (28). Holoceno. Q ₄	47
2.2.5. Materiales debidos a meteorización química	47
2.2.5.1. Arcillas rojas. Argilizaciones con bauxita (16). Pleistoceno-Holoceno. Q ₂₋₄ ...	47
2.2.5.2. Relleno de dolinas. Arcillas de descalcificación (20). Holoceno. Q ₄	48
2.2.5. Materiales debidos a meteorización química	48
2.2.5.2. Brechas calcáreas cementadas con matriz rojiza (21). Holoceno. Q ₄	48
3.TECTONICA.....	49
3.1 Introducción. Contexto Geodinámico de La Española.....	49
3.2. Marco geológico estructural de la zona de estudio.....	51
<u>3.2.1. El margen septentrional de la Sierra de Bahoruco.....</u>	<u>53</u>
<u>3.2.2. La Cresta de Beata.....</u>	<u>53</u>
<u>3.2.3. Grandes estructuras de la Península de Bahoruco.....</u>	<u>53</u>
3.2.3.1. Pliegues	55
3.2.3.2. La fracturación	55
3.3 La estructura de la Hoja de Pedernales	58
3.4. Interpretación y evolución tectónica de la zona de estudio	59
<u>3.4.1. Edad de la deformación.....</u>	<u>61</u>
4. GEOMORFOLOGÍA	63
4.1. Análisis geomorfológico	63
<u>4.1.1. Estudio morfoestructural.....</u>	<u>63</u>
4.1.1.1. Formas estructurales	63
<u>4.1.2. Estudio del modelado.....</u>	<u>64</u>
4.1.2.1. Formas gravitacionales.....	64
4.1.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial.....	65

4.1.2.3. Formas eólicas.....	66
4.1.2.4. Formas marinas-litorales	66
4.1.2.5. Formas por meteorización química.....	66
4.1.2.6. Formas poligénicas.....	67
4.2. Evolución e historia geomorfológica	69
5. HISTORIA GEOLÓGICA.....	72
5.1. El <i>plateau</i> oceánico del Cretácico superior.....	73
5.2. La cuenca del Paleógeno al Mioceno Superior.....	74
5.3. Las cuenca del Mioceno Superior al Plioceno	77
5.4. La Sierra de Bahoruco del Pleistoceno al Holoceno	79
6.GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	81
6.1. Hidrogeología	81
<u>6.1.1. Climatología e hidrología.....</u>	<u>81</u>
<u>6.1.2. Hidrogeología</u>	<u>82</u>
6.2. Recursos minerales	83
<u>6.2.1. Descripción de las sustancias</u>	<u>84</u>
<u>6.2.2. Potencial minero.....</u>	<u>85</u>
7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO	86
7.1. Introducción.	86
7.2. Relación de los L.I.G.....	86
7.3. Descripción de los Lugares	87
<u>7.3.1. L.I.G: N° 1. Itinerario Cabo Rojo-Parque Nacional de Bahoruco.....</u>	<u>87</u>
<u>7.3.2. L.I.G: N° 2. Minas de bauxita de Las Mercedes</u>	<u>88</u>
8. BIBLIOGRAFÍA.....	89

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. (INYPESA), 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 práctica totalidad 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 (Figura 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)

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)

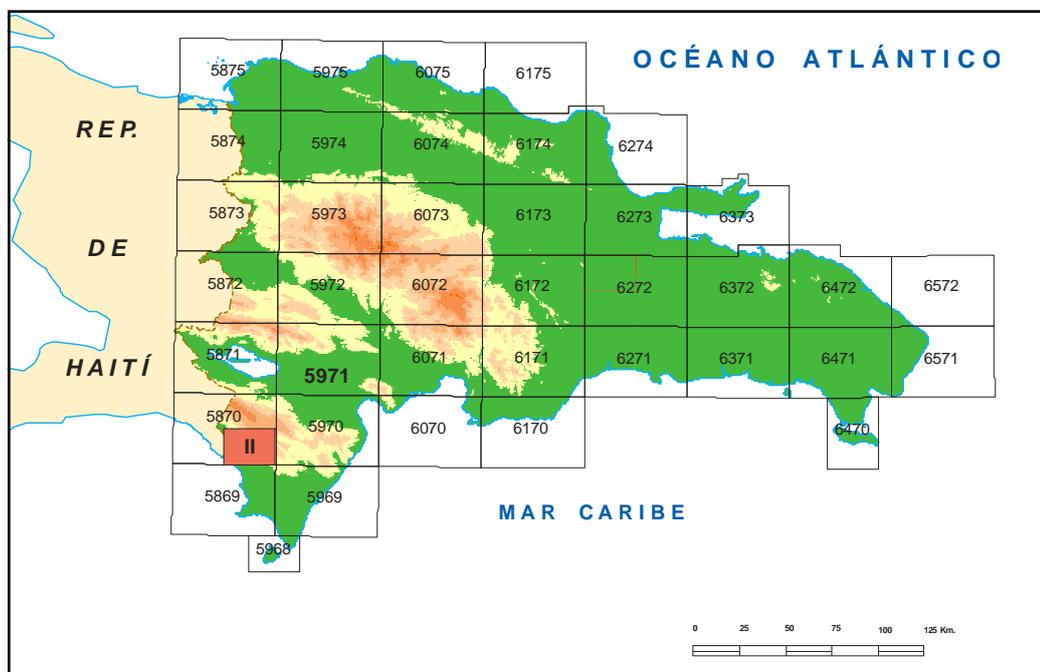


Figura 1.1. Distribución de Hojas a escala 1:100.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja de Pedernales (5870-II)

Zona Sur:

- Sabana Buey (Sabana Buey, 6070-I)
- Baní (Nizao, 6071-I; y Baní, 6071-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 contiguas.

Durante la realización de la Hoja a escala 1:50.000 de Barrancón 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 subaflorescentes, ha sido de gran utilidad el mapa de gradiente vertical de la República Dominicana.

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 (La Isabela, 5969).

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).

1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:50.000 de Pedernales (5870-II) se encuentra situada en la región meridional de la República Dominicana, en el extremo más occidental de la Península de Bahoruco (Fig.1.1). Prácticamente la totalidad de su territorio pertenece a la provincia de Pedernales, a excepción de la parte suroriental, que pertenece a la de Barahona. Desde un punto de vista fisiográfico, se observan dos dominios claramente diferenciados: por un lado, la zona montañosa formada por las estribaciones de la Sierra de Bahoruco, que comprende algo más de las dos terceras partes septentrionales de la hoja, y por otro lado, los pequeños relieves que conforman todo el borde sur de la Península de Bahoruco (Plataforma de Oviedo-Cabo Rojo) (Fig 1.2)

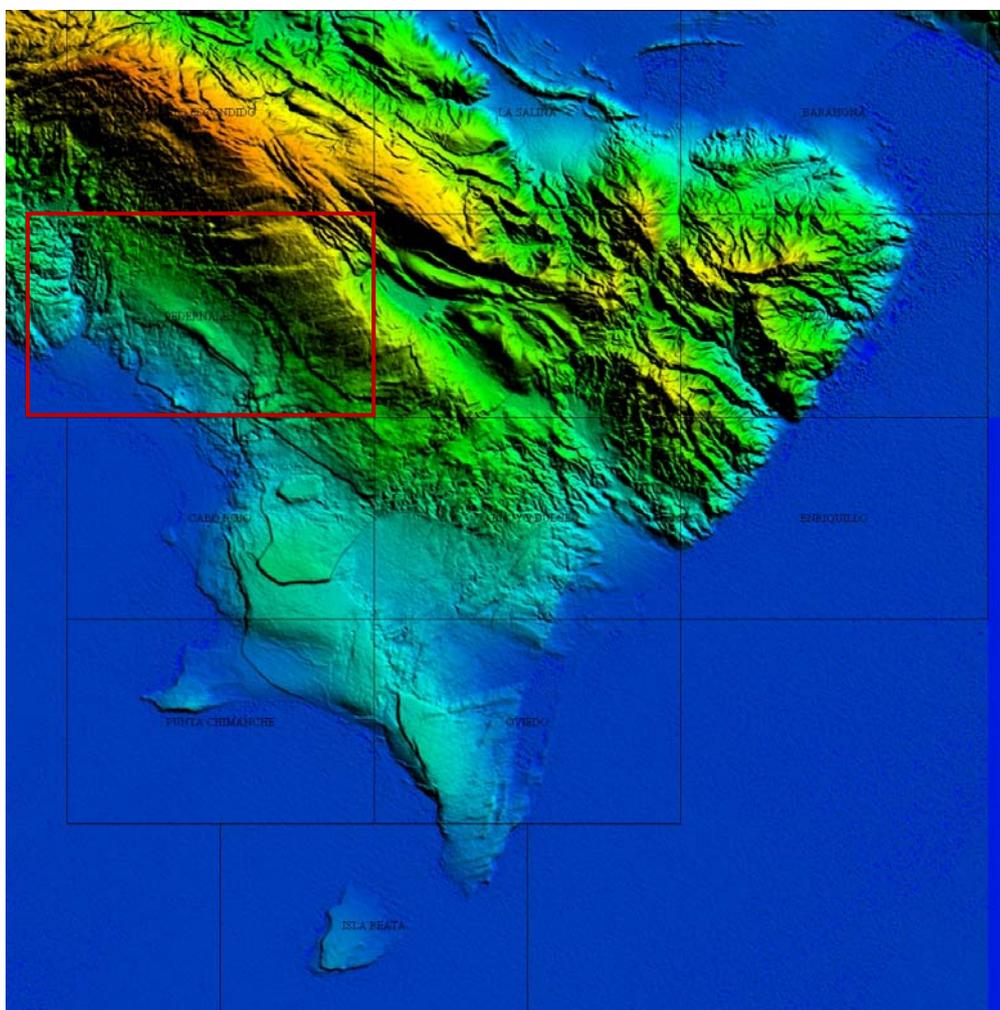


Figura 1.2. Modelo Digital del Terreno de la Península de Bahoruco y situación de la Hoja de Pedernales (5870-II)

La zona montañosa corresponde a la elevación de la Sierra de Bahoruco, que se caracteriza por un relieve no demasiado abrupto en las estribaciones, pero bastante continuo, ascendiendo en sentido suroeste-noreste, y llegando a alcanzar elevaciones que superan los 1500 m, siendo la mayor altura de la Hoja en torno a los 1830 m. en el extremo nororiental de la hoja (esquina NO). Las estribaciones montañosas de la Sierra de Bahoruco, tienen una orientación NO-SE, condicionando el relieve actual y en parte la red de drenaje, que básicamente se orienta de forma perpendicular. El enrasamiento con la plataforma de Bahoruco se produce de forma progresiva, simplemente con una disminución paulatina de la pendiente, que permite el enlace directo con los relieves más meridionales de la plataforma de Bahoruco, que constituye el segundo elemento fisiográfico de la Hoja. Éste está controlado en su parte más meridional por los depósitos cuaternarios y oscilaciones del nivel del mar, desarrollándose unos niveles de paleoacantilados marinos que se pueden seguir durante gran parte de la plataforma de Bahoruco (Fig 1.2).

Desde el punto de vista de la vegetación, la región se caracteriza por la presencia de dos tipos de vegetación claramente diferenciados. Por un lado, en las zonas de la Sierra de Bahoruco se encuentra una vegetación dominada por un bosque tropical húmedo, con predominio de especies típicas de bosques tropicales húmedos en las zonas montañosas, mientras que en las zonas bajas se encuentra un bosque arbustivo espinoso con gran desarrollo de especies de cayucos y guazabra.

La red fluvial está integrada básicamente por cañadas y arroyos procedentes de la zona montañosa, los cuales solamente llevan agua en épocas de lluvias excepcionales, a excepción del Río Pedernales, que suele llevar agua prácticamente durante todo el año. Este río es el más importante de la Hoja, junto con el Río Mulito, ambos en la parte occidental de la Hoja. El Río Pedernales discurre con una orientación sinuosa cuya envolvente es N-S, y sirve de frontera con el vecino país de Haití, y desembocando en el Mar Caribe. En particular estos sistemas fluviales provocan fuertes inundaciones en tormentas fuertes y ciclones.

Sus habitantes se encuentran concentrados en las cercanías de la población de Pedernales, siendo una zona excepcionalmente muy poco poblada en comparación con el resto del país. Los núcleos de población más destacados son, Pedernales, Las Mercedes y Aguas Negras, en el límite norte con la hoja de Puerto Escondido. Se trata de una zona muy deprimida desde el punto de vista económico, y su principal fuente de ocupación es la agricultura de subsistencia, pobremente desarrollada en algunos conucos

en la Sierra de Bahoruco. En las zonas más llanas existe una pequeña agricultura intensiva de plantano y papaya. El turismo está muy pobremente desarrollado, aunque constituye una fuente importante de ingresos, y principalmente se trata de turismo nacional.

La Hoja de Pedernales presenta dos vías de comunicación, además de la carretera nacional que va desde Barahona a Pedernales. La principal es la carretera que lleva a la zona del Pelempito, construída desde Cabo Rojo hasta las explotaciones de bauxita situadas en la Sierra de Bahoruco, que atraviesa la Hoja de sur a norte y o y de la que parten hacia el oeste algunas pistas, algunas de ellas asfaltadas que comunican gran parte de la Hoja. En particular, la pista que va hacia Las Mercedes y a Pedernales. La otra vía de comunicación importante es la Carretera Internacional, que discurre paralela a la frontera, y de donde sale una pista que lleva a Aguas Negras. Además de estas existen otras pistas en peor estado, pero en general, existen pocos accesos por pista en la hoja, de modo que para acceder a algunos sectores de la zona montañosa, se tiene que hacer a pié o a lomos de caballería.

Por último, se trata de una región sometida a constantes acontecimientos naturales de tipo catastrófico, como son las frecuentes avenidas producidas en todos los ríos de la región, como respuesta a las intensas tormentas desencadenadas en el sector montañoso y que alcanzan su máxima expresión en el caso de los ciclones y huracanes que azotan la isla. También son frecuentes los terremotos, debido a la actividad de la Falla de Enriquillo, que recientemente ha provocado el Terremoto del 12 de Enero de 2010, de magnitud 7.3 y con cuantiosos daños personales y materiales.

1.3 Marco geológico

1.3.1. Geología de La Española

La República Dominicana ocupa aproximadamente los dos tercios más orientales de la Isla La Española, cuya superficie total es de unos 80.000 km², lo que la convierte en la segunda isla más extensa de las Antillas Mayores. Desde el punto de vista fisiográfico la isla está constituida por cuatro alineaciones montañosas principales que, de norte a sur y según la toponimia dominicana, son la Cordillera Septentrional, la Cordillera Central, la Sierra de Neiba y la Sierra de Bahoruco, separadas por tres grandes valles según el mismo orden, el Valle del Cibao, el Valle de San Juan y el Valle de Enriquillo. La orografía de la isla es muy accidentada, e incluye las mayores altitudes de las Antillas Mayores (picos Duarte y la Pelona, con 3087 m). Esta circunstancia revela una activa tectónica reciente puesta

también de manifiesto por la elevación topográfica de numerosas áreas, fallas activas y una importante actividad sísmica, como los importantes terremotos registrados en los años 1751, 1770, 1842, 1887, 1911, 1946, 1948 y 1953.

Desde el punto de vista geodinámico, la Isla Española se encuentra situada en la parte septentrional de la Placa del Caribe y conjuntamente con Puerto Rico, constituyen una unidad que puede interpretarse como una microplaca incipiente (Fig. 1.3), limitada al Norte por una zona de subducción/colisión oblicua (Fosa de Puerto Rico) y al Sur por una zona de subducción embrionaria (Fosa de los Muertos). El margen Norte del Caribe ha evolucionado notablemente desde el Cretácico hasta hoy. Previamente al Eoceno Inferior, el límite Norte del Caribe fue fundamentalmente de subducción (convergente con la Placa de Norteamérica), como lo evidencia la presencia del arco magmático del Cretácico Superior-Eoceno Inferior. La colisión de este arco magmático con la Plataforma de las Bahamas (margen continental meridional de Norte América), da lugar a la transición de un régimen dominado por la subducción a uno con desplazamientos en dirección, que ha continuado a lo largo del Neógeno (Dolan y Mann, 1998). Desde entonces, este límite de placas tiene un carácter transpresivo senestro. Las reconstrucciones de placas propuestas para la región septentrional del Caribe, indican que la plataforma de las Bahamas se ha movido relativamente hacia el oeste respecto a la del Caribe en los últimos 20 Ma y que los efectos colisiones se han intensificado en la Española en los últimos 5 Ma (Mann *et al.*, 2002; Pindell y Kennan, 2006; Pindell y Kennan., 2009).

Situados en la Cordillera Septentrional de la Española y a lo largo del borde sur de la Fosa de Puerto Rico, los afloramientos de rocas metamórficas de alta P constituyen evidencias de la antigua zona de subducción exhumada, levantamiento que aún continúa en la actualidad. Como indican la distribución de mecanismos focales, medidas de los desplazamientos de la Placa del Caribe mediante GPS (Fig. 1.4) y número de terrazas marinas emergidas, la isla de La Española constituye una zona de tectónica activa, importantes terremotos históricos y levantamiento tectónico, debido a que el borde septentrional de la placa Caribeña está actualmente sometida a un régimen de convergencia oblicua (Calais *et al.*, 1992, 1998, 2002; Mann *et al.*, 1998; DeMets *et al.*, 2000; Jansma *et al.*, 2000; Bilich *et al.*, 2001; y Prentice *et al.*, 2002).

1.3.2. Macro unidades geológicas

Localizada en el borde norte de la placa Caribeña, la geología de La Española resulta de la convergencia oblicua del margen continental de la placa de Norteamérica con el sistema de arco-isla Cretácico caribeño, la cual se inició en el Eoceno-Mioceno Inferior y continua en la actualidad (Donnelly et al., 1990; Mann *et al.*, 1991, 1995, 2008). La geotectónica activa ha dado lugar a una fisiografía caracterizada por una alternancia de sierras montañosas y valles, que pueden ser agrupadas en diez zonas fisiográficas o morfogenéticas (Fig. 1.5). Generalmente, los límites de cada una de estas zonas están establecidos por alineaciones morfoestructurales bien definidas y presentan características geológicas que la distinguen de sus zonas contiguas.

Por otra parte, la Española ha sido dividida en varias unidades tectonoestratigráficas en base a su diferente historia geológica, yuxtapuestos tectónicamente por zonas de desgarre de dirección ONO-ESE y edad post-Eoceno/Oligoceno (Mann *et al.*, 1991). Estas zonas de falla son: Septentrional (ZFS), La Española (ZFLE), Bonao-La Guácara (ZFBG), San Juan-Restauración (ZFSJR) y Enriquillo-Plantain Garden (ZFEPG) (Fig. 1.6). Las rocas de estos terrenos están regionalmente cubiertas por rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas de edad Eoceno Superior a Plioceno, que postdatan la actividad del arco-isla y registran la colisión oblicua arco-continente, así como la subducción activa el margen meridional de la isla (Bourgeois *et al.*, 1983; Mann *et al.*, 1991, 1995; Calais y Mercier de Lépinay, 1995; Dolan *et al.*, 1998; Mann, 1999; Hernáiz Huerta y Pérez Estaún, 2002).

Los estudios realizados en la República Dominicana, en buena parte enmarcados dentro del Programa SYSMIN, han permitido distinguir de Norte a Sur (Figuras. 1.5 y 1.6):

(1) Un prisma de acreción (o complejo de zona de subducción) exhumado durante la colisión del arco de islas con el continente de Norte América, que incluye: los complejos de rocas de alta presión de Puerto Plata, Río San Juan y Samaná, con mëlanges tectónicas de matriz serpentínica y sedimentaria; y la cuenca turbidítica de antearco/antepaís suprayacente, rellena con las unidades siliciclásticas del Eoceno Inferior-Oligoceno y carbonatadas del Mioceno Superior-Cuaternario (Draper y Nagle 1991; Joyce 1991; Pindell y Draper, 1991; Draper y Gutierrez-Alonso, 1997; De Zoeten y Mann, 1999; Mann, 1999; Gonçalves *et al.* 2000; Escuder-Virujete y Pérez-Estaún, 2006; Pérez Valera y Abad, 2010).

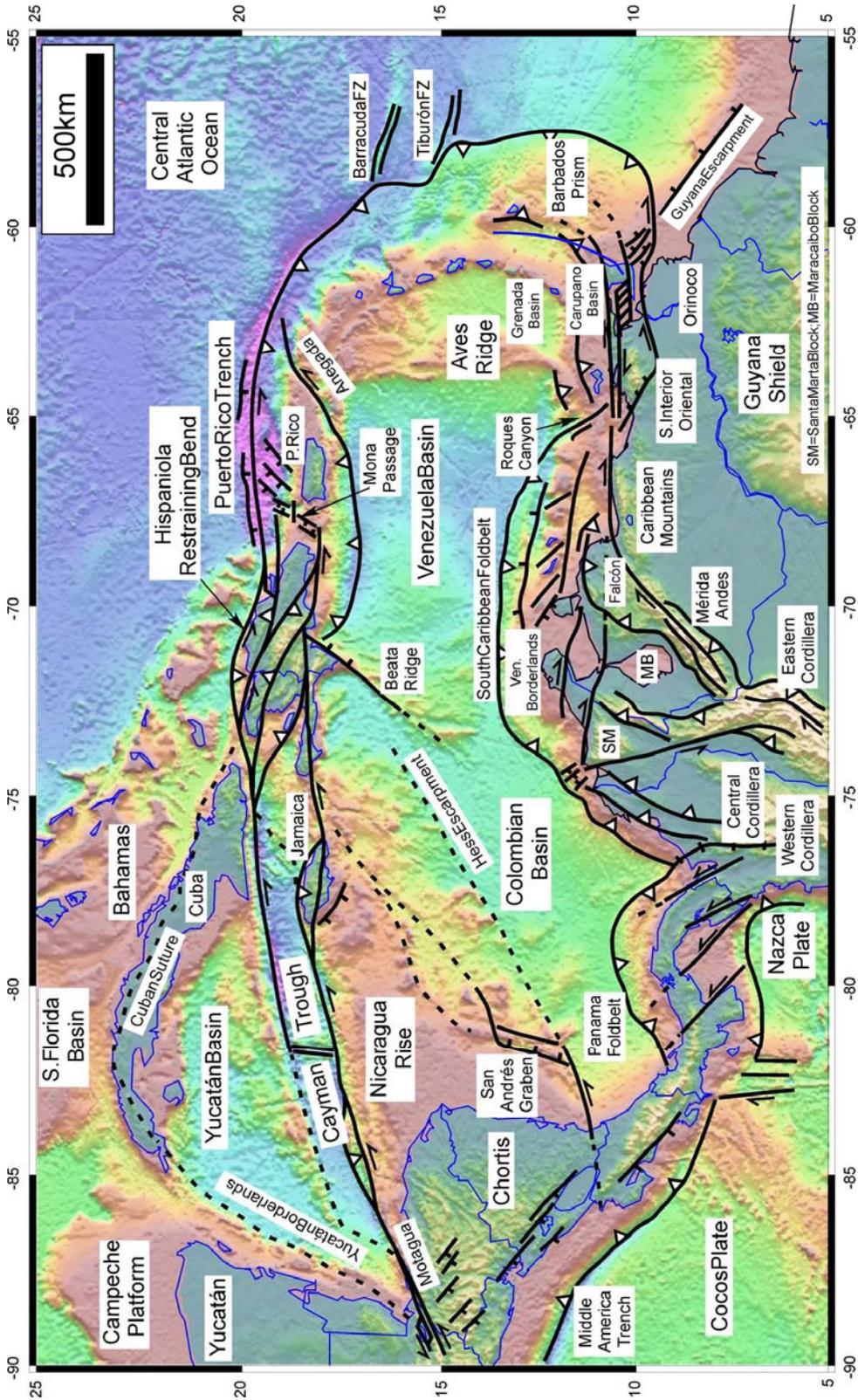


Figura 1.3. Mapa de la placa Caribeña mostrando la situación de la isla de La Española en su borde septentrional. En la figura se muestran también los límites estructurales de la placa Caribeña con otras placas y los principales elementos tectónicos.

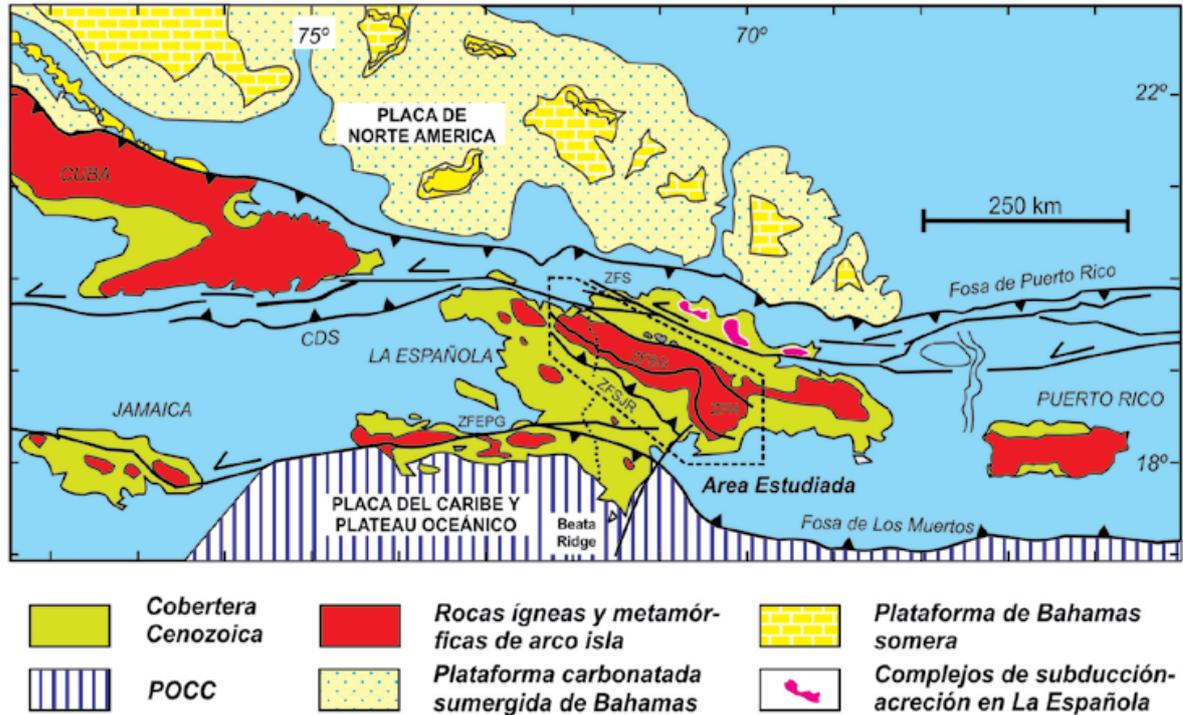


Figura 1.3 (cont). Mapa del margen septentrional de la placa Caribeña (mod. de Lewis y Draper, 1990; Mann *et al.*, 1991). La Española ha sido dividida en varios terrenos tectonoestratigráficos en base a su diferente historia geológica, yuxtapuestos tectónicamente por zonas de desgarre de dirección ONO-ESE y edad post-Eoceno/Oligoceno (Mann *et al.*, 1991). Estas zonas de falla son: Septentrional (ZFS), La Española (ZFLE), La Guácara-Bonao (ZFBG), San Juan-Restauración (ZFSJR) y Enriquillo-Plantain Garden (ZFEPG).

(2) El arco isla primitivo del Cretácico Inferior, que incluye las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Fm Los Ranchos y los Esquistos de Maimón y Amina, los cuales resultan ser petrológica y geoquímicamente equivalentes (Bowin, 1975; Draper y Lewis, 1991; Kesler *et al.*, 1990, 2005; Lebron y Perfit, 1994; Lewis *et al.*, 1995, 2000, 2002; Joubert *et al.*, 2004; Escuder-Virujete *et al.*, 2004, 2006). El Complejo Río Verde situado estructuralmente al SO representa el arco fallado o la cuenca de trasarco adyacente al frente volcánico (Escuder-Virujete *et al.*, 2009). La Fm Los Ranchos está estratigráficamente recubierta por la potente secuencia sedimentaria siliciclástica de la Fm Las Guayabas. Esta unidad está formada por areniscas con abundantes terrígenos derivados de la erosión de un arco isla, por lo que se interpreta constituyen el relleno de la cuenca de delantera del Arco Isla Caribeño del Cretácico Superior (García Senz *et al.*, 2007).

(3) Un cinturón de peridotitas serpentinizadas, denominado Peridotitas de Loma Caribe (Lewis *et al.*, 2006; Draper *et al.*, 1996), y las unidades volcano-plutónicas oceánicas relacionadas (Escuder-Virujete *et al.*, 2006, 2008).

Historical seismicity in Hispaniola (before 1960)

(locations approximate except 1946-1953 sequence)

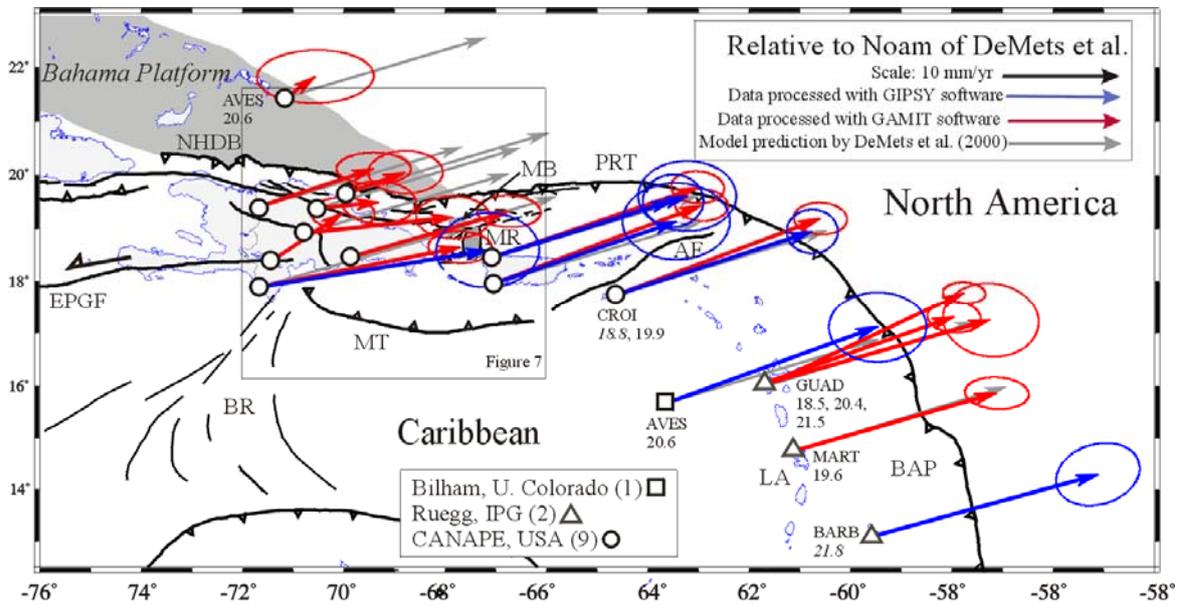
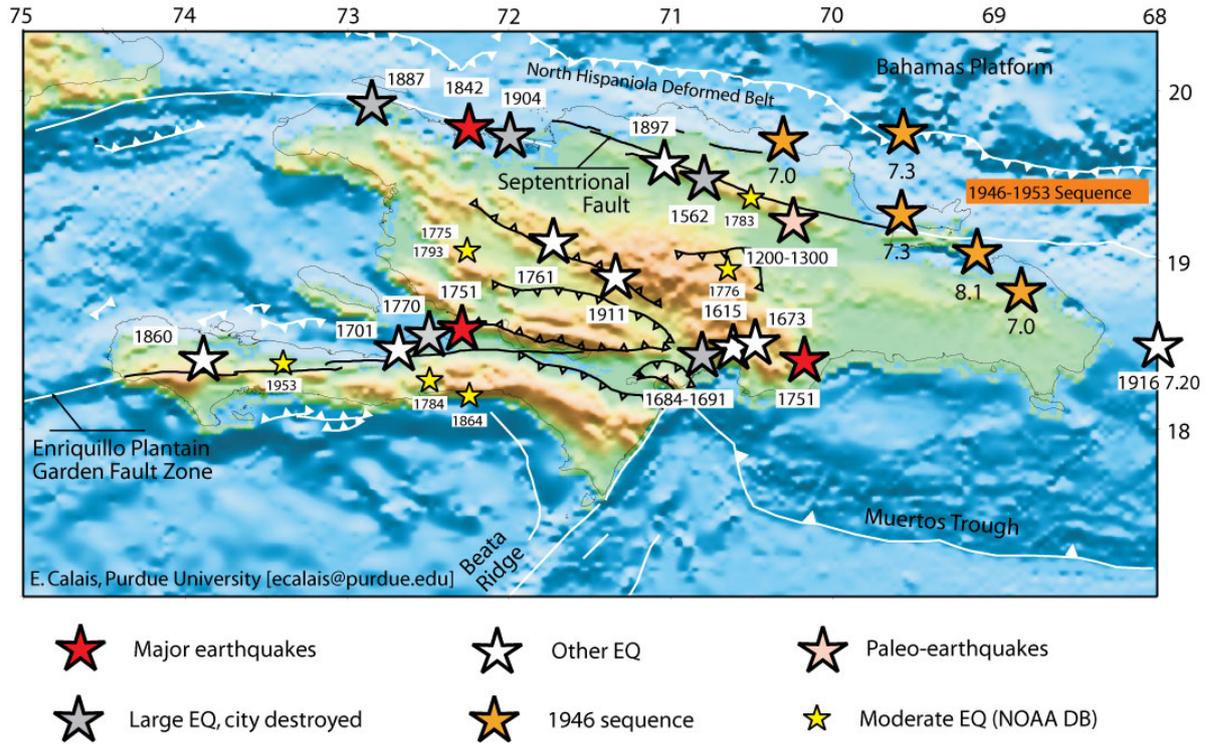


Figura 1.4. (Arriba) Mapa de situación de los principales terremotos históricos en el sector septentrional de la Placa del Caribe y su relación con las estructuras que marcan límites de placas (Dolan y Wald, 1998); (abajo) Movimiento relativo de la Placa Caribeña hacia el ENE deducidos en base a medidas GPS y modelos dinámicos globales (de Mets *et al.*, 2000; Mann *et al.*, 2002). La situación de La Española en un relieve contractivo senestro origina la actividad neotectónica y creación de relieve.

(4) Un complejo metamórfico de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, compuesto por la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja (Escuder-Viruete *et al.*, 2008) y el Complejo Duarte (Palmer, 1979), que se interpreta como derivado de una meseta oceánica (Draper y Lewis, 1991; Lewis y Jiménez, 1991; Montgomery *et al.*, 1994) edificada sobre un sustrato oceánico de basaltos, sedimentos pelágicos y radiolaritas de procedencia Pacífica (Montgomery *et al.*, 1994). El Complejo Duarte incluye picritas olivínicas y basaltos ricos en Mg geoquímica e isotópicamente similares a los magmas generados por una pluma mantélica (Lapierre *et al.*, 1997, 1999, 2000; Escuder-Viruete *et al.*, 2007).

(5) La secuencia de arco magmático del Cretácico Superior, representado principalmente por la Fm Tireo, y que está intruida por los batolitos gabro-tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor, El Bao, Jumunuco, El Río y Arroyo Caña, incluyendo complejos ultramáficos y plutones de leucotonalitas foliadas (Lewis *et al.*, 1991, 2002; Contreras, 2004; Escuder-Viruete *et al.*, 2004; Joubert *et al.*, 2004; Stein *et al.*, 2004). Sobre estos materiales tuvo lugar la extrusión de la potente Fm Basaltos de Pelona-Pico Duarte, que registra un magmático intraplaca relacionado con los eventos más tardíos de construcción del Plateau Oceánico Caribeño en el Campaniense-Maastrichtiense.

(6) Las formaciones sedimentarias Eoceno Inferior/Medio-Oligoceno desarrolladas por detrás del arco isla y simultáneamente a la colisión entre el arco isla y el continente Norteamericano, representadas por el Cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta-Trois Rivières y la cuenca de antepaís relacionada de San Juan (Heubeck, 1988; Dolan *et al.*, 1991; Hernáiz Huerta y Pérez-Estaún, 2000).

(7) Las formaciones Neógenas y actuales que rellenan las cuencas de Azua y Enriquillo (Mann *et al.*, 1991; Mann, 1999; Díaz de Neira y Solé Pont, 2002), sedimentadas en relación a la formación de la nueva zona de subducción meridional, o Fosa de Los Muertos, y en la que el sustrato oceánico del Mar Caribe subduce bajo la Isla de La Española.

(8) Un fragmento levantado del plateau oceánico del Caribe, aflorante en la Sierra de Bahoruco, constituida por basaltos oceánicos del Cretácico Superior y que constituyen el sustrato de la Dorsal de Beata y aparentemente buena parte del mar Caribe (Maurasse *et al.*, 1979; Sen *et al.*, 1988; Mann, 1999; Kerr *et al.*, 2002).

El contacto entre el complejo de acreción-colisión septentrional y la secuencia de arco isla de la Fm Tireo, se realiza a través de la estructura más importante de toda la isla, la Zona de Falla de La Española (Figura 1.5. y 1.6), a favor de la cual afloran las peridotitas serpentinizadas de Loma Caribe. Se trata de una falla de desgarre que resuelve un gran desplazamiento lateral, y aproxima y yuxtapone estos diferentes fragmentos litosféricos.

1.3.3. Macroestructura de La Española

Los resultados obtenidos en los Proyectos del Programa SYSMIN han supuesto un nuevo e importante avance en el conocimiento de la geología estructural de la República Dominicana. Desde un punto de vista tectónico, la estructura de la Isla de La Española resulta de la convergencia oblicua a la colisión final del sistema de arco-isla Caribeño Cretácico y la placa de Norte América, que tuvo lugar desde el Eoceno Medio-Superior (Bowin, 1975; Donnelly *et al.*, 1990; Mann *et al.*, 1991, 1995, 1999; Draper *et al.*, 1994; Escuder-Virueite y Pérez-Estaún, 2006).

La macroestructura de La Española resultante consiste en un conjunto de unidades tectónicas de unos 250 kilómetros de anchura, constituido por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior a Eoceno, que se formaron y acrecionaron en un arco-isla intraoceánico hasta la colisión arco-continente (Figura 1.7). Estas rocas están regionalmente cubiertas por una cobertera de rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas de edad Eoceno/Oligoceno-Actualidad, que post-datan la actividad del arco isla y registran principalmente el período de movimiento transcurrente senestro entre las placas de Norteamérica y Caribeña (Mann, 1999; Mann *et al.*, 1991, 2002; Calais y Mercier de Lépinay, 1995; Dolan *et al.*, 1998).

Las estructuras formadas a lo largo de la historia cenozoica de La Española son típicamente transpresionales, como zonas de falla transcurrentes de gran escala y subparalelas a la zona de colisión, que acomodan grandes desplazamientos laterales entre “terrenos”; abanicos de fallas de alto ángulo que forman estructuras “en flor” positivas (sierras elevadas) y negativas (cuencas); sistemas de pliegues dispuestos “en-échelon”, fallas con relevos locales compresionales y extensionales, etc.

1.3.4. Historia Geológica de La Española

La historia geológica simplificada que registran las muy variadas rocas que constituyen la isla de La Española puede sintetizarse en los siguientes eventos:



Figura 1.5. Principales unidades morfotectónicas de La Española según Lewis y Draper (1991).



Figura 1.6. Mapa de los terrenos tectonoestratigráficos de La Española según Mann *et al.* (1991): (1) Samaná; (2) Puerto Plata-Pedro García-Río San Juan; (3) Altamira; (4) Seibo; (5) Oro; (6) Tortue-Maimón-Amina; (7) Loma Caribe-Tavera; (8) Duarte; (9) Tireo; (10) Trois Rivières-Peralta (11) Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba; y (12) Hotte-Selle-Bahoruco. Zonas de Falla: ZFRG, Río Grande; ZFS, Septentrional; ZFBG, Bonao-La Guácara; ZFH, Hatillo; ZFLE, La Española; ZFEPG, Enriquillo Plantain Garden; ZFSJR, San José- Restauración ; ZFLPSJ, Los Pozos-San Juan.

- Jurásico Medio-Superior. Edad de formación de las rocas oceánicas más antiguas del Caribe, siendo tanto de procedencia Pacífica como resultado de la formación del océano del proto-Caribe debido a la separación entre las placas de Norte y Sur América (Mann *et*

al., 1991; Montgomery *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 1999; Escuder-Viruete y Pérez-Estaún, 2006; Escuder-Viruete *et al.*, 2008).

- Cretácico Inferior. Génesis del Arco de Islas Primitivo, representado por las Fms Los Ranchos, Amina y Maimón, junto con el Complejo Río Verde (Donnelly *et al.*, 1990; Lebrón y Perfit, 1994; Draper *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 1995, 2000, 2002; Kesler *et al.*, 1977, 2003, 2005; Escuder-Viruete *et al.*, 2006, 2008, 2009), sobre una zona de subducción con polaridad hacia el Sur (en la posición actual; Krebs *et al.*, 2007; Krebs, 2008; Pindell *et al.*, 2006; Escuder-Viruete *et al.*, 2008). Existencia de episodios magmáticos relacionados con la actividad de una pluma mantélica, representados por los basaltos magnesianos y picritas del Complejo Duarte (Draper y Lewis, 1991; Lewis *et al.*, 2000; Lapierre *et al.*, 1997, 1999, 2000; Escuder-Viruete *et al.*, 2004, 2006, 2007).

- Cretácico Superior-Eoceno. Probable cambio en la cinemática del arco (Cenomanense Superior-Turonense) y continuación de la subducción dando lugar a la formación del Arco de Islas del Caribe, representado por el Grupo Tireo (Lewis *et al.*, 1991, 2000, 2002; Escuder-Viruete *et al.*, 2007, 2008). Evento magmático principal de formación del Plateau oceánico del Caribe en el Turonense-Coniacense (Fm Constanza) y en el Campaniense-Maastrichtiense (Fms de Siete Cabezas y Basaltos de Pelona-Pico Duarte). Iniciación de la colisión arco-continente, formación de la Falla de la Española e inicio de los desplazamientos laterales entre el arco primitivo y el arco Cretácico Superior, así como respecto a su parte frontal (prisma acrecional y cuencas de antearco; Donnelly, 1973, 1989, 1994).

- Eoceno Medio-Superior. Continúa la colisión del arco de islas con la plataforma de las Bahamas, exhumación de las rocas de alta P (De Zoeten y Mann, 1991, 1999; Joyce, 1991; Gonçalves *et al.*, 2000) y cese de la actividad magmática relacionada con la subducción. Desplazamiento a lo largo de la Falla de la Española provocando la aproximación de las parte traseras del arco a las partes frontales.

- Oligoceno-Mioceno Inferior. Movimientos en dirección en la zona de colisión y en el interior del arco. Fallas de desgarre y cuencas sedimentarias asociadas (Mann *et al.*, 2002; Hernáiz Huerta *et al.*, 2007).

- Mioceno Superior-Actualidad. En continuidad con la etapa anterior. Generalización de la tectónica de desgarre y estructuras relacionadas con la subducción, situada al Sur de la Isla (Mann *et al.*, 2002). Exhumación final del complejo de acreción-colisión.

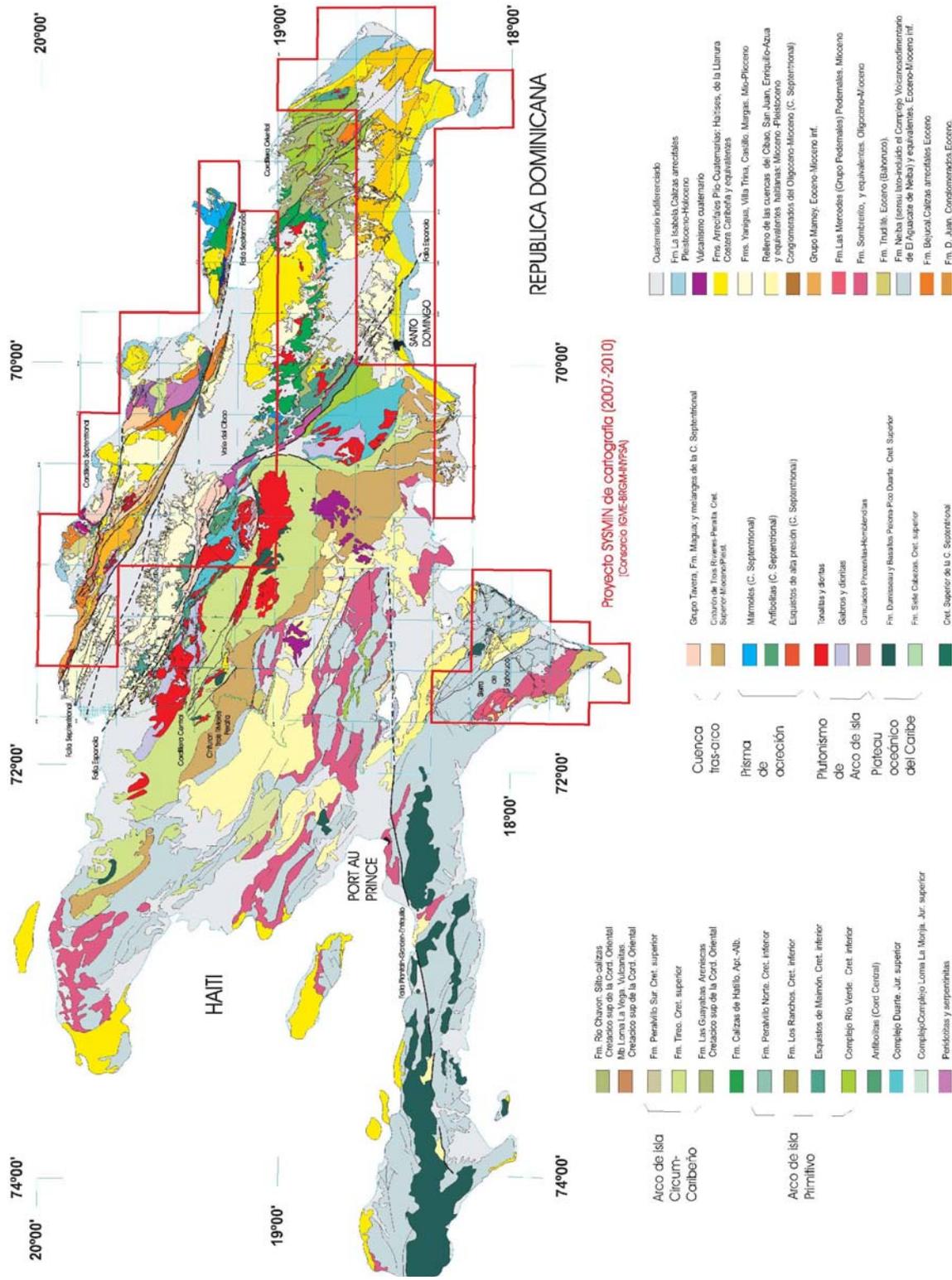


Figura 1.7. Mapa Geológico simplificado de La Española, según Lewis y Draper (1990), actualizado con datos del Programa SYSMIN (1999,2002 y 2004. En la figura se especifica la situación de las zonas cartografiadas en el Proyecto SYSMIN II

1.4 Antecedentes

Son realmente escasos los trabajos destinados a estudiar concretamente la geología de la Sierra y Península de Bahoruco. Se han realizado básicamente dos trabajos de índole regional, que constituyen los únicos estudios en los cuales se aborda la estratigrafía y tectónica de la región: Romeo Llinás (1972) y Osiris de León (1989).

En el primero de ellos se estudia el área comprendida entre Polo y Duvergé, con una perspectiva muy estratigráfica y abordando el estudio de todas las unidades estratigráficas que afloran en este sector. El trabajo de Osiris de León (1989) abarca prácticamente toda la Península de Bahoruco, y en él describe las distintas unidades litoestratigráficas que componen la península, acompañado de estudios tectónicos, hidrogeológicos y de yacimientos minerales, y mostrando una cartografía a escala 1:125000 aprox. El trabajo de Romeo Llinás (1972) se centra en la secuencia sedimentaria de edad cretácica que se encuentra en el área comprendida entre Polo y Duvergé, con una perspectiva muy estratigráfica y abordando el estudio de todas las unidades estratigráficas que afloran en este sector septentrional de la sierra, principalmente las rocas volcánicas cretácicas que constituyen el *plateau* del Caribe y a la serie sedimentaria que se deposita discordante sobre la misma, a la que denomina informalmente Fm Río Arriba.

En este sentido conviene destacar los trabajos realizados en el país vecino, Haití, donde se han llevado a cabo diferentes estudios de formaciones equivalentes a las existentes en la Península y Sierra de Bahoruco, sobre todo en lo que respecta a las formaciones volcánicas y sedimentarias del Cretácico-Paleógeno (Fm Dumisseau, Maurrasse et al., 1979) y algunas formaciones terciarias (Maurrasse, 1981). Un resumen de esto puede verse en la Guía de Excursiones de campo por Haití editado por la Sociedad Geológica de Miami (Maurrasse, 1982).

A nivel más general, pese a que las sierras de Bahoruco y Martín García parecen haber despertado un escaso interés geológico, las cuencas neógenas del suroeste dominicano, y en particular la de Enriquillo, sí han sido objeto de una gran cantidad de trabajos de diversa índole, cuya simple enumeración implicaría un profundo estudio bibliográfico. A continuación se señalan todos aquellos que se han considerado del máximo interés para la elaboración de la Hoja, tanto de carácter local como regional, y que engloban la mayor parte de los conocimientos geológicos existentes acerca del suroeste de la República Dominicana.

Aunque los trabajos pioneros se remontan a la época del descubrimiento de América, las primeras exploraciones sistemáticas tuvieron lugar durante el siglo pasado con motivo de campañas petrolíferas y mineras, de las cuales derivan los trabajos de Vaughan et al. (1921) para el Servicio Geológico de Estados Unidos, así como los de Dohm (1941-1942), Bermúdez (1949), y otros, para la Dominican Seaboard Oil Company. Una recopilación de estos trabajos se puede consultar en Mann et al. (1991).

Entre las décadas de los años sesenta y ochenta tuvo lugar un notable impulso de los conocimientos geológicos de la República Dominicana, 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; Mann (1983), centrada en aspectos estructurales y estratigráficos de La Española y Jamaica; Boisseau (1987), que precisa la estructura del flanco nororiental de la cordillera Central; Mercier de Lépinay (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; Dolan (1988), que aborda la sedimentación paleógena en las cuencas orientales de las Antillas Mayores; y Heubeck (1988), centrado en la terminación suroriental de la cordillera Central. Por su particular interés en la zona de estudio es preciso destacar la tesis doctoral de Llinás (1972), en la que se aportan numerosos datos de tipo estratigráfico y estructural de la sierra de Batoruco y del sector oriental de la cuenca de Enriquillo. Además de los anteriores, destacan por su importancia en la Hoja las tesis doctorales de Cooper (1983) y Breuner (1985), especialmente por su interés para la estratigrafía de los materiales neógenos, así como la de McLaughlin (1989), ésta enfocada desde un punto de vista bioestratigráfico y evolutivo. Otro tanto puede decirse del estudio hidrogeológico de la región suroriental dominicana elaborado por De León (1983), con una clara descripción estratigráfica acompañada de un esquema cartográfico.

Fruto del interés petrolífero de las cuencas del suroeste dominicano es el trabajo de Norconsult (1983) en el que se sintetizan los resultados de los estudios llevados a cabo, aportando una valiosa información estratigráfica, estructural y sobre todo, del subsuelo. En relación con la historia de la exploración petrolífera merece la pena destacar la síntesis histórica de Mann y Lawrence (1991).

Debido a la excelente calidad de los afloramientos de materiales cuaternarios de origen arrecifal distribuidos por la cuenca de Enriquillo y sus implicaciones en la evolución más reciente de la región, su estudio ha sido otro de los temas que ha llamado la atención de

los autores que han visitado la zona, pudiendo destacarse al respecto las publicaciones de Mann *et al.* (1984) y Taylor *et al.* (1985), aunque en los últimos años el número de contribuciones científicas en esta zona se han multiplicado dado el interés que ha despertado a nivel mundial.

Ante la gran cantidad de trabajos existentes y la consiguiente proliferación de términos referentes a Formaciones, la Dirección General de Minería realizó un intento de unificación de la nomenclatura mediante la elaboración del Léxico Estratigráfico Nacional, con uno de sus dos tomos dedicado a las formaciones del suroeste del país (1984). En cuanto a las cartografías geológicas de síntesis, a la realizada por la Organización de Estados Americanos a escala 1:250.000 (Blesch, 1966), hay que añadir la elaborada a la misma escala, pero con un detalle y calidad superiores, por la Dirección General de Minería y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991). Otra notable cartografía de síntesis acompaña a la interesantísima recopilación de artículos que integran el trabajo de Mann *et al.* (1991a) para la Sociedad Geológica de América y que supone una auténtica puesta al día de los conocimientos geológicos cerca de La Española y por tanto, un documento básico para trabajos posteriores.

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. Entre los trabajos más recientes es preciso señalar los desarrollados en la región limítrofe con motivo del Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana (Díaz de Neira, 2000b; Gómez, 2000), que suponen un considerable avance en el conocimiento geológico de la región, no sólo desde un punto de vista cartográfico, sino también por el tratamiento sistemático de su estratigrafía, tectónica, geomorfología, petrología y geología económica. Por último, merece la pena destacar la recopilación de artículos elaborados a partir de la información acumulada en dicho proyecto (Pérez-Estaún *et al.*, 2002), de entre los que cabe señalar el de Díaz de Neira y Solé por su interés en la estratigrafía del Neógeno de la Hoja. También dentro del Programa SYSMIN, aunque con un carácter más general con relación al ámbito dominicano, es preciso señalar los relativos a aspectos sísmicos (Prointec, 1999) e hidrogeológicos (Acuater, 2000; Eptisa, 2004).

También cabe destacar por su cercanía al área de estudio, la Tesis Doctoral realizada por Hernáiz Huerta (2007), quien recopila gran cantidad de información de la Sierra de Neiba y Cuenca de Enriquillo. Por último, mucho más recientes son los trabajos de Abad *et al.* (2008 y 2009) en lo que se realiza una descripción general de las formas erosivas y depósitos asociados a las oscilaciones del nivel del mar y a la evolución de la costa durante parte del Pleistoceno y Holoceno en la Península de Bahoruco.

2. ESTRATIGRAFÍA

En la península de Bahoruco se han realizado básicamente dos trabajos de índole regional, que constituyen los únicos estudios en los cuales se aborda la estratigrafía de la región: Romeo Llinás (1972) y Osiris de León (1989). En el primero de ellos se estudia el área comprendida entre Polo y Duvergé, con una perspectiva muy estratigráfica y abordando el estudio de todas las unidades estratigráficas que afloran en este sector. El trabajo de Osiris de León (1989) abarca prácticamente toda la Península de Bahoruco, y en él describe las distintas unidades litoestratigráficas que componen la península, acompañado de estudios tectónicos, hidrogeológicos y de yacimientos minerales, y mostrando una cartografía a escala 1:125000 aprox.

Seguidamente se hace un estudio crítico de las diversas unidades definidas por estos dos autores en la península de Bahoruco, en las zonas donde se han realizado las hojas geológicas pertenecientes a este proyecto, dando como resultado un nuevo cuadro estratigráfico para la región (Fig. 2.1).

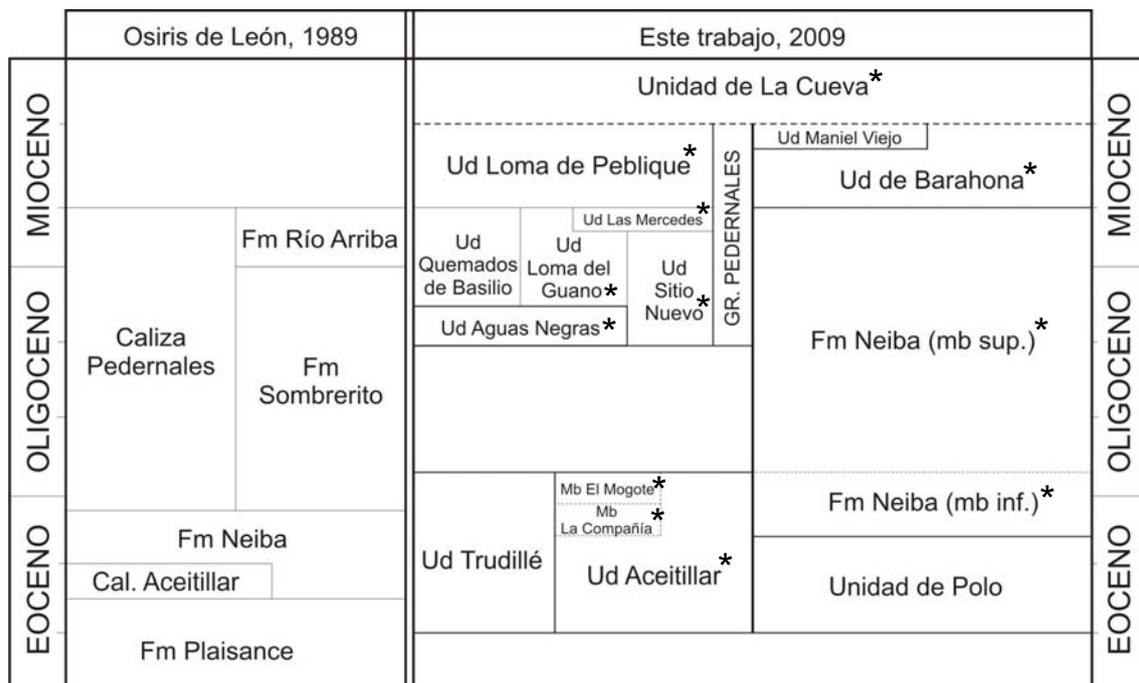


Figura 2.1. Esquema de las unidades litoestratigráficas utilizadas en este proyecto en la cartografía de la Península de Bahoruco, con correlación y comparación con las definidas previamente por Osiris de León (1989). Los asteriscos indican las unidades cartográficas aflorantes en la Hoja de Pedernales.

- Fm Río Arriba. Romeo Llinás (1972) describe por primera vez una secuencia sedimentaria de edad cretácica que se encuentra por encima de las rocas volcánicas que

constituyen el plateau del Caribe, definidas en Haití como Fm Dumisseau (Maurrasse et al., 1979). A esta secuencia la denomina informalmente Fm Río Arriba. Posteriormente, Osiris de León (1989) se refiere también en su estudio a la Fm Río Arriba, a la que atribuye características estratigráficas similares a las descritas por Llinás, pero la sitúa en el Mioceno inferior. Es evidente que se trata de un error en la atribución de los diferentes conjuntos litológicos que atraviesa el Río Arriba, puesto que comparando los mapas de situación parece que ambos autores estudian y muestrean las rocas en diferentes alturas del cauce de Río Arriba, por lo que realmente corresponden a unidades diferentes, situadas en posiciones geográficas distintas. Esta comprobación concluye que la Fm Río Arriba descrita por Osiris de León corresponde en realidad a la Fm Neiba (miembro superior), mientras que la definida por Llinás, en realidad corresponde a una secuencia cretácica diferente y claramente distinguible. Hay que decir que esta secuencia sedimentaria cretácica fue diferenciada también en la cartografía de la Hoja de La Salina (Nicol, 2004). En la Hoja de Polo se ha reconocido parte de la secuencia definida por Llinás, aunque las descripciones no coinciden exactamente, y en la cartografía de la Hoja de Polo se han diferenciado tres términos litológicos diferentes. Sin embargo, se opta finalmente por incluir estos tres términos en la Fm Río Arriba (sensu Llinás, 1972), aplicando la prioridad en la antigüedad del término, una vez comprobado que está bien definido. Estos términos tendrían rango de miembros debido a la poca extensión vertical y lateral que tienen, y a su distribución posiblemente de carácter local.

Por encima de la Fm Río Arriba se encuentra una serie de carbonatos, de edad Eoceno a Cuaternario, que constituyen prácticamente la totalidad de las unidades que componen la Península de Bahoruco. En los trabajos previos, Osiris de León (1989) muestra una primera estratigrafía y cartografía de la Península de Bahoruco. En él se refiere a diversas unidades que son tratadas a continuación.

- Fm Plaisance. Osiris de León (1989) distingue una serie de calizas beige (color café) con algo de pedernal y estratificada en bancos métricos, y atribuye esta formación a la Fm Plaisance, descrita en el NW de Haití por Vaughan et al. (1921), atribuyéndole una edad Eoceno inferior-medio. En su cartografía la diferencia básicamente en los sectores de Los Pinos, Enriquillo, Loma de la Torre, etc... En este proyecto, se ha visto que los sectores donde se había diferenciado la Fm Plaisance realmente corresponden a diversas unidades, algunas con características estratigráficas propias y otras correlacionables con unidades descritas en posiciones geográficas más cercanas, con quienes guardan un mayor parecido. Además, las edades están comprendidas entre el Eoceno medio y el Oligoceno basal. Este hecho, junto con la situación muy alejada del

área tipo de la Fm Plaisance, posiblemente en un contexto geológico diferente, y la imposibilidad de comprobar la Fm Plaisance en su lugar de definición, no asegura la validez de la Fm Plaisance en la Península de Bahoruco. En los lugares donde aparece la Fm Plaisance se ha reconocido la Unidad de Polo (nueva definición) y la Fm Neiba (miembro inferior).

- Fm Neiba. Osiris de León (1989) también distingue en la Península de Bahoruco la Fm Neiba, descrita en la Sierra de Neiba por Arick (1941), en Bermúdez (1949). Es una formación fácilmente distinguible por presentar una serie de calizas tableadas decimétricas con nódulos o niveles de sílex, mostrando un aspecto de campo muy característico. Esta formación no ha presentado ningún problema desde el punto de vista litoestratigráfico, y ha sido también distinguida en este proyecto. Solamente señalar que Osiris de León (1989) da una edad Eoceno medio-superior para la Fm Neiba.
- Fm Sombrerito. Definida por Olsson (en Bermúdez, 1949) para agrupar una serie de materiales margosos con intercalaciones calcáreas en la Sierra de Neiba y el valle de San Juan. Osiris de León (1989) describe esta formación en la Sierra de Bahoruco y le da una amplia extensión cartográfica. Atribuye a esta formación los niveles de calizas cristalinas y margosas, bien estratificados, con capas de pedernal y facies de calizas “de tipo arrecifal”, con una edad Eoceno superior-Oligoceno. En los trabajos de cartografía realizados en la Hoja de Barahona, Díaz de Neira (2004) distingue materiales de la Fm Neiba donde Osiris había cartografiado la Fm Sombrerito, y también diferencia las facies superiores de naturaleza más calcárea (“calizas de tipo arrecifal” de Osiris), que afloran ampliamente en el área de Barahona, a las cuales las denomina miembro Barahona de la Fm Sombrerito, con una edad Mioceno. Por tanto, en el caso de la Fm Sombrerito de Osiris de León (1989), los datos litológicos y de edad, así como las relaciones estratigráficas y su distribución permiten incluir estos materiales dentro de la Formación Neiba, con quienes muestran una mayor afinidad, mientras que su parte superior correspondería al miembro Barahona de la Fm Sombrerito (Díaz de Neira, 2004).
- Caliza Aceitillar. La describe Osiris de León (1989) por primera vez, para incluir una secuencia de calizas blancas, ligeramente margosas y bioclásticas que afloran en todo el eje del anticlinal de la Sierra de Bahoruco. Las sitúa por encima de la Fm Plaisance y en cambio lateral de la Fm Neiba, como facies más somera, y le da una edad Eoceno medio. En general, esta definición, aunque con carácter informal es correcta en términos estratigráficos y se ha mantenido en el presente proyecto.

- Calizas de Pedernales. Igualmente definidas por Osiris de León (1989) con carácter informal, para describir una serie de calizas rosadas a rojizas que afloran en todo el talud sur de la Sierra de Bahoruco, desde Pedernales hasta la Laguna de Oviedo. Les da una edad Oligoceno-Mioceno?. Estas calizas han sido reconocidas en el área que cita Osiris de León y en el presente trabajo han sido subdivididas en varias unidades.

Unidades de nueva definición y estratigrafía propuesta

Después del análisis crítico de la nomenclatura previa y a partir de la cartografía realizada en este proyecto, se ha puesto de manifiesto la necesidad de actualizar la descripción de las unidades previas que se ha comprobado que tienen validez, y definir nuevas unidades no observadas anteriormente para completar un cuadro estratigráfico lo más preciso posible dentro de los objetivos de este proyecto.

Siguiendo las recomendaciones de la Guía Estratigráfica Internacional (Hedberg, 1980; Reguant y Ortiz, 2001) se considera a las unidades redefinidas o renombradas, y a las de nueva definición como unidades informales, puesto que no cumplen todavía todos los requisitos para ser definidas formalmente. Para estas unidades se usará el término *Unidad + nombre geográfico* que designe a la unidad y se tomará en el sentido de unidad litoestratigráfica informal. Se ha prescindido de añadir un término litológico, para simplificar la nomenclatura. Este es uno de los primeros pasos para en el futuro tratar de definir formalmente estas unidades. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las unidades que por sus características históricas han sido denominadas anteriormente como formaciones, seguirán manteniendo el término *Formación*, y se pueden considerar a todos los efectos unidades formalmente descritas. En el caso de las unidades de la Península de Bahoruco, solo se aplica este caso a la Formación Neiba.

- Unidad de Polo. Eoceno medio-superior. Corresponde a una unidad de nueva definición, compuesta por una sucesión de calizas típicamente de algas rojas, en ocasiones formando rodolitos de varios centímetros de diámetro, y con un característico aspecto masivo de campo. Estas características, junto con su organización y su posición directamente por encima de las rocas volcánicas de la Fm Dumisseau han permitido su diferenciación cartográfica y han justificado su definición. Tiene rango de formación y aflora en áreas donde anteriormente estaba cartografiada la Fm Plaisance (Osiris de León, 1989).

- Unidad de Aceitillar. Eoceno inf-superior. Corresponde a las “calizas de Aceitillar” de Osiris de León (1989), donde se aplica la prioridad del término, una vez comprobada su validez. Son calizas bioclásticas, oncolíticas, con una expresión y organización característica que justifican su diferenciación litoestratigráfica. Muestran una gran extensión y homogeneidad en sus facies, presentes en todo el anticlinal de la Sierra de Bahoruco. Tiene rango de formación, y solamente en algunos sectores (Hoja de Pedernales) se han podido diferenciar dos unidades de rango menor (miembros) en su parte superior, que se han denominado mb La Compañía (calizas arenosas bioclásticas) y mb El Mogote (calizas bioclásticas) y que tienen una extensión lateral limitada.
- Unidad de Trudillé. Eoceno medio-superior. Esta unidad es de nueva definición, y está formada por calizas de aspecto masivo, de un característico color beige-marrón, que además tiene una facies, organización y aspecto diferente a la unidad de Aceitillar, por lo que se ha diferenciado como una unidad aparte. Tiene rango de formación y ocupa toda la parte sur de la Península de Bahoruco y casi la totalidad de la Isla Beata.
- Formación Neiba. Eoceno superior-Mioceno inferior. Como se ha referido anteriormente, la Fm Neiba se reconoce claramente por sus características litoestratigráficas. La Formación Neiba está compuesta por una sucesión potente y monótona de calizas blancas-beiges de diversas facies, pero fundamentalmente constituida por calizas micríticas, de aspecto tableado, con niveles de acumulación de bioclastos y frecuentes nódulos y niveles de sílex. Esta formación ha sido descrita originalmente en la Sierra de Neiba y ampliamente reconocida en todo el sector occidental de la República Dominicana desde los primeros trabajos de geología realizados en el sector (p. ej. Bermúdez, 1949).

En la península de Bahoruco también se ha podido distinguir la Formación Neiba debido a la particularidad de sus facies. Sin embargo, también presenta sus peculiaridades respecto a otros sectores de La Española. En este sector se han distinguido dos unidades litoestratigráficas dentro de la Formación Neiba que tendrían rango de miembro (miembro inferior de calizas micríticas y miembro superior de calizas margosas), que presentan suficientes diferencias para permitir su diferenciación cartográfica. En la Sierra de Neiba, la Formación Neiba se dividió en tres unidades litoestratigráficas (Fm Neiba inferior, Fm Neiba superior y Fm Neiba brechoide), debido a las características estratigráficas particulares de la región (Hernández-Huerta, 2004). La Fm Neiba inferior y la Fm Neiba superior se encuentran separadas por el Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate (Hernández-Huerta, 2004), el cual no aparece representado en la Península de

Bahoruco. Por esta razón, y también por criterios cronoestratigráficos, en la Formación Neiba que aflora en la Pennínsula de Bahoruco, las dos unidades litoestratigráficas diferenciadas en este dominio corresponden únicamente a la Fm Neiba superior de la Sierra de Neiba, y por tanto, se propone no utilizar el nombre de Fm Neiba inferior o superior en la Sierra de Bahoruco, para evitar confusiones en la correlación estratigráfica de ambos dominios.

- Unidad de Aguas Negras. Oligoceno superior. Es una unidad de nueva definición. Presenta unas características particularidades en cuanto a color, facies y organización de una secuencia calcárea. Se encuentra sobre la Unidad de Aceitillar, prácticamente sobre el mb El Mogote y es posible que se deposite sobre una discontinuidad, pues no se ha observado el Oligoceno inferior, aunque las condiciones de afloramiento no han permitido localizar esta discontinuidad. Se compone de diversas facies de calizas silicificadas, de colores crema, con una organización débil, en ocasiones alabeadas, intercaladas con intervalos de calizas margosas, con niveles métricos de acumulación de macroforaminíferos y, en ocasiones, bancos masivos de calizas beige con nódulos de sílex aislados. Este conjunto de características han justificado su cartografía y su definición aparte, no pudiéndose incluir en ninguna de las unidades previamente descritas. Pasa lateralmente y por encima a la Fm Neiba y Unidad de Sitio Nuevo y tiene rango de formación.

- Unidad de Pedernales. Corresponde a la “Caliza Pedernales” de Osiris de León (1989). En la cartografía realizada en este proyecto se han diferenciado dentro del área correspondiente a la Caliza Pedernales diversas unidades litoestratigráficas, si bien todas ellas mantienen en común un aparente aspecto masivo y un característico color rosado. Es la unidad que más problemas ha planteado desde el punto de vista de la nomenclatura estratigráfica. A la hora de establecer el rango estratigráfico de las unidades es necesario tener en cuenta algunas consideraciones. En primer lugar, la escala de la cartografía, que según las normas de la Guía Estratigráfica Internacional, dice que, de forma convencional, cualquier unidad litoestratigráfica diferenciada en un intervalo de escala 1:25000 a 1: 50000, tendría rango de Formación, siendo ésta la unidad litoestratigráfica básica, si bien hay que adecuarlo al grado de detalle o complejidad de cada región y a las características regionales de otras unidades. En segundo lugar, hay que mirar las relaciones entre las distintas unidades litoestratigráficas para evaluar su rango y adecuarlo a esas relaciones. Tras estudiar estos dos aspectos, hemos preferido en este proyecto dar rango de formación a la “Caliza Pedernales”. Por tanto, las unidades litoestratigráficas en las que se ha dividido la Formación Pedernales

muestran relaciones laterales y verticales entre ellas, pero tendrían el rango de miembro. Las diferencias entre ellas están justificadas en aspectos de facies, organización estratigráfica y distribución cartográfica, aunque en ocasiones pueden llegar a ser sutiles y transicionales. Son las siguientes: miembro de Sitio Nuevo, miembro Loma del Guano, miembro Los Quemados de Basilio, miembro Las Mercedes y miembro Loma de Peblique, todos comprendidos entre el Oligoceno superior y el Mioceno medio.

- Unidad de Barahona. Mioceno medio. Esta unidad fue definida por primera vez en la Hoja de Barahona (Díaz de Neira, 2004). En esa ocasión se definió como un miembro de la Fm Sombrerito puesto que se presentaba por encima de la Fm Neiba, aunque no tenía las características típicas de la Fm Sombrerito. En este proyecto hemos preferido desligar la Unidad de Barahona de la Fm Sombrerito, para no inducir a la confusión, puesto que corresponde a facies muy diferentes de las que componen la Fm Sombrerito en su lugar original. Por esta razón, se redefine la Unidad de Barahona, que incluye una sucesión de calizas beige, en ocasiones masivas, con fauna somera, que intercalan bancos de margas, a veces métricos, y que corresponde al paso gradual hacia arriba de la Fm Neiba. Tiene rango de formación.
- Unidad de Maniel Viejo. Mioceno medio-superior? Es una unidad de nueva definición. Corresponde a una sucesión de margas y margocalizas rosadas en la base, con tramos de calizas nodulosas y alabeadas rojas y calizas masivas blanco-rosadas a techo, con un paleokarst desarrollado en el techo de la caliza. Se sitúa por encima de la Unidad de Barahona, mediante una superficie de omisión sedimentaria, y posiblemente también se puede relacionar de forma lateral. Su distribución cartográfica y sus características estratigráficas particulares permiten diferenciarla y darle el rango de formación.
- Unidad de La Cueva. Mioceno superior?-Plioceno. Unidad de nueva definición. Corresponde a calizas bioclásticas, con corales, de aspecto masivo y color blanco. Se sitúa discordante sobre el Grupo Pedernales y tiene rango de formación.

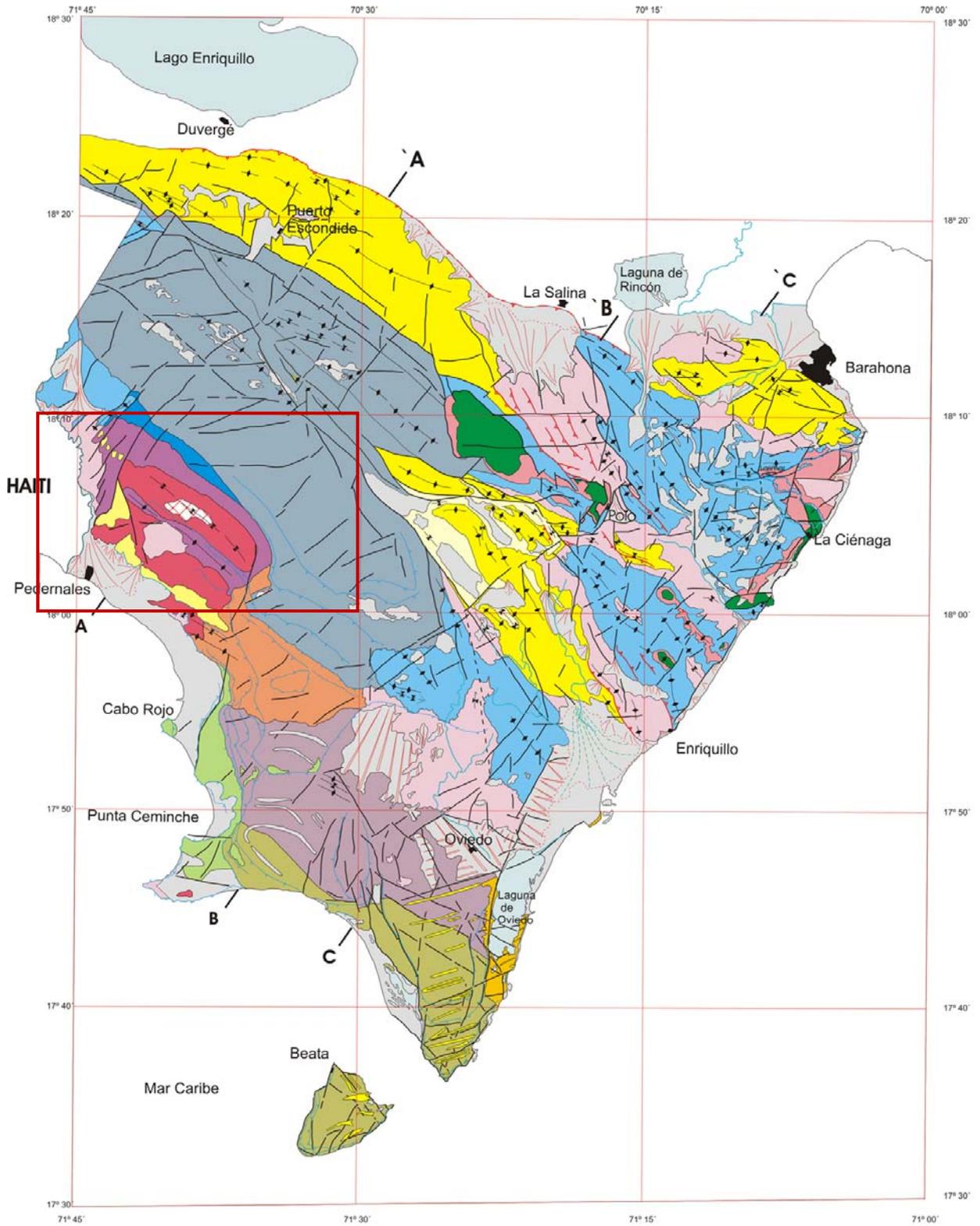


Figura 2.2. Mapa geológico simplificado de la Península de Bahoruco. Se indica la posición de la Hoja de Pedernales y los cortes geológicos.



Figura 2.2 (cont.). Leyenda del Mapa geológico simplificado de la Península de Bahoruco.

2.1 Terciario

Las unidades del Terciario distinguidas en la Hoja de Pedernales se organizan en dos ciclos en función de sus características sedimentarias y de su evolución secuencial, separados por una discontinuidad estratigráfica. Un primer ciclo, de edad Eoceno inferior-Oligoceno, compuesto por rocas carbonatadas mayoritariamente de facies someras, y un ciclo Oligoceno-Mioceno inferior-medio, también formado por unidades de rocas carbonatadas con características someras aunque muestran una mayor variabilidad de facies y se organizan en distintas subunidades que se relacionan lateralmente.

2.1.1 Eoceno inferior-Oligoceno

Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja de Pedernales corresponden a rocas carbonatadas del Eoceno que se encuentran en la Sierra de Bahoruco. Por datos regionales se constata que estas rocas se encuentran sobre rocas volcánicas y sedimentarias de afinidad pelágica de edad Cretácico-Paleógeno?, organizadas en distintas formaciones que se han reconocido al este de la hoja (Hojas de Polo y Enriquillo) y que también fueron previamente reconocidas en Haití (Fm Dumisseau, Maurrasse et al., 1979).

2.1.1.1 Unidad de Aceitillar. Calizas masivas, oncolíticas (1). Eoceno inf-medio. P₂¹⁻²

Esta unidad corresponde a la unidad estratigráficamente más baja que aflora en la hoja de Pedernales, y no se ha podido observar su base debido a que no aflora. Constituye el núcleo principal de la Sierra de Bahoruco, por lo que las condiciones de observación y de afloramiento son muy deficientes. Sin embargo en diversos puntos se han podido realizar observaciones que han permitido su caracterización sedimentaria. Como se ha referido anteriormente en el apartado introductorio a la estratigrafía (epígrafe X.X), se ha tomado el nombre de esta unidad de la región de Aceitillar, en la Hoja de Pedernales, nombre anteriormente dado por Osiris de León (1989) para referirse a las calizas someras que afloran en la Sierra de Bahoruco.

Los accesos para observar esta unidad son relativamente escasos, aunque debido a la existencia de una carretera que comunica las explotaciones de bauxita de la Sierra con Cabo Rojo existe un buen corte de esta unidad. A lo largo de la carretera, que conduce al área protegida del Parque Nacional de la Sierra de Bahoruco, las calizas del Aceitillar se componen de diversas facies relacionadas entre sí. La facies mayoritaria se compone de

calizas blancas-beiges mal organizadas, probablemente en bancos métricos poco definidos, compuestas por acumulaciones de algas (oncolitos?), bioclastos y organismos someros (bivalvos, gasterópodos, corales, equinodermos) con macroforaminíferos bentónicos. En ocasiones se observan niveles un poco mejor organizados, decimétricos a métricos de calizas un poco oscuras, de olor fétido, con frecuentes miliólidos y por otro lado, también se pueden encontrar facies micríticas, prácticamente azoicas, de tonos café, organizadas en bancos métricos, igualmente mal definidos.

Facies muy parecidas se localizan en el extremo occidental de la Sierra de Bahoruco, en la carretera de la frontera con Haití desde Los Arroyos a la Loma del Toro, donde además, se puede obtener un transecto hacia facies más distales incluidas dentro de la Fm Neiba.

Ha resultado muy difícil obtener observaciones continuas de estos materiales, debido a la mala calidad de los afloramientos y a su alteración y karstificación. No obstante, se ha realizado una columna general, donde se observan básicamente las facies oncolíticas y localmente bioclásticas, que hacia la parte superior se hacen más arenosas, pasando a la unidad superior (miembro de calizas bioclásticas de la Compañía) de manera transicional. La organización es bastante masiva, y apenas si se pueden reconocer superficies de estratificación, mostrando la unidad un aspecto incluso brechoide, debido a los procesos de alteración y karstificación.

Desde el punto de vista petrográfico, las rocas tienen una textura wackestone a packstone bioclásticos (biomicruditas), con signos de una dolomitización incipiente y gran cantidad de organismos fósiles (discociclynas, miliólidos, nummulites, corales, bivalvos, briozoos, etc), que indican un medio de plataforma somera con alta energía.

De este modo, el conjunto de las facies, organización interna y contenido fósil de la Unidad de Aceitillar es acorde con la interpretación de la unidad como una *plataforma carbonatada somera* de tipo bahamiano, con zonas de alta energía y formación de *shoals* oncolíticos, pequeños parches coralinos y zonas más protegidas con baja energía donde se generan facies micríticas y facies restringidas con organismos oportunistas (miliólidos). Otros aspectos, como la geometría de la plataforma y su organización secuencial, son difíciles de ver, pero parece muy extensa lateralmente, por los datos cartográficos. A partir de los mapas geológicos (Hojas de Puerto Escondido y Pedernales), se deduce que probablemente se trataría de una plataforma carbonatada aislada sobre paleorrelieves

volcánicos, puesto que pasa lateralmente por todo su alrededor a facies más profundas (principalmente encuadradas en la Fm Neiba).

La edad de esta unidad ha sido obtenida a partir del estudio de microfauna compuesta básicamente por macroforaminíferos bentónicos, obteniéndose la siguiente asociación: *Fabiania cassis*, *Cushmania*, *Amphistegina parvula*, *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *macdonaldi*, que indica una edad Eoceno Medio y probablemente parte del Eoceno Superior.

2.1.1.2 Unidad de Aceitillar. Mb La Compañía. Calizas margosas (2). Eoceno medio-superior. P₂²⁻³

Esta unidad corresponde a un miembro de la Unidad de Aceitillar, que aparece bien desarrollado en el flanco norte del anticlinal de Bahoruco. Corresponde a una subfacies de la unidad anterior, pero que muestra una cierta entidad cartográfica, por lo que se ha diferenciado.

Se puede observar muy bien en el corte de la carretera de Cabo Rojo al Parque Nacional de la Sierra de Bahoruco. Esta unidad corresponde a una facies más bioclástica de la Unidad del Aceitillar, de calizas poco cementadas, bastante alteradas y con un característico aspecto gredoso y pulverulento, donde se pueden encontrar restos de macrofauna bien conservada, especialmente equinodermos, corales, bivalvos y gasterópodos. La organización de la unidad es muy masiva, con dificultad para ver superficies de estratificación. En ocasiones excepcionales se han distinguido estratificaciones cruzadas en surco en facies de arenas bioclásticas. Esta unidad tiene poca continuidad lateral, y pasa hacia arriba y lateralmente a las facies más calcáreas del miembro superior (mb El Mogote).

Al microscopio se trata de un packstone bioclástico (biomicrita), con presencia de cemento esparítico en mosaico rellenando parcialmente la porosidad y cemento sintaxial de carbonato alrededor de placas de equinodermo. La alteración de la roca produce algo de recristalización en la micrita algo y la presencia de óxidos de hierro y manganeso en forma de pirolusita. También tiene un importante contenido en algas rojas, briozoos, corales, miliólidos, conchas de moluscos, placas de equinodermo, discociclinas y nummulites.

Las facies de esta unidad son características de ambientes carbonatados someros, dentro de una *plataforma somera*, donde además, se han reconocido barras submarinas (*shoals*) formadas por acumulación de bioclastos y oncolitos en un contexto de una cierta energía.

La edad debe de corresponder al Eoceno superior, por su posición estratigráfica entre unidades mejor datadas que esta, que no ha proporcionado unos datos fiables desde el punto de vista bioestratigráfico.

2.1.1.3 Unidad de Aceitillar. Mb El Mogote. Calizas bioclásticas (3) Eoceno superior-Oligoceno inferior. P₂³- P₃¹

Corresponde al miembro superior de la Unidad de Aceitillar. Está compuesto por unos 100-200 metros de potencia de calizas, compactas, organizadas en bancos decimétricos a métricos, que lateralmente pasan a las facies generales de la Unidad de Aceitillar. Se ha distinguido como una facies particular dentro de la Unidad de Aceitillar por presentar una mejor organización en el campo y por contener una importante cantidad de organismos fósiles.

La unidad se compone de calizas blancas-beiges bien estratificadas, de textura *packstone* con acumulaciones de macroforaminíferos (*discocyclinas*), en niveles centimétricos y decimétricos, a veces amalgamados y con superficies de estratificación alabeadas. En ocasiones se observan texturas oncolíticas que recuerdan a las calizas del Aceitillar, de las que son difíciles de diferenciar cuando no se observan fósiles. La potencia es muy variable, siendo equivalente lateral de la unidad de la Compañía y lateralmente, también de Aceitillar. En el detalle, la diferenciación de las calizas de Aceitillar es compleja, y solamente la mayor proporción de macroforaminíferos y una mayor organización y cementación de la caliza permite distinguirlas cartográficamente.

Desde el punto de vista petrográfico la roca es un "packstone de Discocyclinas", donde se observa que los granos están orientados en una dirección preferente. Lateralmente se pueden encontrar texturas de wackstone bioclástico con conchas de bivalvos micrita, con placas de equinodermos con cemento sintaxial de carbonato.

En cuanto a su edad, la unidad ha proporcionado ricas y variadas asociaciones de macroforaminíferos bentónicos con valor bioestratigráfico. La asociación compuesta por: *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *pustulosa*, *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) *macdonaldi*,

Fabiania cassis, *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *macdonaldi*, *Victoriella conoidea* es característica del Eoceno superior. No se descarta el oligoceno basal, aunque no se tienen datos que afirmen que está representado dentro de esta formación.

2.1.1.4 Fm Neiba. Calizas micríticas beige-crema con sílex de Mencía (4). Eoceno-Oligoceno inferior. P_2^1 - P_3^1

Se ha incluido dentro de la Fm Neiba, en su miembro inferior, un afloramiento situado en la parte noroccidental de la hoja, al sur de la población de Mencía, por constituir una sucesión de calizas micríticas, de aspecto masivo, con nódulos de sílex de gran tamaño. Este tipo de facies es característico del mb inferior de la Fm Neiba, que presenta este tipo de facies más micríticas frente a calizas más margosas propias del mb superior de la Fm Neiba, como se refiere en el epígrafe introductorio.

Esta unidad tiene un mayor desarrollo hacia el noroeste, en la Hoja de Puerto Escondido, por lo que solamente aparece representada parcialmente en la carretera que va hacia Mencía, donde se puede observar que se trata de una sucesión de calizas de color crema, de aspecto masivo, donde es difícil de ver una superficie de estratificación y donde resaltan los grandes nódulos de sílex, en ocasiones de dimensiones decimétricas.

Desde el punto de vista de la microfacies, es un wackestone bioclástico con cemento esparítico en mosaico rellenando porosidad móldica y de intrapartícula y con frecuentes restos fósiles.

Solamente se tiene una muestra con datos de edad de esta unidad, en función del registro de macroforaminíferos bentónicos: *Miogypsinoidea* cf. *bermudezi*, *Lepidocyclina* sp. y *Heterostegina* sp., que dan una edad Oligoceno superior. Esta edad contrasta con la edad habitual para el mb inferior de la Fm Neiba, que suele ser más baja (Eoceno superior-Oligoceno inferior), por lo que hay que tomarla con reservas en este sentido.

2.1.2 Oligoceno superior-Mioceno

Por encima de una discontinuidad estratigráfica regional, la cual es difícil de observar puntualmente, se encuentran diversas unidades del Oligoceno Superior al Mioceno, que se organizan en un complejo sistema de diversos ambientes sedimentarios desarrollados en una plataforma carbonatada que evolucionan vertical y lateralmente, cada uno de los cuales corresponde a una unidad litoestratigráfica diferenciada.

2.1.2.1 Unidad de Aguas Negras. Calizas margosas, bioclásticas y micríticas, (5). Oligoceno superior. P₃¹

Es una unidad de nueva definición, situada por encima de la Unidad de Aceitillar (Mb El Mogote) por medio de una discontinuidad estratigráfica regional difícilmente visible debido a las malas condiciones de afloramiento.

Se compone de una alternancia de calizas *wackstone*, algo margosas, con fauna planctónica, y niveles *packstone* con foraminíferos bentónicos. Son de un característico color crema, y la organización es un tableado mal definido por superficies alabeadas a escala de afloramiento, con algunos niveles decimétricos de acumulación de bioclastos. También se han encontrado niveles de calizas micríticas con escasos bioclastos, parcialmente silicificadas, mostrando la diversidad de facies en el detalle que tiene esta unidad lateralmente.

Los mejores afloramientos se encuentran cerca de la población de Aguas Negras, en los taludes de la pista que va desde Pedernales, aunque también existen diversos afloramientos en los barrancos que suben hacia la Sierra de Batoruco. Otro buen afloramiento se encuentra en la carretera del Parque Nacional de Batoruco a Cabo Rojo.

Su potencia está establecida en torno a los 150 metros y en su parte alta (al sur de Aguas Negras) tiene una organización similar a la de la unidad superior (Unidad de Sitio Nuevo), a la que pasa gradualmente. En este tramo superior, la unidad está compuesta por una alternancia de niveles cm de *mudstone-wackstone* de tonos claros o beige con *packstone* de macroforaminíferos y niveles *grainstone* dm de fauna somera (algas rojas, corales, y macroforaminíferos). Lateralmente, siguiendo el Río Mulito, en la parte noroeste de la hoja, se puede observar el paso hacia la Fm Neiba (mb superior), por medio de la aparición de facies de calizas más margosas que empiezan a contener niveles y nódulos de sílex, encontrándose algunos tramos slumpizados, hasta llegar a las facies típicas de la Fm Neiba.

La microfacies de las rocas de esta unidad varía entre *packstone* y *wackstone* bioclásticos (biomicritas), con recristalización parcial de la micrita a micro y pseudoesparita y con un alto componente en contenido fósil (foraminíferos planctónicos y bentónicos, crinoides, corales, briozoos y algas rojas, entre otros).

Desde el punto de vista de la interpretación sedimentaria, la aparición de niveles carbonáticos más finos, con un contenido fósil planctónico y una textura más fina (*mudstone-wackstone*), permite interpretar partes más externas de la plataforma

carbonatada, quizá ya en un contexto de rampa media-externa, donde se registran frecuentes capas de tormenta (*packstone-grainstone*), con acumulación de organismos más someros, redepositados. El paso lateral hacia facies externas bien desarrolladas (Fm Neiba) confirma esta interpretación.

La edad se ha obtenido en función de asociaciones de foraminíferos bentónicos: *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *mantelli*, *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *canellei*, *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) *yurganuensis*, *Lepidocyclina* (*Eulepidina*) cf. *undosa*, *Victoriella conoidea*, *Miogypsinoidea* sp., *Operculinoidea* sp., que dan una edad Oligoceno superior.

2.1.2.2 Unidad de Pedernales. Mb Loma del Guano (6). Oligoceno superior-Mioceno Inferior. P₃¹- N₁¹

El Mb Loma del Guano, de nueva definición, pertenece a la Unidad de Pedernales. Está formado por calizas micríticas de un característico color rosado o beige y textura grumosa, aunque en ocasiones puntuales intercala niveles de tonalidades más blancas y niveles fosilíferos.

En la Hoja de Pedernales solamente aparece representada en la parte sur, en una zona de muy difícil acceso, como continuación de los afloramientos bien desarrollados en la Hoja de Cabo Rojo (Abad, 2010), donde se localizan los mejores afloramientos, a lo largo de la carretera nacional Barahona-Pedernales y, sobre todo, en la cantera abierta en los Cerros del Pozo donde ha sido posible observar su organización interna. Por correlación regional se deduce que su contacto con la unidad infrayacente, la Ud Aceitillar es una discontinuidad erosiva. A su vez, mantiene una relación lateral con la Fm Neiba, deducida mediante la cartografía de estas unidades, a la que pasa de forma gradual hacia el noroeste y sureste.

Cuando no está alterada y karstificada presenta un aspecto muy masivo y homogéneo, o aparece dispuesta en bancos decimétricos y métricos, de geometría tabular, que se muestran amalgamados. Puede contener nódulos de sílex y, aunque generalmente es muy pobre en fauna, al microscopio se han observado de forma ocasional foraminíferos, ostrácodos, corales y algas dispersos, difíciles de apreciar como consecuencia de procesos de disolución y recristalización. Desde un punto de vista petrográfico, estas calizas pueden clasificarse como *mudstone/wackstone* con foraminíferos planctónicos, o biomicritas y pelmicritas con peloides.

Las características sedimentarias y paleontológicas de esta unidad indican, en general, unas condiciones de depósito un medio de rampa media-externa, probablemente por debajo del nivel de base del oleaje de tormentas, donde predominaba la sedimentación de fangos carbonatados y la llegada de depósitos retrabajados desde zonas más proximales de la plataforma eran muy esporádicas.

La edad del Mb Loma del Guano se ha establecido en base a la asociación de macroforaminíferos descrita en una única muestra formada por *Miosorites americanus*, *Annulosorites spiralis* y *Amphistegina* sp, lo que permite asignarle una edad Mioceno en sentido amplio. Por otro lado, no es descartable que su base alcance el Oligoceno.

2.1.2.3 Unidad de Pedernales (7). Mb Sitio Nuevo. Calizas alabeadas y calcarenitas. Oligoceno-Mioceno Inferior. P₃¹- N₁¹

Esta unidad está compuesta por una alternancia de niveles centimétricos blanco-rosados de calizas con estratificación ondulada no paralela (alabeada), un poco margosas, con textura *wackestone* con foraminíferos planctónicos y bentónicos aislados, que alternan con bancos decimétricos de *packstones* con fauna somera retrabajada y foraminíferos bentónicos (nummulítidos y lepidocyclinas) orientados.

Existen muy buenos afloramientos en la Hoja de Pedernales, principalmente al noroeste de Las Mercedes, en el lugar conocido como Sitio Nuevo, en el centro de la hoja, de donde toma el nombre este miembro de la Ud. Pedernales.

La potencia de esta formación es variable, pero puede alcanzar los 300 o 400 metros y se sitúa por encima, en paso gradual de la Unidad de Aguas Negras. Lateralmente, hacia el suroeste, pasa hacia las facies margosas con sílex de la Fm Neiba (mb superior), mientras que hacia la parte alta muestran una evolución hacia facies micríticas de tonos rosados con foraminíferos planctónicos, en paso gradual a la unidad superior (mb de calizas rosadas de Las Mercedes).

Al microscopio los niveles de calizas alabeadas corresponden a *wackestone* con foraminíferos planctónicos, mientras que los niveles más potentes son *packstone* bioclásticos (biomicritas y biomicruditas), con gran cantidad de organismos someros (corales, equinodermos, briozoos, foraminíferos planctónicos, etc.).

En cuanto a la edad, se han obtenido numerosas muestras con contenido fósil, principalmente de macroforaminíferos bentónicos, cuya asociación: *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *canellei*, *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina*) *mantelli*, *Miogypsina antillea*, *Asterigerina* cf. *rotula*, *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) *yurnaguensis*, *Lepidocyclina* (*Eulepidina*) *undosa*, *Operculinoides* cf. *bullbrookii*, *Miogypsina* sp., es típica del Mioceno inferior.

2.1.2.4 Fm Neiba (8). Calizas margosas y tableadas con sílex. Oligoceno-Mioceno Inferior. P₃¹- N₁¹

Esta unidad corresponde al miembro superior de la Fm Neiba, distinguido en todo el sector de la Sierra y Península de Bahoruco. Se trata de una sucesión de calizas margosas, organizadas en niveles cm que le dan un característico aspecto tableado. Intercalan niveles o nódulos de sílex, marrón, en ocasiones con fauna silicificada.

En la Hoja de Pedernales existen buenos afloramientos de esta unidad, fundamentalmente en la parte oeste, en la carretera internacional que discurre por la frontera con Haití, donde presenta sus facies características al igual que en el extremo sur con la Hoja de Cabo Rojo en la región al sur de la Loma de Pèblique. Otros lugares donde se ha diferenciado la Fm Neiba, aunque con características sensiblemente diferentes es al sur de Las Mercedes, en el paraje conocido como Los Huesos, donde las facies son bancos dm de margas compactas algo rosadas hacia el techo, aunque su aspecto de campo es muy parecido al típico de la Fm Neiba, por lo que no se ha diferenciado como otra unidad.

Esta unidad tiene una potencia máxima de 800 m. y se sitúa por encima de la unidad de Aceitillar, mediante una discontinuidad regional, y en partes más distales (oeste) sobre el miembro inferior de la propia Fm Neiba. Lateralmente se relaciona con los miembros de de Aguas Negras y Sitio Nuevo (Unidad de Pedernales), hecho claramente visible en diversos transectos. Por encima, en la parte central de la hoja, evoluciona hacia el miembro de Las Mercedes mediante un cambio gradual debido a la aparición de niveles de calizas rosadas con foraminíferos planctónicos, mientras que en el sector occidental pasa hacia facies incluídas en el mb Sitio Nuevo, para rápidamente pasar a las calizas masivas de la Ud. de Barahona.

Los niveles de calizas margosas corresponden a *mudstones/wackestones* con foraminíferos planctónicos, mientras que existen niveles de acumulación de bioclastos,

fundamentalmente macroforaminíferos, que en ocasiones aparecen silicificados, que corresponden a *packtones/grainstones* bioclásticos.

Las características sedimentarias y las facies de esta unidad, por datos regionales, son parecidas a las descritas en el miembro inferior de la Fm Neiba, por lo que pueden interpretarse medios sedimentarios relacionados con la evolución de una rampa carbonatada en posiciones distales (rampa externa). El contenido fósil pelágico (radiolarios, for. planctónicos) y los altos niveles de sílice contribuyen a pensar que se trata de medios distales dentro de la rampa carbonatada con llegadas esporádicas de niveles retrabajados de fauna más somera (posiblemente por corrientes de turbidez o de tormenta). El carácter más arcilloso de las calizas podría interpretarse como una subida relativa en el aporte siliciclástico a la cuenca o una bajada en la producción de carbonato en la rampa, ambos procesos probablemente acompañados de una evolución vertical del medio. A su vez, la aparición de niveles de concentración de bioclastos responde a la actuación de procesos energéticos de tipo tempestítico.

La edad ha sido bien definida tanto por el levigado de nos niveles margosos, donde se ha obtenido la siguiente asociación: *Globigerina sp.*, *Globorotalia sp.*, *Catapsydrax sp.*, *Globoquadrina sp.*, *Planorbulina sp.*, *Catapsydrax af. dissimilis*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerinoides sp.*, *Siphonodosaria sp.*, *Gyroidina sp.*, *Oridorsalis sp.*, *Lenticulina sp.*, *Bulimina sp.*, *Lagenodosaria sp.*, *Vulvulina sp.*, del Mioceno inferior (probable Aquitaniense), como por la identificación de foraminíferos bentónicos: *Lepidocyclina (Lepidocyclina) mantelli*, *Lepidocyclina (Lepidocyclina) canellei*, *Lepidocyclina (Eulepidina) undosa*, *Heterostegina sp.*, presentes en los niveles de acumulación, con una edad Oligoceno superior-Mioceno inferior.

2.1.2.5 Unidad de Pedernales. Mb Las Mercedes (9). Calizas rosadas con foraminíferos planctónicos. Mioceno Inferior. N₁¹

Esta unidad está compuesta por bancos decimétricos de calizas de tonos rosados con gran cantidad de foraminíferos plantónicos que alternan con niveles centimétricos de calizas más margosas y de aspecto noduloso-alabeado, dando a la unidad un aspecto característico, similar al mb Sitio Nuevo.

Existen muy buenos afloramientos en las cercanías de Las Mercedes, y constituye la unidad más extensa que aflora en el sinclinal de Las Mercedes, en el centro de la Hoja de

Pedernales. Además, la explotación de la bauxita ha favorecido que se encuentren magníficos cortes de esta unidad, que aflora en condiciones excepcionales.

Desde el punto de vista estratigráfico corresponde a un cambio gradual a techo del mb de Sitio Nuevo. Tiene una potencia de unas decenas de metros, con un máximo de 150 m. Las microfacies dominantes son *wackestone* de foraminíferos planctónicos, y hacia la parte alta de la formación se pueden encontrar algún banco decimétrico con restos de corales, también significativo del paso gradual hacia la unidad superior (miembro Loma de Peblique).

El contenido casi exclusivo de fauna planctónica hace pensar que se pueda interpretar esta unidad como depositada en medios externos dentro de un contexto de rampa (rampa externa), puesto que la organización estratigráfica no permite hablar de una cuenca pelágica propiamente dicha, si bien las facies podrían considerarse al menos hemipelágicas, siendo las facies más distales de la unidad de Pedernales. Es de resaltar la ausencia de materiales margosos en los materiales pelágicos, y sobre todo en los contextos de rampa externa. Una de las explicaciones es porque todo el conjunto de la Sierra de Bahoruco se comportó como un extenso umbral o plataforma aislada en medio de mar (como se refiere en la caliza de Aceitillar), sin existir un continente o un área proximal propiamente dicha, con lo que los aportes siliciclásticos no existen puesto que no hay un continente que pueda suministrar los aportes.

La edad de esta unidad no ha podido ser determinada con precisión, puesto que a pesar de tener un importante contenido en foraminíferos plantónicos, estos se encuentran en las calizas micríticas por lo que no se han podido separar y en lámina delgada, su clasificación ha sido dificultosa. No obstante, por su posición, su edad debe de estar comprendida entre el Mioceno inferior y el Mioceno medio basal.

2.1.2.6 Unidad de Pedernales. Mb Loma de Peblique (10). Calizas masivas rosadas. Mioceno Medio-Plioceno?. N_1^2 - N_2^1

Corresponde al miembro más alto de la unidad de Pedernales y está compuesta por bancos métricos de calizas rosadas, de aspecto muy masivo y con superficies de estratificación mal definidas. En algunas ocasiones, se observan superficies que podrían ser ligeramente erosivas entre los bancos. Las calizas presentan una fuerte recristalización, sobre todo afectando a los corales, que constituyen el componente

mayoritario de las calizas, de manera que en ocasiones es muy difícil observar sus microfacies.

Constituye una banda alargada en sentido NO-SE, formando además una cadena de cerros de escasa altura, pero que resaltan en el paisaje (Loma de Peblique, Loma de Mon Garata, Loma de Las Trincheras).

El límite inferior de esta unidad es gradual con las calizas rosadas de Las Mercedes, y su potencia es de unas decenas de metros. Por encima no se ha observado ninguna unidad en sucesión estratigráfica.

La microfacies de las calizas es un wackstone bioclástico (biomicrita), con aspecto alveolar, con una fuerte brechificación y fracturación. Hay gran cantidad de corales recristalizados, que en ocasiones forman texturas de *boundstone*. También se encuentran restos de moluscos, gasterópodos y otros organismos someros.

La edad no ha podido ser determinada, pero por su posición estratigráfica ya debe de corresponder al Mioceno medio.

2.1.2.7 Unidad de Barahona (11). Calizas blancas-beige. Mioceno Medio-Plioceno?. N₁²-N₂¹

Esta unidad corresponde a una sucesión de calizas de tonos beige, de aspecto alabeado, con intercalaciones de calizas masivas, en bancos métricos con corales, gasterópodos y algas rojas y algunos paquetes de margas compactas. En toda la Península de Batoruco se ha mostrado como una unidad muy heterogénea, mostrando diversidad de facies y de organización. Sin embargo, su posición estratigráfica, por encima de la Fm Neiba (miembro superior), junto con la presencia de grandes bancos de calizas beige, justifica su diferenciación cartográfica.

Existen afloramientos de esta unidad en la parte oeste de la Hoja de Pedernales, fundamentalmente se cortan en la carretera internacional, que discurre por la frontera con Haití. Normalmente se encuentran con bastante alteración y karstificación, por lo que es difícil de obtener datos sobre su organización, bastante masiva en el paisaje. En la hoja de Pedernales, esta unidad se sitúa por encima del mb Sitio Nuevo, en este sector occidental, muy adelgazado en cuanto a su potencia, y forma un conjunto de calizas masivas de unas decenas de metros de potencia. Regionalmente son equivalentes

laterales del mb Loma de Peblique, del cual se diferencian básicamente por el color y organización.

La microfacies es una *wackstone/packstone* bioclástico, con abundantes restos de organismos someros (corales, algas rojas, moluscos, foraminíferos), en ocasiones con una fuerte recristalización y brechificación debido a procesos de alteración.

La edad no ha podido ser obtenida directamente por no presentar fósiles con valor bioestratigráfico, pero por datos regionales y por correlación, debe de situarse en el Mioceno Medio.

2.1.3 Plioceno

2.1.3.1 Unidad de La Cueva (12). Calizas blancas arrecifales y bioclásticas. Plioceno-Pleistoceno. N_2^2 - Q_1

Esta unidad se encuentra principalmente desarrollada en la Hoja de Cabo Rojo, al sur, donde ha sido definida y donde tiene una amplia expresión cartográfica. En la Hoja de Pedernales aparece muy pobremente desarrollada, pero con un importante valor en cuanto a la evolución estratigráfica y paleogeográfica de la Península de Batoruco.

Su caracterización ha sido dificultosa, por ser una unidad que se deposita después de una gran discontinuidad, y por las limitaciones de acceso y mala calidad de los afloramientos.

Aparece representada en el corte de la carretera Cabo Rojo-Parque Nacional de Batoruco, en un afloramiento de dimensiones métricas, solapado con las calizas del mb Sitio Nuevo (ud. de Pedernales), y está constituida por calizas muy masivas, de un característico color blanco, con corales en posición de vida o muy bioclásticas con moluscos, macroforaminíferos, braquiópodos, equinodermos y algas. Desde un punto de vista textural estas facies pueden clasificarse como boundstone o *wackstone/packstone* bioclásticos. Pueden presentar una intensa dolomitización que llega a afectar a la mayor parte de los elementos texturales de la roca.

La Unidad de La Cueva registra una nueva fase compleja de somerización y regresión generalizada en la cuenca aunque, a menor escala, representa una retirada diacrónica de la línea de costa hacia el interior de la cuenca, al SO, y la instalación intermitente de una

plataforma somera y sistemas arrecifales escalonados al pie de la Sierra de Bahoruco. Es probable que esta unidad sea sincrónica a la deformación que generó los relieves durante parte del Mio-Plioceno, lo que explica que aparezca a diferentes alturas a lo largo de la vertiente sur de la sierra. Su génesis, asociada a una regresión forzada en la costa de Bahoruco por el levantamiento de la península, puede correlacionarse lateralmente hacia el norte con los sistemas continentales y el karst que coronan el techo de las unidades de Maniel Viejo y de Barahona, muy bien desarrollados en las hojas de Pedernales y Polo.

La ausencia de fósiles con valor bioestratigráfico ha impedido datar esta unidad con precisión. Sólo la aparición de algunos taxones como *Amphistegina* sp, *Operculina* sp., y *Globorotalia* sp ha permitido atribuir a esta unidad una edad Mio-Plioceno en sentido amplio.

2.2 Cuaternario

Los depósitos cuaternarios de la hoja de Pedernales ocupan una reducida extensión, predominando entre ellos los relacionados con el río Pedernales y los de origen litoral. En lo que sigue se describe la litología, textura, potencia, y edad de las mismas. En relación con este último aspecto, por el momento solo se dispone en la región de un único dato referente a las construcciones biogénicas presentes en la costa de la bahía de Neiba. Su edad ha sido determinada por métodos radiométricos (Taylor *et al.*, 1985), que han señalado una antigüedad de 124.000 años (Pleistoceno), sensiblemente mayor que la establecida para los afloramientos análogos distribuidos en torno al lago Enriquillo (5.000-10.000 años), pertenecientes al Holoceno. Ambas dataciones constituyen por el momento las únicas referencias cronológicas para el conjunto de procesos exógenos y endógenos acaecidos durante el Cuaternario, en el sector meridional de la isla La Española.

2.2.1. Depósitos de origen gravitacional

2.2.1.1 Limos y arcillas con cantos. Coluviones (23). Holoceno. Q₄

Aparecen con desarrollo y número escasos, restringiéndose a la ladera del valle del río Pedernales y en el margen oriental de la hoja. Esta formación presenta gran variabilidad en su composición. Son depósitos de cantos heterométricos y subangulosos, englobados en una matriz areno-arcillosa, procedentes del desmantelamiento de las vertientes; por ello, la naturaleza de sus componentes varía en función de la composición del área

madre. No se han encontrado secciones que permitan calcular su potencia, aunque por el escaso desarrollo de estos depósitos no debe superar los tres metros.

2.2.2. Depósitos debidos a la dinámica fluvial y de escorrentía superficial

2.2.2.1 Abanicos fluviales antiguos. Conglomerados, gravas y arenas (17). Pleistoceno.

Q₂₋₃

En el ámbito de la hoja solo aflora la parte distal o extremo de un gran abanico procedente del norte y que alcanza el valle del río Pedernales, donde éste aparece encajado una veintena de metros bajo la base de dicho depósito. Está constituido por una sucesión de arenas y limos con cantos calizos dispersos, entre los que se intercalan facies de canal con bases erosivas de cantos y bloques subredondeados de calizas y calizas margosas, que en ocasiones alcanzan 30 cm de diámetro. En algunos de estos canales se observa estratificación cruzada. El techo de la formación presenta una mayor cementación que el resto, lo que le confiere una mayor resistencia a la erosión, que a su vez propicia la formación de una ceja o resalte que estabiliza el escarpe. Fuera de la hoja, en puntos más cercanos al ápice del abanico, su espesor puede alcanzar 40 m.

Se le asigna una edad Pleistoceno-Holoceno, por correlación con abanicos equivalentes de de la hoja de Enriquillo, en cuya base afloran arrecifes coralinos del Pleistoceno superior.

2.2.2.2 Conos de deyección y abanicos actuales. Arenas, gravas y conglomerados (18).

Holoceno. Q₄

Se sitúan en el extremo suroccidental de la hoja, en relación con la desembocadura del río Pedernales y otros cauces menores. Presentan proporciones variables de gravas, arenas y lutitas, cuya composición es función del área madre, por lo que predominan los integrantes de naturaleza calcárea, agrupados en sucesiones de niveles, de orden decimétrico a métrico, de gravas redondeadas heterométricas, con bloques cuyo diámetro puede sobrepasar los 50 cm. Su espesor también es muy variable, tanto entre los diversos conos como dentro de cada uno de ellos, pudiendo alcanzar 10 m en algunos casos.

2.2.2.3 Terrazas bajas. Gravas y arenas (22). Holoceno. Q₄

Depósitos que aparecen restringidos al cauce del río Pedernales, cerca a su desembocadura. Aparece como plataformas de reducida extensión, entre tres y cinco metros sobre el cauce actual. La incisión de éste permite en algunos lugares su observación parcial. Aparece como niveles lentejonares de conglomerados de cantos calizos subredondeados, con matriz arenosa, rodeados de arenas y limos. Su espesor oscila entre uno y dos metros. Dada la reducida incisión del cauce actual bajo estos depósitos, se estima una edad holocena para los mismos.

2.2.2.4. Fondo de valle. Conglomerados, gravas y arenas (24). Holoceno. Q₄

Los únicos fondos de valle representados en esta hoja, corresponden al cauce del río Pedernales. Están constituidos por gravas y arenas de naturaleza carbonatada principalmente. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, con un diámetro de 10-20 cm. No existen cortes que permitan determinar su espesor, que puede variar en función de las irregularidades del lecho que cubren.

2.2.2.5. Derrames de canal. Arenas y gravas (25). Holoceno. Q₄

Es una formación muy somera que cubre parte del abanico desarrollado en la desembocadura del río Pedernales, por lo que su espesor debe oscilar en torno a un metro. No existen cortes o afloramientos que permitan su observación y en superficie aparece como un canturreal de cantos rodados de caliza sobre una superficie arenosa. Esta formación se ha identificado gracias a la fotointerpretación, en la que se observan surcos o líneas divergentes a partir del lecho principal del río, un rasgo que, sin embargo, no se detecta sobre el terreno.

2.2.3. Depósitos de origen eólico

2.2.3.1 Campo dunar. Manto eólico. Arenas (26). Holoceno. Q₄

Es un depósito de reducida extensión y en su mayor parte cubierto por vegetación de tipo espinoso. Está constituido por arenas y limos bioclásticos, con una cementación carbonatada que ha propiciado la conservación parcial de su morfología dunar. No existen excavaciones ni cortes naturales sobre la misma, por lo que solo puede estimarse su espesor en unos pocos metros.

Su edad se asigna al Holoceno, aunque podría ser más antigua, en el caso que fuesen equivalentes a los depósitos eólicos de la hoja de Cabo Rojo, donde los depósitos eólicos aparecen erosionadas y cubiertas por la paleoplaya más baja y reciente de las tres allí definidas.

2.2.4. Depósitos relacionados con la dinámica marino-litoral

2.2.4.1 Paleoplayas (playas de bolsillo). Calizas oolíticas y bioclásticas (13, 14, 15). Pleistoceno–Holoceno. Q₃, Q₄, Q₄.

Se reconocen los tres episodios o generaciones de paleoplayas identificadas en Cabo Rojo. La más antigua (13) esta compuesta por una decena de metros de calizas oscuras, dolomitizadas, con fantasmas de texturas oncolíticas y gran cantidad de corales y bivalvos y aflora en la región de Rancho Damera. Las otras dos (14 y 15) se encuentran a cota más baja que la anterior y están constituidas por areniscas oolíticas y bioclásticas, con fuerte cementación carbonatada, y estratificación cruzada de bajo ángulo. La paleoplaya más reciente (15) tiene una cementación menos acusada que la anterior. En ocasiones presentan cicatrices o superficies de acreción con bioclastos de mayor tamaño. En planta las líneas de acreción y la base de la formación presentan un trazado fuertemente arqueado y cóncavo hacia el mar. Su espesor puede oscilar entre tres y cinco metros.

Puesto que presumiblemente la paleoplaya más reciente ha de corresponder a la transgresión Flandriense, se le asigna una edad holocena, en tanto que las dos anteriores podrían alcanzar el Pleistoceno.

2.2.4.2 Área pantanosa de laguna costera antigua Lutitas y arenas finas. (27). Holoceno. Q₄

En esta hoja estos depósitos ocupan una reducida extensión, en el borde meridional de la misma, desde donde se prolongan en la hoja contigua. Este área pantanosa no experimenta la influencia marina, salvo en tormentas excepcionales, y se sitúa entre las dos paleoplayas ya descritas. Está formada por limos de decantación, con restos de materia orgánica resultante de su parcial colonización por la vegetación. Su espesor estimado podría alcanzar 3 o 4 m.

2.2.4.3 Cordón litoral antiguo. Arenas (28). Holoceno. Q₄

Estos depósitos ocupan una banda costera que alcanza varios cientos de metros de anchura, separando la playa actual de las paleoplayas ya descritas. Llega a elevarse 2 o 3 m sobre el nivel del mar. Están constituidos por arenas bioclásticas y oolíticas, con cementación carbonatada incipiente. Su espesor se estima entre 5 y 7 metros.

2.2.5 Materiales debidos a meteorización química

2.2.5.1 Arcillas rojas. Argilizaciones con bauxita (16). Pleistoceno-Holoceno. Q₂₋₄

Estos materiales presentan su máximo desarrollo en el lugar ocupado por la explotación de bauxita Las Mercedes, donde aparece sobre una superficie de erosión. Con una extensión algo menor, también se encuentran en las inmediaciones del Parque Nacional de Pelempito, donde también han sido explotados. Este segundo afloramiento se encuentra a una altura muy superior a la del anterior (1300 y 450 m respectivamente). En al cañada Posimán Napó también se da otro afloramiento, en el fondo de una depresión de origen kárstico.

En todos los casos se trata de restos dejados tras el desmantelamiento parcial de un importante perfil de alteración, debido a argilización y karstificación del sustrato. Con el desmantelamiento o la explotación, éste aparece con numerosos pináculos con las características de un lapiaz enterrado. La alterita está constituida por arcillas y limos con intenso color rojo-púrpura, con concentraciones de los óxidos e hidróxidos de aluminio, junto con pequeños fragmentos de rocas calizas de contornos irregulares.

El espesor máximo observado alcanza la decena de metros en la mina Las Mercedes. La edad de esta formación ha de ser pleistocena, puesto que se trata de remanentes del desmantelamiento de una alterita con un desarrollo importante.

2.2.5.2 Relleno de dolinas. Arcillas de descalcificación (20). Holoceno. Q₄

Son arcillas rojas de aspecto masivo, con clastos dispersos del sustrato calizo, puesto que son el producto de la descalcificación de éste. Suelen ocupar el fondo de dolinas y depresiones debidas a disolución y modelado kárstico. Su espesor debe variar en función de la envergadura de los procesos de disolución, pudiendo superar la decena de metros en las mencionadas depresiones. En cuanto a su edad, se han asignado, de forma bastante imprecisa, correspondiendo al Holoceno y más dudosamente al Pleistoceno.

2.2.6. Formaciones poligénicas

2.2.6.1 Brechas calcáreas cementadas con matriz rojiza (21). Holoceno. Q₄

Esta formación está constituida por brechas calizas de composición variable, dependiendo de la del sustrato en cada lugar, con una matriz limo-arcillosa y fuertemente cementación, lo que le confiere una competencia similar a la del sustrato. Su origen puede estar en el arrastre y acumulación en pequeñas depresiones, de materiales sueltos producidos por la karstificación subaérea. El drenaje esporádico y repetido sobre dichos materiales habría ocasionado su rápida e intensa cementación carbonatada. Su espesor oscila desde uno hasta la decena de metros. Su edad podrían abarcar el Pleistoceno, aunque se ha preferido dejarla solamente en el Holoceno.

3.TECTÓNICA

En este capítulo se abordan las características estructurales de la hoja de Pedernales y su evolución tectónica. Como preámbulo, se hace una exposición del contexto geodinámico de La Española, en cuyo sector más meridional se encuentra ubicada la Hoja. A continuación se realiza un marco geológico-estructural de la Península de Bahoruco, su relación con la Cuenca de Enriquillo, y un análisis de las grandes estructuras geológicas (pliegues y fallas más importantes), y dentro de este marco se describe la estructura de la Hoja. Finalmente se presenta una propuesta de evolución tectónica para el conjunto de la región.

3.1. Introducción. Contexto geodinámico de La Española

La Española es la segunda isla en extensión de las Antillas Mayores que forman el segmento septentrional de la cadena de arcos de isla que circunda la Placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela (Figura 4.1). Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann *et al.*, 1991b) y Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke, 1988).

El margen septentrional de la Placa del Caribe ha evolucionado desde constituir un límite controlado por subducción en el Cretácico y parte del Eoceno, a ser hoy, tras la colisión de esta placa con la plataforma de las Bahamas (colisión arco-continente), un límite dominado en gran parte por desplazamientos en dirección de carácter siniestro que acomodan el desplazamiento hacia el este de la Placa del Caribe en relación con Norteamérica (Mann *et al.*, 1991b). La placa del Caribe se desplaza hoy día hacia el este con respecto a las placas Norte y sudamericana (Dolan y Mann, 1998; Dixon *et al.*, 1998; De Mets *et al.*, 2000; Mann *et al.*, 2002).

Al norte y noreste de la zona de estudio hay que destacar la Cordillera Central como elemento de primer orden en la geología de la isla, en cuyo segmento suroccidental, el más próximo a la zona de estudio se distinguen dos dominios principales (Mann *et al.*, 1991b; Dolan *et al.*, 1991; Heubeck y Mann, 1991; Hernáiz Huerta 2000a y b; Hernáiz Huerta y Pérez-Estaún, 2002): el basamento representado por formaciones oceánicas y de arco isla que fueron generadas y amalgamadas durante el intervalo Jurásico Superior-Eoceno (Bowin, 1966; Draper *et al.*, 1994, 1996; Lewis *et al.*, 2002), y el Cinturón de Peralta, una potente secuencia de rocas sedimentarias del Cretácico Superior-Pleistoceno que, con una dirección general NO-SE, se dispone a lo largo del flanco

meridional de la Cordillera Central (Mann *et al.*, 1991b; Heubeck y Mann, 1991; Hernández Huerta y Pérez-Estaún, 2002).

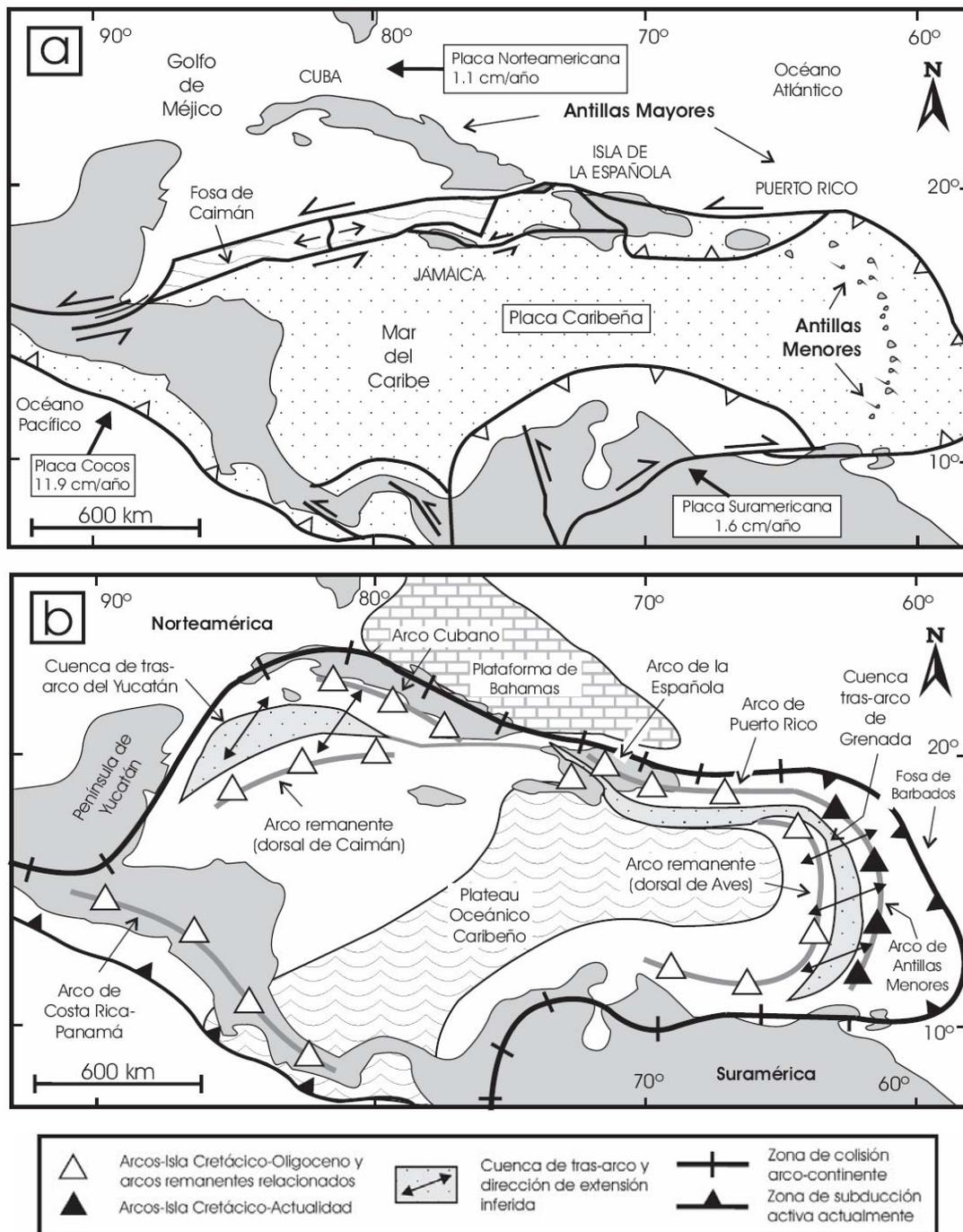


Figura 3.1. Comparación entre: (a) la configuración actual de las placas en la región caribeña (mod. de Mann *et al.*, 1991; Lebrón y Perfit, 1994; Pindell, 1994); y (b) los principales elementos tectónicos del arco de isla Circum-Caribeño (AICC). La isla de La Española se sitúa sobre la zona de desgarre senestral (y de convergencia oblicua) activa que separa las placas Norteamericana y Caribeña. El oceánico ocupa la zona central de la actual zona caribeña. Notar la posición “tras-arco” del cinturón de cuencas del Yucatán, Antillas Mayores y Granada, cuya parte correspondiente a La Española se denomina Trois Rivières-Peralta. La plataforma carbonatada de Bahamas se desarrolló sobre la placa Norteamericana desde el Jurásico Superior.

3.2. Marco geológico estructural de la Península de Bahoruco

La estructura actual de la Península de Bahoruco, dentro del conjunto del sector meridional de La Española, es, a grandes rasgos, el resultado de la superposición de los procesos compresivos y colisionales que dan lugar a la elevación de la isla, resultado de la convergencia oblicua entre las placas caribeña y norteamericana desde el Eoceno. Sin embargo, a diferencia de los distintos dominios geológicos de La Española, este dominio permanece indeformado desde el Eoceno, hasta parte del Mioceno, donde se empieza a registrar el levantamiento de la parte de la meseta oceánica del Caribe (cresta de la Beata), que constituye la actual Península de Bahoruco. Este hecho, junto con la tectónica de desgarre, generada de manera simultánea con la elevación y producto de la citada convergencia oblicua izquierda, condiciona la evolución más reciente de la Península de Bahoruco.

La Península de Bahoruco puede dividirse, desde el punto de vista morfoestructural, en dos dominios claramente diferenciados (Figuras 3.1 y 3.2).

Por un lado se encuentra la Sierra de Bahoruco, que comprende las dos terceras partes septentrionales de la Península de Bahoruco y que constituye una cadena de montañas alargadas en sentido NO-SE, que alcanza su mayor altura en la Loma del Toro. La Sierra de Bahoruco muestra una estructura en grandes pliegues, de amplio radio, y va teniendo una mayor estructuración progresivamente en sentido suroeste-noreste, con desarrollo de pliegues más apretados, fallas inversas y de salto en dirección tanto más cerca del límite con la Cuenca de Enriquillo.

Este límite se produce a través de un sinuoso frente montañoso definido por la Zona de Falla de Bahoruco (ZFB) (Llinás, 1972; McLaughin *et al.*, 1991). Por el contrario, el tercio meridional de la Península de Bahoruco corresponde a una zona peneplanizada (plataforma de Oviedo-Cabo Rojo), constituida por relieves suaves ligeramente elevados sobre el nivel del mar, donde se reconocen escasos pliegues de radios muy amplios y algunos sistemas de falla de poca importancia.

El rasgo más característico de la plataforma de Oviedo-Cabo Rojo es el modelado marino en terrazas de abrasión desarrolladas durante las oscilaciones del nivel del mar en el cuaternario (Abad *et al.*, 2008; 2009), que le confieren un aspecto escalonado al relieve de este sector.

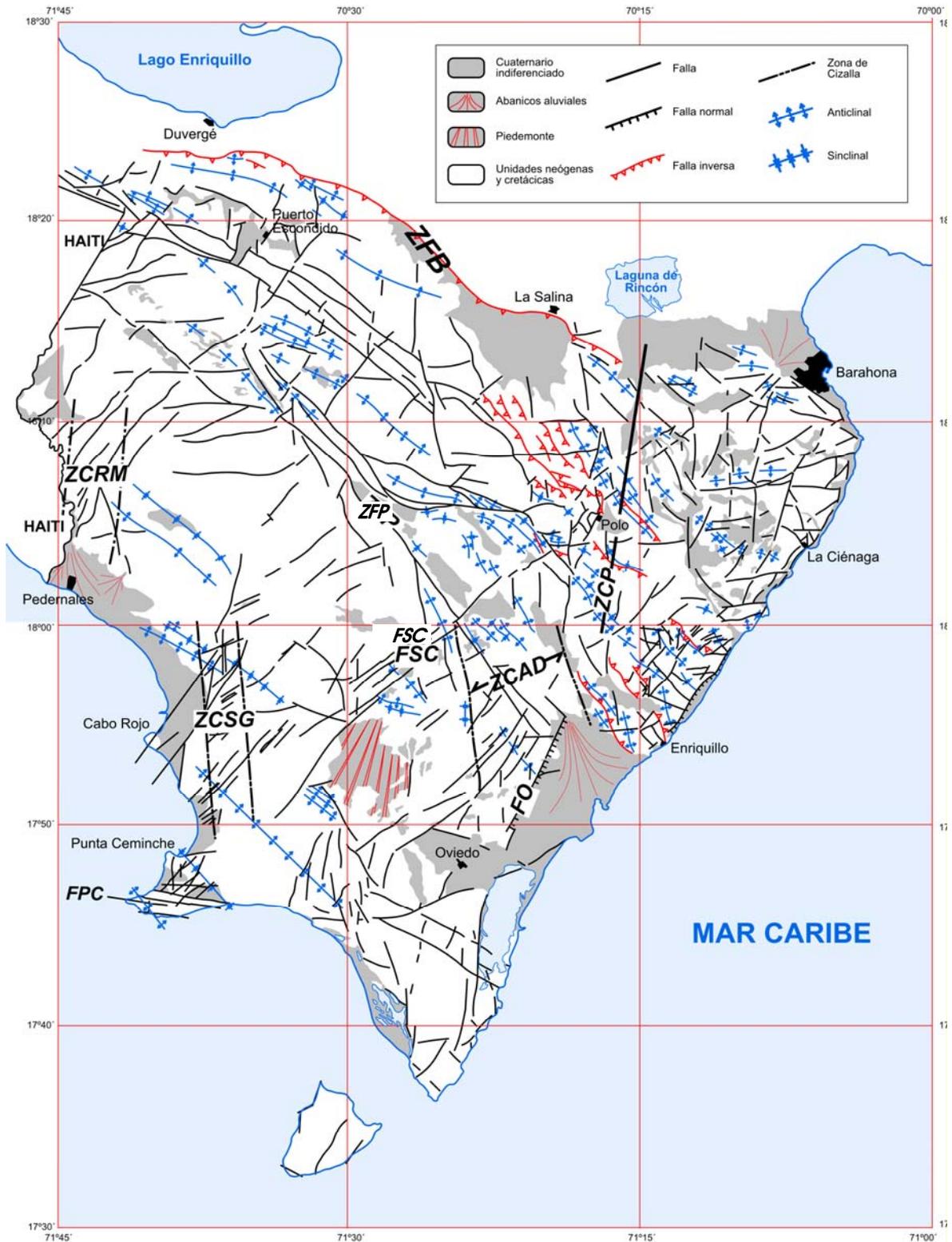


Figura 3.2. Esquema tectónico de la Sierra de Bahoruco y Planicie de Oviedo-Pedernales. ZFB, Zona de Falla de Bahoruco. ZCAD, Zona de Cizalla de Arroyo Dulce. ZCP, Zona de Cizalla de Polo. ZCSG, Zona de Cizalla de Arroyo Dulce. ZCRM, Zona de Cizalla de Río Mulito. FPC, Falla de Punta Ceminche. FO, Falla de Oviedo. FSC, Falla de sabana de Los Candelones. ZFP, Zona de Falla del Pelempito.

3.2.1. El margen septentrional de la Sierra de Bahoruco

La estructura del margen septentrional de la sierra de Bahoruco es relativamente sencillo y se puede resumir en los siguientes puntos: disposición monoclinal hacia el NNE, o suavemente plegada, de las series calcáreas de las Formaciones Neiba y de la Unidad Barahona; desarrollo de un frente de mayor deformación, bastante neto, al pie de la sierra, asociado al cabalgamiento de estas formaciones sobre la cuenca de Enriquillo (Zona de Falla de Bahoruco, ZFB); y presencia de fallas rectilíneas de dirección NO-SE con movimiento vertical inverso y en dirección que, en parte, modifican este frente y producen la compartimentación de todo el flanco en bloques progresivamente más elevados hacia el interior de la sierra y ligeramente cabalgantes hacia el exterior de la misma. La tendencia monoclinal hacia el N-NE o suavemente plegada de la serie carbonatada de la Fm Neiba o la Unidad de Barahona se observa bien en paisaje y queda reflejada en los cortes generales (Figura 4.3).

En el borde septentrional de la Sierra de Bahoruco, el estilo estructural pasa a ser el de un frente deformado, muy localizado, que marca el contacto con la cuenca de Enriquillo (ZFB). El contacto es cabalgante y se resuelve mediante un sistema de fallas inversas o cabalgamientos de alto ángulo que suman desplazamientos verticales para el conjunto de la sierra superiores a los 3.000 m (Díaz de Neira, 2004b).

3.2.2. La Cresta de Beata (Beata Ridge)

Un elemento estructural a considerar en la región es la cresta oceánica de Beata (Heubeck y Mann, 1991), promontorio alargado con forma de cuña hacia el norte que se dispone en el centro de la meseta oceánica del Caribe, con una dirección NNE-SSO, transversalmente al límite meridional de La Española y al septentrional de la placa Sudamericana (Mauffret y Leroy, 1997). Según Heubeck y Mann (1991) y Mann *et al.* (1991c), la cresta de Beata funcionó a partir del Plioceno Medio como una indentación, empujada desde el otro margen, bajo el cual subduce (Mauffret y Leroy, 1997).

3.2.3. Grandes estructuras en la Península de Bahoruco

En la Península de Bahoruco se pueden resaltar diversas estructuras que por su cierta relevancia e importancia, se analizan con detenimiento. Dentro de estas estructuras se encuentran zonas de cizalla de basamento que afectan a la cobertera, grandes pliegues y zonas de falla, que se describen a continuación.

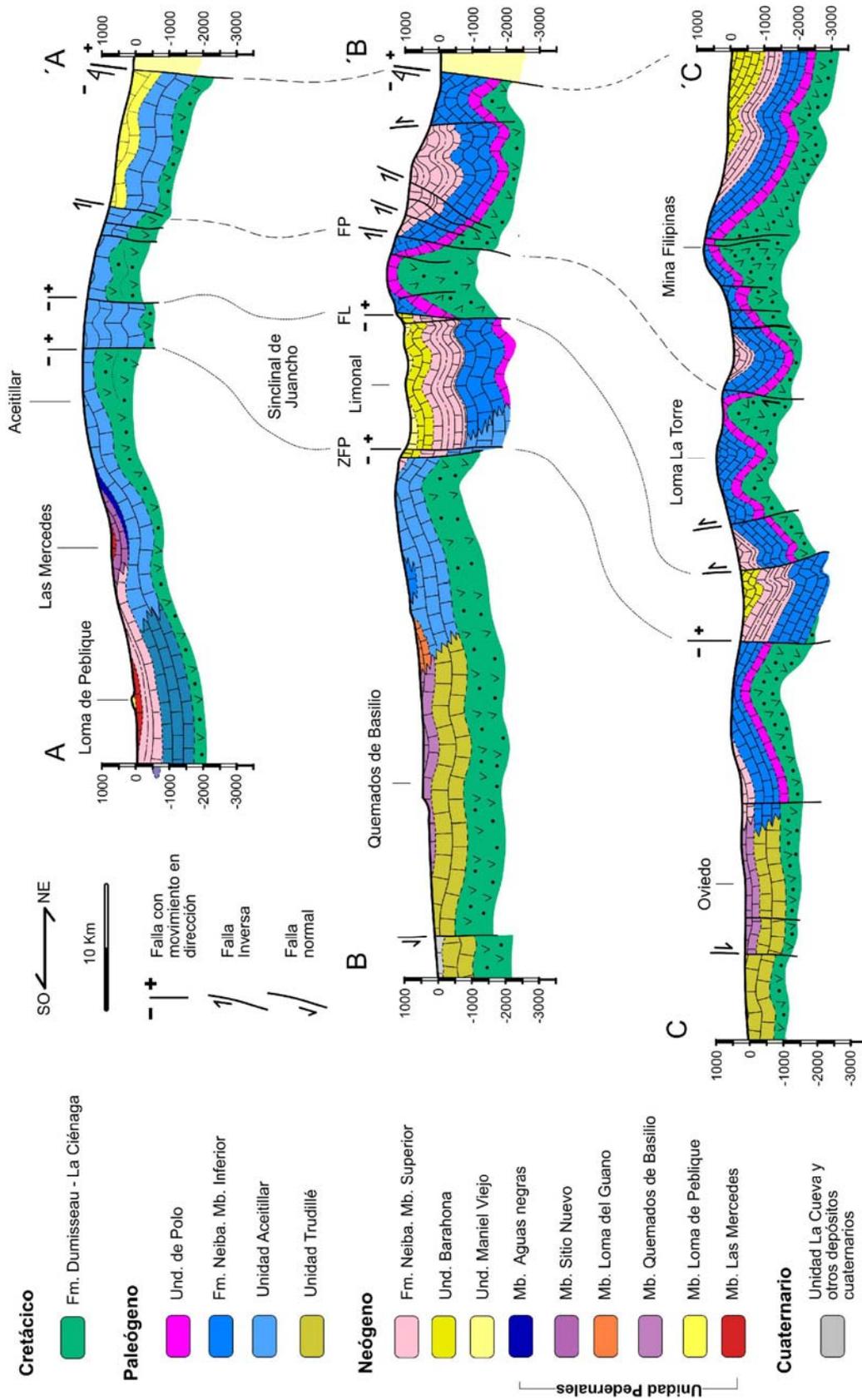


Figura 3.3. Cortes geológicos con los principales elementos estructurales de la Sierra de Bahoruco y Planicie de Oviedo-Pedernales. ZFP, Zona de Falla del Pelempito; FL, Falla de El Limonar; FP, Falla de Pelempito. La situación de los cortes puede consultarse en la figura 2.2

3.2.3.1. Pliegues

Dentro de la Península de Bahoruco existen también grandes estructuras que corresponden a pliegues. Particularmente son importantes dentro del conjunto orográfico de la región el Anticlinal de Aceitillar (AA) y Polo, el Sinclinorio de Juancho y los Anticlinorios de Los Pinos (AP), Loma La Torre y Filipinas (Figuras 3.2, 3.3 y 3.4). En la Península de Bahoruco existe una diferencia entre el grado de plegamiento existente en la parte meridional (Plataforma de Oviedo-Cabo Rojo), donde se observan pliegues de muy amplio radio, de dirección NO/SE con flancos que buzan generalmente menos de 20° , y donde alguno de estos pliegues parece responder a movimientos producidos por una tectónica activa (afectan a las paleosuperficies de erosión cuaternarias) y la Sierra de Bahoruco.

En este último dominio se encuentran también pliegues de amplio radio, cilíndricos, que producen grandes anticlinales suaves (Anticlinal de Aceitillar) y que en conjunto, forman anticlinorios más o menos cortados por fallas que constituyen las elevaciones más altas de la Sierra de Bahoruco (Loma del Toro).

Es destacable en prácticamente toda la región la presencia de pliegues con doble inmersión y también con doble vergencia (NE y SO), con morfologías en cofre (Anticlinal de Polo o Anticlinal de la Loma de la Torre), que presentan ambos flancos muy verticalizados. Los pliegues de doble inmersión son más frecuentes dentro de la Zona de Cizalla de Arroyo Dulce, dentro del Sinclinorio de Juancho, donde se reconocen muy bien los anticlinales, pero los sinclinales están cortados por fallas transversales que generan morfologías *en echelon* y arrastres, producidos por la acomodación de la cobertera debido al funcionamiento de una zona de cizalla izquierda en el basamento.

3.2.3.2. La fracturación

La zona de estudio está afectada por una intensa fracturación, cuyo estudio de detalle excede los objetivos del trabajo. En la figura 3.5 se representa un diagrama con las direcciones de las principales fallas y fracturas que afectan al ámbito de estudio, seleccionadas y sintetizadas a partir de las cartografías a escala 1:50.000 de cada Hoja. Aunque aparentemente existe una amplia distribución de las direcciones en las fallas, uno de los sistemas de fallas, el NE-SO, es el que aparece mayoritariamente representado frente a los demás. Este sistema, cuando se ha podido ver en el campo está compuesto por fallas de desgarre, con estrías subhorizontales que muestran componentes dexas.

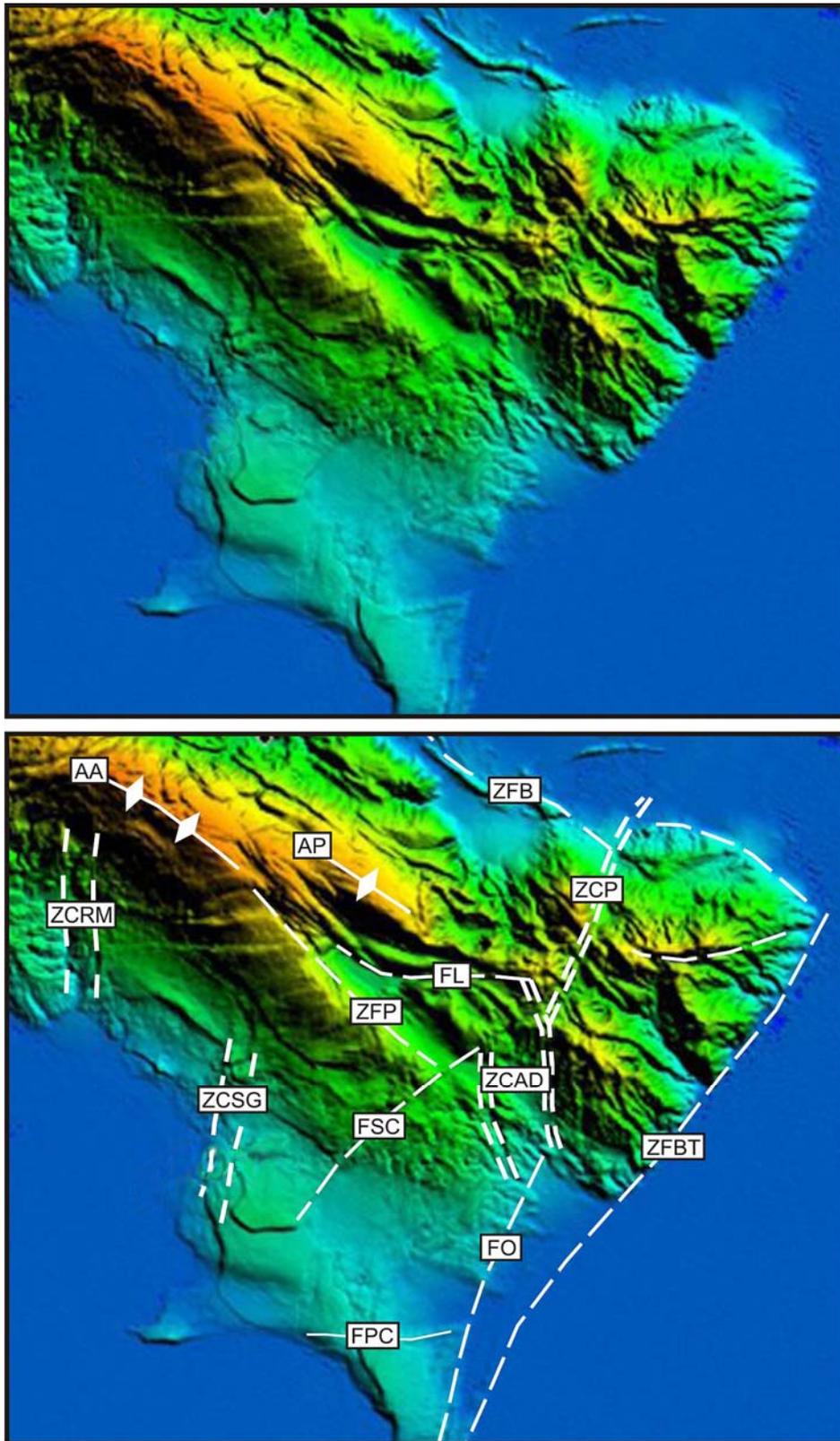


Figura 3.4. Modelo digital del terreno de la Península de Bahoruco, donde se observa la expresión en el relieve de las estructuras más representativas. AA: Anticlinal de Aceitillar. AP: Anticlinal de los Pinos. ZCRM: Zona de Cizalla de Río Mulito. ZCSG: Zona de Cizalla de Sabana Guaratén. ZFP: Zona de Falla de Pelempito. FPC: Falla de Punta Ceminche. FSC: Falla de Sabana de los Candelones. FL: Falla del Limonal. FO: Falla de Oviedo. ZCAD: Zona de Cizalla de Arrojo Dulce. ZCP: Zona de Cizalla de Polo. ZFBT: Zona de Falla de Beata. ZFB: Zona de Falla de Bahoruco.

En menor medida, existen fallas con una componente normal. Este sistema está representado por la Falla de la Beata y por otras fallas importantes (Zona de Cizalla de Polo o continuación al NO de la Falla de Oviedo) y altera, corta y modifica las trazas de los pliegues y cabalgamientos, mostrando su carácter tardío respecto a la formación de pliegues y fallas inversas, aunque en algunos sectores pueden tener relaciones genéticas de simultaneidad.

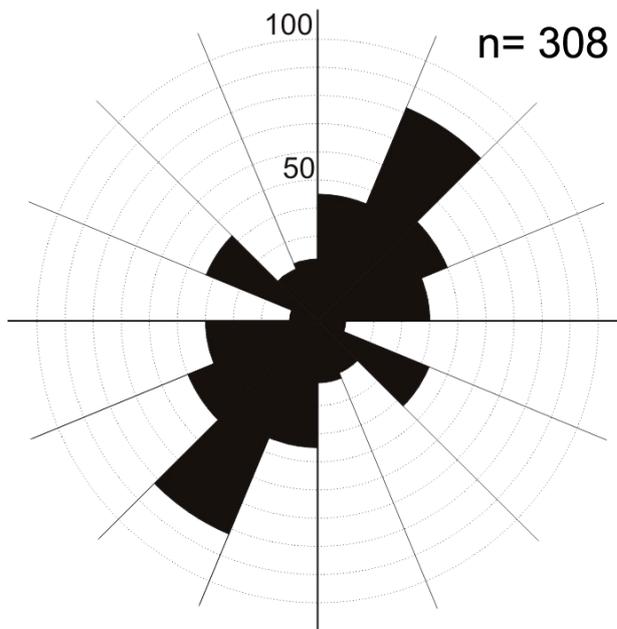


Figura 3.5. Rosa de los vientos de direcciones de fallas medidas en la Sierra de Bahoruco. Proyección equiareal. n es el número de datos de la proyección.

Zona de Falla de Pelempito

Corresponde a un sistema de fallas de dirección N135E que constituyen el límite meridional de una serie de depresiones, profundamente modificadas por la acción kárstica que se encuentran dentro del sinclinorio de Juancho (Fig.3.2 y 3.4). Esta zona de falla tiene una amplia extensión, de decenas de kilómetros desde la parte suroeste de Puerto Escondido hasta el Tunal, y deja al noreste las depresiones kársticas del Hoyo del Pelempito y El Tunal. La expresión en el relieve es muy clara, mientras que su funcionamiento y su cinemática es algo más confusa. La zona de distribución de la deformación es de apenas unos pocos cientos de metros, y está compuesta por un sistema anastomosado de fallas que progresivamente bajan el bloque hundido hacia el noreste desde los 1200 m a los 300 m, teniendo su máxima anchura en la transversal del Hoyo del Pelempito (300 m). No se han podido observar los planos de falla, debido a las malas condiciones de afloramiento y por tratarse de un terreno intransitable, pero a partir

de la dirección principal de la zona de falla, y los datos observados a partir de las imágenes de satélite y fotografías aéreas, parece tratarse de un sistema de fallas muy verticales de componente inversa e izquierda (Fig. 3.3), que levanta el bloque meridional.

Falla de la Sabana de los Candelones

Esta falla corresponde al segmento meridional de la Falla de Bahoruco de Osiris de León (1989), sin embargo, como se refiere anteriormente, se ha preferido denominarla de otra manera para no crear confusión con la Zona de Falla de Bahoruco definida por Llinás (1972) para la falla del borde norte de la Sierra de Bahoruco. Se trata de una falla discreta, de dirección N60E, con una traza clara observable en las imágenes digitales (Fig. 3.4) y en fotografía aérea y con una buena expresión de campo en la zona de la Sabana de los Candelones (Hoja de Arroyo Dulce) y la Sabana de la Primera Yerba (Hoja de Polo). Hacia el noreste su traza es difusa, aunque parece continuar hasta Los Arroyos (Hoja de Polo) donde adquiere una flexión hacia N70E y enlaza con la Zona de Cizalla de Polo y la Zona de Cizalla de Arroyo Dulce. Hacia el suroeste también se convierte en una traza difusa, aunque reconocible, y parece condicionar finalmente el escarpe marino de Los Quemados de Basilio, con lo cual podemos hablar de una falla con una extensión de unos 40 kms. Su régimen y sentido de movimiento también es mal conocido, debido a las malas condiciones de afloramiento, y su mejor afloramiento se encuentra entre el polje de la Sabana de la Primera Yerba y el Tunal, donde da un escarpe morfológico de unos pocos metros que pone en contacto las unidades de Barahona y Maniel Viejo, hundiendo el bloque oriental. A partir de esta observación se puede deducir que la falla contendría una cierta componente de falla normal, con la unidad de Maniel Viejo en el bloque de techo. Por último, esta falla, según se observa en la topografía, en las imágenes digitales y en las fotografías aéreas, corta a la Zona de Falla de Pelempito, justamente en el sector de la Sabana de Los Candelones, con lo cual parece claro su funcionamiento tardío respecto a la Zona de Falla de Pelempito.

3.3 La estructura de la Hoja de Pedernales

A grandes rasgos, la estructura de la Hoja de Pedernales puede considerarse relativamente sencilla, puesto que se encuentra principalmente sobre el gran anticlinorio de la Sierra de Bahoruco, concretamente en el flanco suroeste del anticlinal de Aceitillar (AA, Fig. 3.4). En esta vertiente suroriental, solamente cabe resaltar la presencia de dos pliegues muy moderados, con buzamientos inferiores a los 25°. Son el sinclinal de Las

Mercedes y el anticlinal desarrollado más al sur, que rompen con la monotonía del todo el flanco meridional de la Sierra de Bahoruco, junto con otros pliegues de amplio radio desarrollados en toda la plataforma sur. Todos los pliegues siguen la directriz regional NO-SE que se observa en toda la Sierra de Bahoruco.

En la Hoja de Pedernales existen dos sistemas de fallas principales, siendo el sistema N40E el que tiene una mayor incidencia, si bien se concentra en determinados sectores de la hoja. El segundo sistema de fallas corresponde a fallas de dirección E-O, con desplazamiento sinistral.

El sistema N40E se desarrolla básicamente en la zona oeste de la hoja, y se ha denominado zona de falla del Río Mulito. Se compone de un gran número de fallas desarrolladas en un pequeño espacio relativo. Estas fallas muestran un desplazamiento dextro en planta, aunque con unas pocas decenas de metros de salto. En afloramiento ha sido difícil observar los planos, debido a las malas condiciones de acceso, aunque tienen una gran expresión en el relieve, que junto a su identificación en la fotografía aérea, ha permitido diferenciarlo claramente.

El sistema E-O está bastante menos desarrollado, y se compone de una serie de fallas discretas que se encuentran principalmente sobre la unidad de Aceitillar. Estas fallas tienen una gran expresión topográfica, y controlan parte de la red de drenaje, que se encaja según las direcciones de las fallas. Su régimen es sinistral, aunque también con poco salto. A pesar del desarrollo relativamente espaciado de este sistema, su existencia es importante para deducir el fuerte comportamiento transpresivo que existe en la región.

3.4. Interpretación y evolución tectónica de la zona de estudio

La integración de los datos estructurales procedentes de todas las Hojas que engloban la Península de Bahoruco, junto con algunos datos de la Cuenca de Enriquillo y de las sierras cercanas (Neiba y Martín García), permite comprender mejor el tipo de deformación regional y la relación entre las diferentes estructuras. De esta forma se elabora un modelo de evolución tectónica general que sirve para toda la parte meridional de La Española.

A partir de los datos obtenidos en este proyecto, y partiendo del conocimiento del Proyecto K (del Proyecto SYSMIN) de Cartografía Geológica de la República Dominicana y de datos ya existentes (Díaz de Neira, 2000a y b; Gómez, 2000; Hernáiz Huerta y Pérez

Estaún, 2002; Mann *et al.*, 1991c; Mann *et al.*, 1999) se puede observar que estructura de la Península de Bahoruco está dominada por estructuras contractivas con una fuerte participación de desgarres, al igual que sucede en la mayor parte de dominios geológicos de La Española. Para el análisis de una zona de este tipo se debe tener en cuenta tanto la geometría en corte de las estructuras como su desarrollo en planta, debido a la fuerte componente lateral de los movimientos.

La Figura 3.2 presenta un mapa estructural integrado, elaborado a partir de las diferentes Hojas del proyecto y la figura 3.3, muestra una serie de cortes realizados a través de las estructuras mayores. En los cortes seriados se puede observar el carácter compresivo de la estructura general, que viene definida por cabalgamientos de alto ángulo y vergencias opuestas, junto con pliegues de amplio radio en el sector meridional y algo más apretados en el margen septentrional de la Sierra de Bahoruco. También se puede observar en los cortes seriados como el corte más occidental, que atraviesa la Sierra de Bahoruco desde Pedernales a Puerto Escondido, la deformación es suave en su conjunto, con un acortamiento leve, y donde el sinclinorio de Juancho es muy reducido. También hay que resaltar que no son cortes geológicos de “*plane strain*”, puesto que existen muchos desplazamientos fuera del plano (desgarres) y por ello sólo proporcionan una idea de una componente del acortamiento, que es el medido perpendicularmente a la dirección de los pliegues, sin tener en cuenta la componente lateral.

El acortamiento estimado para la Península de Bahoruco para la base de la Fm Neiba y equivalentes se ha calculado de 5,8 kms (11%) para la transversal de Pedernales (corte A-A', Fig. 3.3) y de 15,6 kms (17%) para la transversal más oriental (corte C-C', Fig. 3.3). Como se observa en el esquema estructural y en los cortes, el acortamiento es mucho mayor en la parte oriental de la Península de Bahoruco que en la occidental.

La estructura, en corte, de la sierra de Bahoruco muestra una evidente asociación del plegamiento, incluida la franja frontal más deformada, a fallas inversas o cabalgamientos de alto ángulo sobre la Cuenca de Enriquillo. La geometría dominante es de pliegues con ángulos entre flancos relativamente abiertos (120°), en la parte meridional, a algo más cerrados (75°) en el frente con la Cuenca de Enriquillo, y planos axiales subverticales, con escasos ejemplos ligeramente vergentes al sur o al norte.

De acuerdo con lo anterior, la evolución estructural de la zona de estudio se explica bien en un contexto compresivo regulado por desgarres senestrales, es decir, en un contexto transpresivo levógiro. El modelo que se propone responde a un modelo sencillo de cizalla

subvertical en régimen transpresivo (o de convergencia oblicua) senestral que, con dirección E-O y dimensiones regionales afectaría en su totalidad al ámbito de la zona de estudio, con seguridad desde el Plioceno a la actualidad. Además, hay que tener en cuenta la irregularidad del basamento volcánico, que provoca una respuesta diferente en cada sector, generando así las diferentes zonas de cizalla presentes en la Península de Bahoruco y que se transmiten a la cobertera sedimentaria. De manera general, la dirección de máximo esfuerzo es NE-SO, aproximadamente normal a la traza de los pliegues y cabalgamientos principales y coincide con la obtenida por algunos autores mediante el análisis de la fracturación (Van den Berghe, 1983). Al tratarse de una región con una fuerte heterogeneidad litológica sometida a una deformación rotacional, es difícil clasificar cada una de las estructuras existentes y atribuirles con precisión a un determinado sistema dentro del citado modelo; aún así, la orientación de los principales sistemas de fallas y la posición de los pliegues y cabalgamientos se adecuan de forma bastante aproximada a los modelos teóricos, salvando los efectos locales que producen las mencionadas zonas de cizalla de basamento.

3.4.1. Edad de la deformación

La deformación principal en la zona de estudio ocurre a partir del Plioceno con el levantamiento continuado de las sierras de Neiba, Bahoruco y Martín García y su cabalgamiento sobre la cuenca de Enriquillo. Este evento se produce como consecuencia de la colisión y convergencia oblicua y continuada de las placas caribeña y norteamericana desde el Plioceno hasta la actualidad en toda la isla.

El análisis de la subsidencia de la cuenca mediante la descompactación de la columna de sedimentos registrada en el sondeo Charco Largo (Mann *et al.*, 1999) refleja el primer impulso tectónico, correspondiente al depósito de la Fm Trinchera y a la parte baja de la Fm Angostura en el ámbito de la Sierra de Neiba y Martín García.

Posteriormente, a este impulso principal, la deformación proseguiría durante el depósito de las formaciones Arroyo Blanco (Las Salinas), Arroyo Seco y Jimaní durante el Plioceno superior y Pleistoceno. Estas formaciones constituyen el relleno principal en el sector central de la cuenca, con un espesor total cercano a los 3.000 m y en los márgenes de la cuenca, llevan asociadas tectofacies conglomeráticas que proceden directamente de la denudación de las sierras limítrofes. Aunque es muy posible que estas tectofacies se desarrollaran a lo largo de la totalidad de sus respectivas secuencias, parece que se concentran principalmente a techo de las mismas (Fm Arroyo Seco a

techo de la Fm Arroyo Blanco y conglomerados rojos de la unidad superior de la Fm Jimaní). Los conglomerados rojos de la unidad superior de la Fm Jimaní parecen enrasar, en la sierra de Bahoruco, con una primera superficie de erosión regional a la que estarían ligados fenómenos de alteración y karstificación a gran escala (p. ej., Hernáiz-Huerta, 2004).

De esta forma, tras su levantamiento en el Plioceno, la elevación de la Sierra de Bahoruco continúa durante todo el Pleistoceno hasta prácticamente la actualidad como consecuencia del avance de la Cordillera Central. Este proceso regional queda registrado inicialmente en la sucesión sedimentaria néogena descrita en la zona de estudio, que refleja una progresiva somerización que se inicia en el Mioceno en ambientes de rampa externa (Fm Neiba y equivalentes), se prolonga con el desarrollo de plataformas internas someras y sistemas arrecifales costeros (unidades Barahona, Peblique y La Cueva) durante el Mio-Plioceno y finaliza en el Pleistoceno con la emersión y exposición de la cuenca.

Otro evento importante a señalar en el Sur de La Española es, desde finales del Plioceno hasta la actualidad, la indentación de la cresta de la Beata en la Bahía de Ocoa. Esta indentación ha producido el arqueamiento y la posterior ruptura de las estructuras del ámbito de la bahía; o el desarrollo de un intenso volcanismo de afinidad geoquímica heterogénea en la Cordillera Central y la Cuenca de San Juan (Hernáiz-Huerta, 2004a). Sin embargo, la influencia que posee el avance de la cresta de Beata en la Península de Bahoruco no es tan evidente como la mostrada en la Bahía de Ocoa, a excepción de algunas estructuras bien visibles desde el punto de vista cartográfico.

Dentro de estas estructuras relacionadas con la indentación podrían encontrarse las zonas de cizalla de basamento que afectan a la cobertera (Zona de cizalla de Arroyo Dulce, Sabana de Guaratén y Polo) y la Zona de Falla de Beata, todas ellas muy activas durante el cuaternario, aunque actualmente no podemos asegurar que su origen pueda estar relacionado con la indentación de la cresta de Beata en los dominios meridionales de La Española. No es descartable que la aparición de estas estructuras, de orientación N-S, sea un mecanismo de acomodación de la deformación producida por el empuje hacia el norte de los basaltos de plateau en la Península de Bahoruco y, por tanto, posterior a la etapa de deformación principal en esta zona.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1 Análisis geomorfológico

El análisis geomorfológico puede abordarse desde dos puntos de vista: morfoestructural, en el que se analiza el relieve como consecuencia del sustrato geológico, (litología y estructura); y morfogenético, que contempla las formas como el resultado de la actuación de los diversos agentes de la erosión.

4.1.1. Estudio morfoestructural

En el área que ocupa la hoja queda incluida en un único dominio morfoestructural, que a escala regional y para el conjunto de las hojas que cubren la sierra de Bahoruco, recibe el nombre de “vertiente meridional de la sierra de Bahoruco”. Este dominio se caracteriza por la gran sencillez de su estructura; una serie prácticamente monoclinas, que en su mayor parte viene a ser una superficie estructural más o menos degradada. Ésta tan solo se ve alterada por una flexión monoclinas y suaves pliegues presentes en el sector más bajo y próximo a la costa de Pedernales. En este dominio la fracturación alcanza un importante desarrollo en el entorno del río Pedernales, con una familia de fallas direccionales derechas, con dirección NNE-SSO, así como en el extremo nororiental, donde se desarrolla otra familia, aproximadamente paralela a la estructuración general de la sierra de Bahoruco (NO-SE). En el resto de la hoja aparecen fracturas menos numerosas con direcciones NE-SO y E-O de cinemática desconocida.

En el ángulo suroccidental del área de estudio se localizan las superficies de erosión que se prolongan desde la hoja de Cabo Rojo, y que pierden su identidad al alcanzar el haz de fracturas del río Pedernales. La más extensa de todas y en parte cubierta por las bauxitas de la mina Las Mercedes (designada como S₁) aparece deformada por un pliegue sinclinal resultante de la evolución y apretamiento del mismo pliegue identificado en el sustrato. Bajo dicha superficie se han desarrollado otras dos, que también aparecen deformadas de la misma manera. Dicha actividad reciente será se analiza en los apartados dedicados a las formas poligénicas y a la Evolución Geomorfológica.

4.1.1.1 Formas estructurales

En esta hoja la mayoría de las formas estructurales son debidas a la fracturación, puesto que el relieve, mayoritariamente conforme de la mayor parte del área, no propicia las

formas debidas a plegamiento A ello hay que añadir que en el sector más meridional de la hoja, las superficies de erosión han nivelado y enmascarado dichas formas estructurales. Sólo destacan en el tercio nororiental de la hoja algunas líneas de capa con indicación de buzamiento y escarpes en capas monoclinales. Excepcionalmente se han identificado chevrons en capas subverticales competentes.

Si bien las superficies de erosión han obliterado las posibles formas estructurales que podrían derivar del plegamiento, ellas mismas aparecen afectadas por basculamientos debidos a su suave plegamiento.

En lo referente a la fracturación, las fallas y fallas supuestas pueden agruparse en dos familias principales: una de fallas direccionales izquierdas, cuyas direcciones quedan comprendidas entre NO-SE y ONO-ESE y otra de fallas direccionales derechas, con dirección NNE-SSO – restringida al área del río Pedernales -. Otra familia, de direcciones OSO-ENE a NE-SO, se encuentra más repartida por toda el área que las anteriores y, según los casos, se han representado como valles fractura o bien alineaciones morfológicas con control estructural, cuando en éstas formas participan varios segmentos de diferentes cursos fluviales. Al oeste de Pedernales se localiza una superficie estructural exhumada que aparece compartimentada y desnivelada por diversas fallas con movimiento vertical.

4.1.2 Estudio del modelado

En lo que sigue se describen las formas erosivas y de depósito, agrupadas según su origen o los procesos morfogenéticos que las han generado, y entre las que destacan, por su mayor representación, las formas fluviales.

4.1.2.1 Formas gravitacionales

La vertiente meridional de la sierra de Bahoruco presenta una densa red de drenaje, aunque poco incidida, por lo que no existen laderas amplias en las que los derrubios alcancen la extensión suficiente para su representación a esta escala de trabajo. En las laderas del valle del río Pedernales y en el extremo oriental de la hoja se han podido identificar diversos coluviones de escaso desarrollo y extensión

También en el valle del río Pedernales se ha localizado una ladera desestabilizada por la socavación de su base debida a erosión lateral del cauce de dicho río. En ella se ha

producido un derrumbe o avalancha que ha involucrado el suelo y su cubierta vegetal y parte del regolito, puesto que presenta abundante canturral calizo. Su cabecera se sitúa coincidiendo con la pista o camino que recorre la frontera con Haití, la cual presenta diversas cicatrices y escalones relacionadas con este fenómeno de ladera, el cual que podrían preludiar otro de mayor envergadura.

4.1.2.2 Formas fluviales y de escorrentía superficial

Entre las **formas erosivas** la incisión fluvial es la más desarrollada, a la vez que proporciona datos sobre la morfoestructura del área y algunos indicadores de posible actividad neotectónica. En esta vertiente meridional de la sierra de Bahoruco, dicha incisión forma una red de drenaje paralela y consecuente, según el sentido del buzamiento de las capas (SO) que coincide aproximadamente con la pendiente topográfica. En ocasiones algunos cauces se orientan en dirección E-O, siguiendo las trazas de fracturas. Puesto que la incisión de la red no es muy pronunciada no se han llegado a formar frentes o escarpes de relieves en cuesta, con los correspondientes valles y cursos fluviales subsecuentes

Otras formas relacionadas con la red de drenaje, son las pérdidas de drenaje que se producen al sur de la hoja, en algunos de los cauces que penetran en el sinforme que pliega la superficie de erosión S_1 , en las inmediaciones de la mina Las Mercedes. La erosión lateral sólo se ha consignado en el caso del río Pedernales, donde ha producido la acentuación de los meandros y la creación de pequeñas terrazas en el interior de los mismos.

La forma erosiva más llamativa que se producen en los interfluvios es el escarpe fluvial existente en el ángulo nororiental.

Entre las **formas de depósito**, el único fondo de valle representable a esta escala de trabajo es el del río Pedernales. Los abanicos torrenciales muestran dos generaciones claramente distinguibles en las inmediaciones de la Colonia Agrícola Flor de Oro, próxima a la frontera haitiana y en el ángulo noroccidental de la hoja. En dicho lugar el abanico más antiguo presenta un gran desarrollo, con varios kilómetros cuadrados de superficie y más de 40 m de espesor. Por otra parte, aparece fuertemente incidido por una garganta, en cuyo extremo se ha generado otro abanico más reciente y de reducida extensión. Éste aparece a su vez incidido por el río Pedernales, de forma que su base se sitúa a unos tres metros sobre el cauce actual de dicho río.

En la desembocadura del río Pedernales se da una superposición de diferentes abanicos funcionales, los procedentes de cauces que descienden desde la ladera de la sierra de Bahoruco, junto con el generado por el río, el cual aparece cubierto por derrames de canal a ambos lados del cauce principal. A poca distancia aguas arriba, dicho cauce aparece jalonado por pequeñas terrazas de reducida extensión, situadas a pocos metros sobre el mismo y en el interior de sus meandros.

4.1.2.3 Formas eólicas

Sólo representadas por pequeño campo de dunas cementadas situado al este de Pedernales. Debe corresponder a un resto de lo que debió ser un depósito más extenso, como sucede en las hojas colindantes al sur.

4.1.2.4 Formas marinas-litorales

Las únicas **formas erosivas** litorales presentes en esta área son los paleoacantilados que limitan los bordes externos de las plataformas o superficies de erosión que se analizan más adelante. En esta área aparecen más degradados por karstificación que en la hoja contigua de Cabo Rojo

Entre las **formas de depósito**, las paleoplayas, playas fósiles, o playas de bolsillo, son las más representativas del área. Abad *et al.* (2008).han identificado tres episodios, de los cuales el más antiguo cubre o fosiliza parcialmente la superficie o terraza marina más baja. En esta hoja sólo aparecen los dos episodios más recientes. Hacia el oeste quedan cubiertos por los abanicos torrenciales antes descritos. Entre ambas paleoplayas se localiza el extremo de un área de encharcamiento temporal de laguna costera antigua. Entre la paleoplaya más reciente y la playa de arena actual, se encuentra un extenso cordón litoral, con una anchura de varios cientos de metros.

4.1.2.5 Formas por meteorización química

Se distribuyen en toda la hoja y en su mayoría corresponden a dolinas y superficies de lapiaz. En el sector meridional de la hoja la densidad de aquellas es mayor que en el resto, por lo que se ha delimitado como campo de pequeñas dolinas, una extensa área que se extiende también en la hoja de Cabo Rojo. Las más numerosas son las dolinas de fondo plano y las pequeñas dolinas, de las cuales no se han llegado a representar todas debido a su pequeño tamaño. En ocasiones éstas se sitúan a lo largo de líneas

identificadas como alineaciones morfológicas con control estructural. Son también frecuentes las dolinas capturadas, como consecuencia de las elevadas tasas de incisión vertical de la red de drenaje, y más excepcionales las dolinas en embudo, debidas a colapso.

Existen diversas uvalas con fondo plano, que alcanzan una superficie de 1 km², parcialmente ocupado por arcillas de descalcificación y pequeñas dolinas. Las superficies de lapiaz desnudo son la tónica dominante del área, aunque sólo se han representado en lugares donde presentan un desarrollo más acentuado, como el sector meridional.

4.1.2.6 Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso genético, habiéndose reconocido como tales las superficies de erosión degradadas.

Las superficies de erosión degradadas constituyen la forma más determinante del relieve y paisaje en el sector meridional de la península de Bahoruco. Pese a su origen debido a abrasión marina, no se han representado como terrazas marinas, si no como superficies poligénicas de erosión, dado que hacia el este (hoja de Arroyo Dulce), pasan lateralmente a ser superficies de erosión poligénicas y donde su morfología no es la de plataformas de abrasión, si no la de niveles de encajamiento de la red hidrográfica, con suaves paleorelieves. Por otra parte, la superficie más alta de las representadas (S_1) presenta restos dejados por la erosión de importantes perfiles de alteración, (bauxitas de la mina de Las Mercedes).

En el entorno de Cabo Rojo y Punta Ceminche (hoja contigua de Cabo Rojo) es donde mejor se conserva la morfología de terrazas marinas y sus correspondientes paleocantilados, habiéndose identificado hasta cinco principales, de las cuales las que aparecen mejor individualizadas son las dos más altas (S_1 y S_2). Sobre ellas se detectan otros aplanamientos a distintas alturas y más difíciles de delimitar, que en algunos casos se han identificado como S_0 . En esta hoja, la superficie S_2 llega a solaparse con la inferior S_3 , puesto que el paleocantilado que media entre ambas se atenúa progresivamente hacia poniente hasta desaparecer, y la única superficie resultante se designa como $S_2 + S_3$. Sin embargo en la hoja de Cabo Rojo la superficie S_3 tiene una gran extensión y continuidad, y en ocasiones se desdobra en, e incluso en cuatro, coincidiendo con el paralelo de Cabo Rojo).

Bajo las superficies anteriores, la S_4 presenta una reducida extensión, aparece bastante degradada por karstificación y desnivelada por las fallas con actividad reciente, en la Loma de Peblique. La superficie S_5 no llega a aflorar, ya que en la hoja contigua de Cabo Rojo desciende progresivamente hacia el norte, hasta quedar en esta hoja, enterrada por las paleoplayas.

En general, parece que no solo la superficie S_5 , también las más altas experimentan un descenso en las inmediaciones de la banda de fracturación del río Pedernales ya mencionada, lo cual es un indicador de actividad neotectónica o reciente. Por otra parte, la base del paleoacantilado correspondiente a la superficie S_4 también desciende hacia el noroeste, desde la cota 60 m, al pie de la Loma de Peblique, hasta 20 m, en el lugar donde queda cubierto por los abanicos fluviales de la desembocadura del río Pedernales. Este paleoacantilado es el mejor conservado de todos los presentes en esta hoja; los demás aparecen muy degradados por karstificación y enmascarados por el depósito de una formación superficial de brechas calcáreas. Por ello no es posible realizar un seguimiento fiable de la altimetría de las líneas de paleocosta para las superficies superiores a la S_4 .

Son indicadores de movimientos diferenciales en la vertical no sólo las variaciones en las cotas de las líneas de paleocosta (base de los paleoacantilados labrados durante máximos marinos), también el solapamiento de superficies que se da en esta hoja, o el desdoblamiento de una de ellas en dos o más (hoja de Cabo Rojo). El solapamiento de superficies - o reducción del número de paleoacantilados - se debería a un levantamiento moderado del terreno, mientras que su desdoblamiento correspondería a un ascenso acelerado, por comparación al anterior.

La distribución espacial de las áreas con desdoblamiento o con solapamiento de superficies, junto con el control de la altimetría de las líneas de paleocosta, han permitido deducir en la contigua hoja de Cabo Rojo la existencia de grandes y suaves sinformes y antiformes, que se prolongan y parecen finalizar en la presente hoja, posiblemente en la banda de fracturación, ya mencionada, del río Pedernales. De hecho, en las inmediaciones de este río se detectan aplanamientos aislados y a cotas variables, por lo que bien pueden ser terrazas erosivas fluviales y posteriores a las superficies anteriores o bien plataformas o sectores de las mismas desniveladas por las numerosas fracturas de la zona.

En el apartado siguiente se describe y justifica la situación de dichos pliegues.

4.2 Evolución e historia geomorfológica

La morfología de la región es el resultado por un lado, de los procesos sedimentarios acaecidos a lo largo del Paleógeno, que dieron lugar a la secuencia de formaciones y unidades hoy aflorantes, y por otro de la tectónica que involucró dichos materiales, o participó en su formación, especialmente desde el Mioceno a la actualidad. Pueden establecerse dos etapas en la evolución estructural, diferenciadas por la duración e intensidad de los procesos tectónicos acaecidos: la primera, durante el Mioceno-Plioceno, en la que la deformación transpresiva, en la parte suroccidental de La Española, estableció la distribución de cordilleras y depresiones existentes hoy día (sierras de Neiba, Martín García y Bahoruco y cuencas de Enriquillo y San Juan); y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando el relleno plio-cuaternario de las cuencas y los depósitos que jalonan los relieves y las superficies de erosión, han experimentado procesos neotectónicos en un contexto geodinámico menos conocido por el momento.

El régimen transpresivo mencionado, que actuó durante el Mioceno, produjo la estructuración esencial de la sierra de Bahoruco, la cual permite definir los dos dominios morfoestructurales ya descritos anteriormente: vertiente septentrional y vertiente meridional de la sierra de Bahoruco. La primera presenta una deformación más intensa y compleja, que la segunda, la cual responde en lo esencial, a un relieve monocinal que, de norte a sur, desciende de forma paulatina desde las cumbres de la mencionada sierra hasta el nivel del mar, con suaves pliegues cuyo desarrollo ha proseguido en tiempos recientes. En la hoja (1:100.000) de Pedernales, la superposición de ambas etapas ha creado la morfoestructura, con una tendencia regional ascendente que ha motivado la emersión paulatina de la isla y la creación de terrazas marinas y paleocatilados, que ulteriormente han experimentado, retrabajamiento y degradación debidos al modelado kárstico y, en menor medida fluvial, y a procesos de alteración del sustrato.

Las superficies de erosión no ha sido resultado exclusivo de la abrasión marina, puesto que en el sector septentrional de la hoja de Enriquillo aparecen como sucesivos niveles de erosión y encajamiento de la red hidrográfica, de los cuales los más altos presentan continuidad lateral con las terrazas marinas del resto de la península de Bahoruco. Fuese su origen marino o poligénico, según los sectores, en ambos casos se elaboró una superficie bastante generalizada (S_1), en la que llegaron a desarrollarse importantes perfiles de alteración (rubefacciones y argilizaciones).

Anteriormente al desarrollo de esta superficie, debieron de producirse otros aplanamientos, peor conservados y de origen incierto, también con restos de alteritas.

Durante el Pleistoceno, la tendencia general al levantamiento de la isla, junto con las oscilaciones eustáticas debidas a las glaciaciones, crearon hasta cinco superficies principales, que en la actualidad se distribuyen en la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco, de las cuales en esta hoja aparecen las cuatro más altas, distribuyéndose entre cotas próximas a los 400 m y el nivel marino actual.

De forma simultánea a dicho levantamiento, el área experimentó un suave plegamiento y la formación o reactivación de diversas fallas. Los pliegues mencionados en el apartado dedicado a las formas poligénicas, produjeron suaves ondulaciones en las superficies de erosión, que se detectan como:

- basculamientos de las superficies
- variaciones de las cotas de la base de cada paleoacantilado (línea de paleocosta)
- sectores con desdoblamiento de una superficie en varias y sectores con superposición o solapamiento de dos superficies

La última circunstancia mencionada es la prueba fehaciente de la simultaneidad del plegamiento con la elaboración de las superficies, en especial durante el desarrollo de la S_3 , que en unos lugares llega a desdoblarse en cuatro escalones o superficies, mientras que en otros se solapa con las contiguas. En la hoja de Pedernales se produce un solapamiento entre las superficies S_2 y S_3 . Las zonas de desdoblamiento de superficie se interpretan como áreas con ascenso acelerado (culminaciones anticlinales) y las de solapamiento como áreas en hundimiento, por comparación con las anteriores. (surcos sinclinales).

La actividad de dichos pliegues se prolongó aún después de la elaboración de la superficie S_5 , dado que las cotas de la base de su paleoacantilado (*paleoshore line*), en la hoja de Cabo Rojo presenta diferencias de varias decenas de metros. En la hoja de Pedernales dicha superficie no aflora por quedar cubierta por las paleoplayas. No obstante la base del paleoacantilado correspondiente a la superficie S_4 (el mejor conservado de todos en esta hoja) desciende 40 m hacia el noroeste a lo largo de unos 3 km, hasta quedar cubierto por abanicos fluviales.

En la hoja de Pedernales y en etapas recientes de esta evolución (Pleistoceno superior-Holoceno) se formaron dos paleoplayas, de las cuales, la más elevada - a falta de dataciones por el momento - podría corresponder a un máximo marino del estadio isotópico 5. En tanto que la más reciente e inferior pudo resultar de la última transgresión Flandriense.

Los depósitos eólicos, presentes en la hoja de Pedernales sobre la superficie S₄, también pueden estar vinculados con las últimas oscilaciones eustáticas, dado que en la contigua hoja de Enriquillo existen materiales análogos, que allí forman grandes dunas longitudinales, las cuales se prolongan bajo el nivel del mar. Esto implica que su formación es anterior a la transgresión Flandriense.

Posteriormente a dicha transgresión se está produciendo acreción litoral de la costa, en la que participan los materiales aportados por la desembocadura del río Pedernales y la formación de un extenso cordón litoral

De forma simultánea a todo lo anterior, a lo largo del Cuaternario el modelado kárstico ha creado numerosas dolinas de disolución, excepcionalmente de colapso, y diversas áreas subsidentes con arcillas de descalcificación. Algunas de estas formas exokárticas se ubican a lo largo de fracturas o bien de cursos fluviales levemente incididos en las superficies de erosión y sus paleocantilados, indicando el desarrollo de un importante endokarst con drenaje hacia la costa. Por otra parte, los episodios climáticos con mayor contraste estacional debieron potenciar la formación de las alteritas con bauxita, hoy en explotación.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la Hoja de Pedernales, y de la Sierra de Bahoruco, se integran dentro de la evolución general del sector más suroccidental de la República Dominicana, entendiendo este como el territorio situado al SO de la Zona de Falla de Bahoruco (ZFB) (Llinás, 1972; McLaughlin *et al.*, 1991) (Figura 6.1). Este límite se produce a través de un sinuoso frente montañoso que la separa de la Cuenca de Enriquillo y del resto de la Isla de la Española. La evolución de esta Sierra posee una personalidad propia a lo largo del Cretácico y del Paleógeno, aunque a partir del Mio-Plioceno se ve influida por los acontecimientos que tienen lugar en la Cordillera central. En conjunto, las rocas de la Sierra de Bahoruco registran aproximadamente 90 Ma de evolución de las Grandes Antillas, desde la formación de un plateau oceánico hasta la configuración del paisaje actual, pasando por la convergencia oblicua y transpresión entre placas en el Neógeno superior o la indentación de la cresta oceánica de Beata en el Cuaternario.

La evolución paleogeográfica de la región permite diferenciar cuatro etapas principales:

- Cretácico Superior, caracterizado por el desarrollo de un plateau o meseta oceánica.
- Paleógeno-Mioceno Superior, representado por una cuenca de sedimentación marina y carbonatada, muy estable desde un punto de vista tectónico, que registra a gran escala un ciclo transgresivo-regresivo modulado por oscilaciones eustáticas de mayor frecuencia.
- Mioceno Superior-Plioceno (?), cuando se produce la elevación y deformación de la cuenca, que da lugar al levantamiento de la Sierra de Bahoruco, consecuencia del ascenso y avance de la Cordillera Central hacia el SO. Este acontecimiento queda registrado mediante una rápida somerización de la cuenca que finaliza con su exposición subárea, desarrollo de alteritas en posiciones más internas de la Sierra y formación de una orla de facies arrecifales en la actual franja litoral.
- Pleistoceno-Holoceno, en la que continua elevación que ha experimentado la península de Bahoruco durante el Cuaternario y que ha dado lugar a la modificación de la red hidrográfica regional y la configuración del paisaje actual. De forma simultánea se produce el desarrollo de alteritas y formación de numerosas superficies de erosión continentales o marinas colgadas y escalonadas en la vertiente sur de la Sierra.

En la Figura 6.1 se sintetizan los aspectos más destacados de la historia geológica de la región. Una descripción más detallada de cada una de estas etapas se desarrolla a continuación.

5.1. El plateau oceánico del Cretácico superior

El plateau oceánico del Caribe constituye el sustrato de toda la serie sedimentaria terciaria de la Península de Bahoruco que ha condicionado, en gran medida, la sedimentación al configurar un paleorrelieve irregular que delimitaba zonas de diferente profundidad en la cuenca.

Las rocas integrantes del plateau oceánico del Caribe han sido relacionadas con un gran evento de basaltos de inundación (Donnelly, 1973; Sinton *et al.*, 1998; White *et al.*, 1999), que tuvo lugar en la región caribeña durante el Cretácico superior. Este gran evento magmático basáltico ha sido interpretado como un plateau oceánico (Burke *et al.*, 1978; Duncan y Hargraves, 1984; Donnelly *et al.*, 1990; Hill, 1993; Kerr *et al.*, 1996b), formado como consecuencia del ascenso de una pluma mantélica profunda (Duncan y Hargraves, 1984; Klaver, 1987). Su formación pudo ser extremadamente rápida, mediante la intrusión/extrusión de enormes volúmenes de magma en un intervalo de tiempo de tan sólo unos pocos millones de años. Los sedimentos suprayacentes a los basaltos sumergidos en el Mar del Caribe establecen un límite de edad bioestratigráfica de 88-83 Ma para el cese de la actividad ígnea (Donnelly *et al.*, 1990; Donnelly, 1994; Kerr *et al.*, 1997b). Otros autores elevan el cese de la actividad magmática al Maastrichtiense (Pincel y Barret, 1990), aunque todos coinciden en que el inicio de esta inactividad tiene lugar como consecuencia de la colisión de la meseta oceánica del Caribe con el borde meridional de Centroamérica.

De esta forma, en el Cretácico superior, mientras que en frente septentrional del arco islas dominaba un régimen subductivo que en la Cordillera Oriental produjo el depósito de potentes series volcanosedimentarias y sedimentarias, la potente sucesión de basaltos, doleritas, calizas pelágicas de las sierras de Hotte-Selle-Bahoruco, constituidos por una (Fm Dumisseau-La Ciénaga y equivalentes) sugieren que en el Cretácico superior toda la región formaba parte de la meseta oceánica caribeña (Maurrasse *et al.*, 1979; Pindell y Barret, 1990).

Desde un punto de vista paleogeográfico, la configuración del fondo oceánico en esta etapa debe asimilarse a una sucesión irregular de montes submarinos que definían

alineaciones (*seamounts*) como consecuencia de la intermitencia en la actividad eruptiva. En algunas zonas la emisión de lavas fue tan importante desde aguas profundas que en algún momento del Cretácico superior varios edificios volcánicos emergieron y alcanzaron el nivel del mar formando islas, tal y como puede inferirse del desarrollo de paleosuelos en el techo de la Fm Dumisseau o la aparición de restos de plantas superiores continentales, carbonizadas, en coladas de basaltos a techo de esta misma formación en el sector nororiental de la Sierra.

5.2. La Cuenca del Paleógeno al Mioceno superior

La ausencia de depósitos paleocenos impide precisar la secuencia de acontecimientos seguida entre el cese de la actividad magmática de la meseta oceánica y el comienzo de la sedimentación paleógena en una extensa cuenca carbonatada. Sus variaciones a lo largo del tiempo estarían provocadas por cambios batimétricos de origen eustático y en la tasa de producción de carbonatos, dependientes estas últimas de multitud de factores ecológicos y físicos, aunque también deben ser considerados los cambios isostáticos de origen tectónico en su evolución.

La sedimentación paleógena comenzó probablemente en el Eoceno medio, mediante el depósito de la Unidad de Polo (Eoceno medio-superior?), descrita en el sector oriental de la Sierra de batoruco. Está constituida por calizas algales que registran la aparición de plataformas carbonatadas aisladas, relativamente someras, sobre los montes submarinos o *guyots* de origen volcánico. Es muy probable que hacia zonas más profundas de la cuenca la Unidad de Polo posea cierta relación lateral con la Fm. Neiba.

Durante la mayor parte del Paleógeno (Eoceno medio-Mioceno Inferior) tiene lugar en la cuenca el depósito de la Fm. Neiba (y sus equivalentes laterales), que constituye la unidad mejor representada en toda la Península de Batoruco y que registra una profundización de la cuenca con respecto a la unidad infrayacente, las calizas de Polo.

La Fm Neiba representa una plataforma de tipo rampa carbonatada en su zona media-distal, fuera de la influencia del oleaje de tormenta, con esporádicas llegadas de niveles bioclásticos retrabajados de las partes más internas de la rampa. Estas zonas más profundas de la plataforma marina debieron situarse principalmente hacia los extremos occidental y oriental de la sierra.

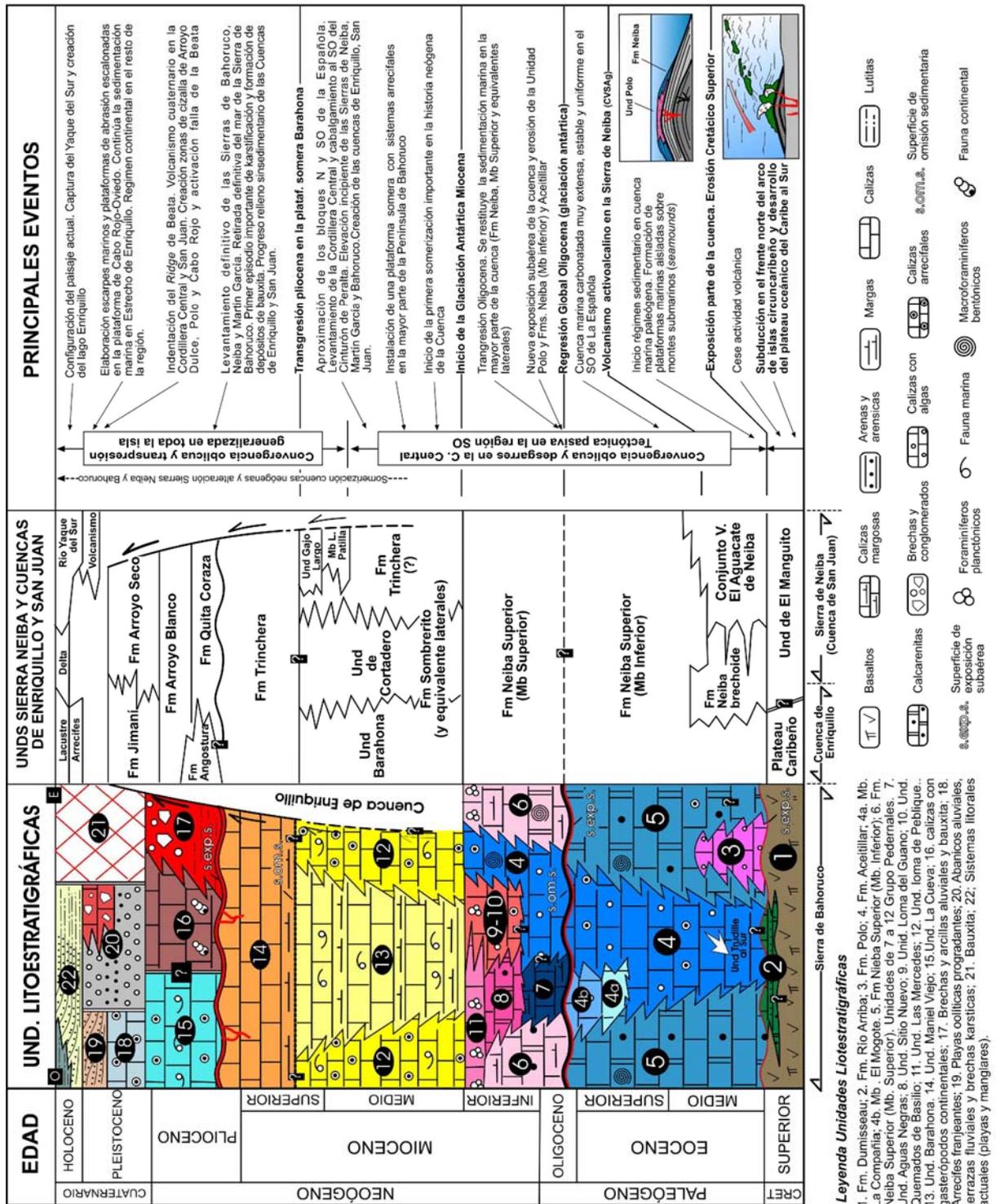


Fig. 5.1 Síntesis de la historia geológica de Bahoruco y de la plataforma de Ovedo-Cabo Rojo.

De la misma forma, durante el Eoceno superior en el sector central y hacia las posiciones meridionales de la península debieron existir zonas de menor profundidad que quedan registrada por las calizas de plataforma interna de las unidades Aceitillar y Trudillé, no aflorantes en la hoja. Estas zonas elevadas en la cuenca probablemente correspondan a zonas más engrosadas de la corteza de la placa del Caribe.

La relativa homogeneidad de las facies de la Fm Neiba cartografiadas en las Sierras de Bahoruco, Neiba y Martín García parece indicar que durante el Paleógeno formaban parte de una misma cuenca y que los importantes accidentes estructurales que afectan en la actualidad han sido generados posteriormente o que, al menos, permanecieron inactivos durante el Paleógeno y buena parte del Neógeno. A escala regional, en el Eoceno Medio, mientras probablemente en la Sierra de Bahoruco se iniciaba el depósito de la Unidad de Polo y Fm Neiba, y sus equivalentes laterales, en la Sierra de Neiba la estabilidad de la cuenca se vio interrumpida por la irrupción de un vulcanismo de signatura toleítica a alcalina, agrupado dentro del denominado Complejo Vulcano Sedimentario del Aguacate (Hernáiz-Huerta *et al.*, 2007a) producido en un contexto de intraplaca asociado al desarrollo de una pluma mantélica. Tras este periodo de inestabilidad, la región quedó configurada como cuenca subsidente que se prolongaba hacia el Norte hasta los dominios del Cinturón de Peralta. Es en esta cuenca de gran extensión se depositó la Fm Neiba, y sus equivalentes proximales, durante el resto del Paleógeno y Mioceno inferior.

Durante el Paleógeno la sedimentación marina sólo se ve interrumpida en el Oligoceno inferior cuando una importante regresión, probablemente asociada al gran desarrollo de casquetes polares en la Antártica, provoca la retirada del nivel mar y la emersión de algunos sectores de la cuenca. Esta regresión se registra mediante la aparición de una discontinuidad sedimentaria marcada por una superficie erosiva que acentúa aún más la irregularidad del paleorrelieve cretácico y que se desarrolla a techo de las unidades de Polo y Aceitillar del Mb inferior de la Fm Neiba.

En el Oligoceno medio y superior da comienzo una transgresión que produce una nueva sumersión de la cuenca bajo el nivel del mar, lo que origina la instalación de una plataforma carbonatada de tipo rampa sobre los sedimentos previos de la Sierra de Bahoruco. La configuración topográfica de la cuenca debió ser muy similar a la del Eoceno, depositándose, en la mayoría de los casos, las facies de rampa media y externa del Mb Superior de la Fm Neiba sobre su Mb Inferior. De la misma forma, en los sectores más occidentales de la cuenca, sobre las calizas de plataforma somera de

tipo Bahamiano de la Unidad Aceitillar se depositan las calizas de plataforma somera y media de la Unidad Pedernales.

El relleno de la cuenca continúa de forma estable hasta el Mioceno inferior, con una somerización progresiva de la cuenca, que se registra con la formación de una plataforma carbonatada de gran extensión, en ocasiones acompañada por la construcción de grandes edificios arrecifales, representada por las unidades Barahona y Loma de Peblique, que continúa hasta el Mioceno superior. El origen de esta somerización, probablemente tiene su origen en la estabilización o descenso del nivel del mar acompañado por un incremento en la tasa de producción de carbonatos. No parece haber tenido un gran impacto en estos momentos en la cuenca la nueva situación de convergencia entre el dominio suroccidental de La Española y el resto de la Isla, que produjo la mayor transformación paleogeográfica de la historia cenozoica de la región, aunque sí es posible que tuviera lugar una elevación incipiente de las principales sierras, incluida la de Bahoruco. Por otro lado, el Mioceno es una época geológica que sí es bien conocida por un descenso generalizado del nivel marino como consecuencia de una nueva glaciación Antártica que se inicia aproximadamente hace 15 Ma, durante el Mioceno medio (Zachos *et al.*, 2001).

De cualquier modo, y al mismo tiempo que en la cuenca de Bahoruco se depositaban las calizas de Barahona y de Loma de Peblique, la propagación hacia el sur del Cinturón de Peralta produjo un surco flexural donde se depositaron la Fm Sombrerito y sus equivalentes, representativos aquí de una llanura submarina que recibía aportes de naturaleza turbidítica desde los recién formados relieves adyacentes.

5.3. La Cuenca del Mioceno superior al Plioceno

El registro estratigráfico de esta etapa en la evolución de la cuenca se encuentra exclusivamente dentro en las unidades de Maniel Viejo y La Cueva, de edad Mio-Plioceno, ninguna de las dos aflorantes en la Hoja de Enriquillo. Esta etapa, aunque mal preservada, consta de una gran importancia, ya que en ella se produce la elevación de la cuenca y la consecuente formación de la Sierra de Bahoruco. A la luz de las dataciones y el análisis de cuenca efectuado para esta Sierra (Pérez-Valera y Abad, 2010) es probable que exista una diacronía no cuantificable entre el levantamiento de la Cordillera Central y el avance del cinturón de pliegues y cabalgamientos del Cinturón de Peralta con la formación definitiva de las sierras de Bahoruco. De hecho, en el SO de la Española la deformación principal tiene lugar

durante el Plioceno Inferior-Medio, con el cabalgamiento de las sierra de Neiba, Martín García y Bahoruco sobre la cuenca de Enriquillo (Hernáiz-Huerta *et al.*, 2007a y b).

En el Mioceno superior, tras una leve pulsación transgresiva y de profundización registrada por el inicio de la sedimentación de facies de en de la base Unidad Maniel Viejo, la cuenca registra una rápida somerización que finaliza con su exposición subaérea y conduce al desarrollo de sistemas continentales aluviales y lacustres y a la formación de depósitos de bauxita en algún momento del Plioceno. Durante gran parte del Mioceno superior y del Plioceno inferior en el surco flexural desarrollado al pío del cinturón de pliegues y cabalgamientos del Cinturón de Peralta continuaba el depósito de los materiales turbidíticos y deltaicos de la Fm. Trinchera, que comienzan a rellenar la Cuenca de Enriquillo (Figura 6.1). A través de este proceso rápido de levantamiento de la Sierra la sedimentación marina se traslada en el Plioceno a la actual franja costera, donde se depositan las calizas arrecifales y bioclásticas de la Unidad La Cueva, en el sector occidental de la península, cuya evolución y distribución escalonada en la vertiente sur de la sierra registra una elevación continua de sus relieves. Es evidente, por tanto, que esta rápida regresión debe representar el levantamiento definitivo de la Sierra de Bahoruco, Neiba y Martín García y el relleno sintectónico y colmatación de las Cuencas neógenas de Enriquillo y San Juan. Estas últimas reflejan una clara tendencia somerizante y evolucionan bajo un contexto sedimentario litoral y marino somero.

De esta forma, durante el Plioceno, la Cuenca de Enriquillo seguiría sometida a condiciones marinas, configurándose como un estrecho que uniría las bahías de Neiba y Puerto Príncipe, flanqueado por las sierras de Neiba y Bahoruco, que paulatinamente se iba colmatando como consecuencia de la situación de inestabilidad regional y la llegada de aportes desde los relieves colindantes.

Con incidencia desigual según las áreas, a este esquema evolutivo general se sumo otro acontecimiento de envergadura geodinámica: el funcionamiento de los desgarres de dirección E-O, simultáneos con la elevación, y generados como consecuencia de la propia convergencia oblicua entre las placas Norteamericana y Caribeña. La actividad de estos sistemas de desgarres, entre los que destaca la Zona de Falla de Enriquillo, ha condicionado principalmente la actividad de los márgenes que limitan la cuenca que lleva este mismo nombre, aunque su influencia es algo menos evidente en la Sierra de Bahoruco

5.4. La Sierra de Bahoruco del Pleistoceno al Holoceno

La elevación de la Sierra de Bahoruco continúa durante todo el Pleistoceno hasta prácticamente la actualidad como consecuencia del avance de la Cordillera Central. Este levantamiento prolongado de la isla durante el Cuaternario, junto episodios de oscilación rápida del nivel del mar, generaron numerosas terrazas marinas, con amplia continuidad regional, que cubren la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco y su prolongación hacia la costa actual o plataforma de Oviedo-Cabo Rojo (Abad *et al.*, 2008, 2009), fuera del alcance de los límites de la Hoja de Enriquillo. De forma simultánea a dicho levantamiento, el área experimentó un plegamiento y la formación o reactivación de diversas fallas. Los pliegues mencionados produjeron suaves flexuras en las superficies de erosión marina escalonadas, que pueden estar fosilizadas por sistemas arrecifales franjeantes y playas carbonatas oolíticas con tendencias progradantes, al menos durante el Pleistoceno Medio y Superior.

En posiciones más internas de la Sierra, los mismos máximos marinos actuaron como nivel de base para el modelado fluvial, con él que se crearon sucesivas superficies de erosión, de las cuales las más altas muestran continuidad lateral con las terrazas marinas equivalentes y que llegan a desarrollar importantes perfiles de alteración (rubefacciones y argilizaciones) y depósitos de bauxita. Por encima de las mencionadas superficies se produjeron otros aplanamientos peor conservados y de origen incierto, pero que reflejan ya la interacción de las oscilaciones eustáticas con el ascenso y emersión de la sierra de Bahoruco, probablemente ya en el Plioceno. De forma simultánea a todo lo anterior, a lo largo del Cuaternario el modelado kárstico ha creado numerosas dolinas de disolución, excepcionalmente de colapso, y diversas áreas subsidentes con arcillas de descalcificación.

Salvo por las terrazas y depósitos asociados de la cuenca del Río Nizaito y Pedernales, la red fluvial posee una pobre representación durante la evolución cuaternaria de la región. A excepción de algunos sistemas aluviales y deslizamientos de importancia, durante el Holoceno las formaciones superficiales mejor representadas son los sistemas litorales, conformados por manglares, cordones arenosos, lagunas costeras, playas carbonatadas y sistemas arrecifales, que afloran extensamente a lo largo de toda la orla costera de la Península de Bahoruco. Su principal desarrollo tuvo lugar después de la estabilización del nivel tras la última pulsación transgresiva Holocena, bien registrada mediante una plataforma de abrasión marina elaborada sobre los depósitos marinos y costeros pleistocenos en casi toda la costa.

Simultáneamente, en la Cuenca de Enriquillo sobrevino la llegada del Río Yaque del Sur y la rápida instalación de un importante aparato deltaico, favorecida por la activación de la falla de Enriquillo. Este evento, que supone la desaparición de los sistemas arrecifales que orlaban la cuenca, produce su cierre y desconexión con el Mar Caribe, obteniendo la depresión la configuración del actual lago Enriquillo.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. Hidrogeología

6.1.1. Hidrología y climatología

Los parámetros climáticos e hidrológicos se han obtenido de las estaciones pluviométricas situadas en la Hoja de Pedernales (Estación 5201 y 5203). La distribución mensual de las precipitaciones entre los años 1967 y 2000 presentan un régimen bimodal, con un pico máximo en mayo-junio y otro en septiembre-octubre. Los meses más secos son diciembre, enero y febrero. Las estaciones de Pedernales registran precipitaciones medias de 724 mm/año, con 467,7 mm/año de media durante años secos y 1022,2 m/año durante años húmedos. La lluvia útil en los años secos es casi inexistente, mientras que en años normales la evapotranspiración real coincide prácticamente con la precipitación, de manera que la lluvia útil es también casi nula.

No existen series temporales de datos de temperatura en la Hoja y se ha tomado como referencia las medias efectuadas en el pueblo de Juancho, dentro de la Hoja de Arroyo Dulce, al este de Pedernales aunque, al menos, también se localiza en la costa del Mar Caribe. La temperatura media anual para el intervalo de tiempo comprendido entre 1967 y 1996 es de 26,5 °C, la mayor registrada en la Península de Bahoruco. Aunque existen pocas variaciones a lo largo del año, es abril el mes más frío y octubre y noviembre los meses más cálidos. Por otro lado, la evapotranspiración media anual es de 1442.8 mm.

Desde un punto de vista hidrológico, en este sector de la península de Bahoruco no existen ríos de importancia, salvo el Río Pedernales, con el Río Mulito y el Arroyo Cuesta Blanca como afluentes, y los cursos fluviales consisten en cañadas que presentan un evidente y marcado carácter torrencial, siendo estas activas principalmente en momentos de llegadas de huracanes y tormentas tropicales. A destacar, por sus dimensiones y la importancia de los depósitos que rellenan su cauce, la cañada de Sitio Nuevo, que evidencia la existencia de avenidas y arroyadas en mantos esporádicas formando un importante abanico aluvial, ahora encajado, en su desembocadura.

Existe una única estación de aforo en toda la región, situada en el Río Pedernales (Paso Sena), que arroja un valor medio de 1.73 m³/s de caudal, mientras que el inventario de puntos de agua se han enumerado hasta 13 pozos distribuidos por la hoja para agricultura y abastecimiento (Eptisa, 2004).

6.1.2. Hidrogeología

Los materiales de la Hoja de Pedernales se incluyen dentro de las Unidades o Zonas Hidrogeológicas Sierra de Bahoruco y Península Sur de Barahona, que se emplazan en el suroeste del país y constituyen las unidades más meridionales del país, que se extienden por toda la Península de Barahona, cubriendo una superficie total de 4100 km², de los cuales el 80% (3278 km²) corresponden a la Sierra de Bahoruco y los 829 km² restantes a la Península Sur de Barahona. Se han estudiado de forma conjunta ambas unidades hidrogeológicas debido a que, desde el punto de vista hidrogeológico, su funcionamiento está íntimamente relacionado, sobre todo en su sector meridional y presentan límites abiertos.

En este conjunto, con materiales de diversa naturaleza, habría que destacar una importante superficie aflorante de materiales carbonatados (2563 km²), que conforman un amplio anticlinorio y un extenso acuífero carbonatado con permeabilidad por fracturación, en el que se ha desarrollado un proceso de karstificación avanzado, sobre todo en sus subunidades más meridionales. Dentro de los citados acuíferos carbonatados se identifican importantes procesos de karstificación, tanto del tipo abiertos como cerrados, sobre todo en las vertientes suroriental y meridional de la unidad, entre los que cabría destacar los numerosos campos y alineamientos de dolinas al oeste de la Llanura de Oviedo-Pedernales y la propia Laguna de Oviedo que es muy posible que constituya una gran depresión kárstica, actualmente invadida por las aguas marinas.

En concreto, en la Hoja de Pedernales se define una gran subunidad de funcionamiento hidrogeológico denominada Subunidad Meridional de Bahoruco y Península de Barahona, que en la práctica ocupa dos terceras parte de la extensión de esta península. Presenta una superficie aproximada de 1834 km² de materiales permeables, mientras que sólo 111 km² son poco permeables. A pesar de no existir cauce de aguas permanentes, sí es patente en toda la región (a partir de pozos, dolinas y cuevas inundadas) la circulación de un importante caudal de aguas subterráneas procedentes de las precipitaciones que tiene lugar en la Sierra, al norte.

Hacia el sureste la subunidad presenta un límite abierto con la costa, por lo que el acuífero experimenta intrusión marina que llega a penetrar varias decenas de kilómetros hacia el interior del continente, provocando problemas de salinización de las aguas subterráneas. Cuando este nivel freático intercepta la topografía, da lugar a pequeños manantiales o norias.

Los materiales de mayor permeabilidad dentro de la Hoja de Pedernales son los formados por las calizas terciarias de la Und Aceitillar y Pedernales, intensamente karstificadas y fracturadas. Dentro de estas unidades terciarias, sólo las margas y calizas margosas de la Fm Neiba y las formaciones algo margosas de la ud. de Pedernales (mb Sitio Nuevo) presentan una permeabilidad algo inferior, cuantificada como media debido a la fracturación y permeabilidad intergranular.

Por otro lado, a los sedimentos cuaternarios costeros correspondientes a playas poseen una permeabilidad alta por fracturación y karstificación. Por último, la superficie que ocupan las formaciones superficiales cuaternarias continentales, principalmente conglomerados, arenas y limos se han considerado de permeabilidad media-alta por porosidad intergranular.

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLOGICA	UNIDADES CARTOGRAFICAS AGRUPADAS	LITOLOGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
CUATERNARIO	Bauxita	16	Bauxitas y arcillas de descalcificación	Baja. Materiales impermeables.	Sin acuíferos. Lagunas.
	Abanicos aluviales y glaciares sin encostramientos	17 y 18	Gravas, arenas y lutitas	Media-Alta por porosidad intergranular	Acuíferos libres
	Paleoplayas	13, 14 y 15	Calizas bioclásticas y oncolíticas	Alta por karstificación y fracturación	Acuíferos libres. Posible intrusión marina
PALEÓGENO NEÓGENO	Uds. de Barahona, Loma de Peblique, Las Mercedes, Loma del Guano	6, 9, 10 y 11	Calizas masivas y tableadas.	Alta por karstificación y fracturación	Acuíferos libres
	Unidad de Sitio Nuevo, Fm. Neiba (mb. Sup.)	7 y 8	Calizas margosas, margas y calcarenitas	Media por porosidad y fracturación	Sin acuíferos o confinados en calcaren.
	Calizas de Aceitillar, Fm. Neiba (mb. Inf.)	1 y 4	Calizas masivas y margosas. Micríticas con sílex	Alta por karstificación y fracturación	Acuíferos libres

Tabla 6.1. Cuadro resumen de las principales unidades o agrupaciones hidrogeológicas presentes en la Hoja de Pedernales.

6.2. Recursos minerales

En la Hoja de Pedernales, tres son los recursos a señalar. Históricamente hay que destacar la explotación de bauxita en la mina de Las Mercedes que con algunos periodos de interrupción y con el ritmo de producción sufriendo los avatares que marcaba el mercado, se mantuvo operando desde el año 1954 hasta el 1984, operada

por la compañía ALCOA. Con posterioridad, y ya con otra titularidad, compañía Ideal Dominicana, continuaron las operaciones de forma intermitente hasta el año 1991, siendo a partir de esa fecha, muy esporádicos los cargamentos que han salido del otrora activo puerto de Cabo Rojo.

La caliza, omnipresente en la Hoja, no tiene ninguna de sus canteras activas de forma continua. Se trata de pequeñas labores a borde de carreteras o caminos que de forma intermitente se ponen en actividad para extraer los préstamos necesarios para reparaciones locales.

Citar la presencia de un indicio de hidrocarburos que, pese a su pequeña dimensión, abre las posibilidades de esta zona, al unirse al presente en la vecina Hoja de Cabo Rojo y a las emanaciones sulfuradas de algunos manantiales en la Hoja de Oviedo.

6.2.1. Descripción de las Sustancias

La bauxita se explotó en dos lugares localizados en los parajes de Las Mercedes y Aceitillar, separados 14 kms, ligados a los depósitos carbonatados que, con los mismos nombres, han sido descritos en esta Memoria.

La mena del aluminio la constituyen la Gibbsita y el Diásporo. La explotación desarrollada durante más de 30 años ha dejado un paisaje característico de cerros calizos rodeados de huecos en los que se encontraba la bauxita. Hoy día, a pesar de las labores de remediación ambiental son muy visibles los efectos de la minería en el entorno.

Para el lector interesado en los pormenores de la formación de estos depósitos y en su explotación, se le remite al Mapa de Recurso de Pedernales, donde obtendrá mayor información sobre ello.

Las calizas tableadas margosas sobre las que se asientan las canteras, pertenecen a la Formación Neiba Superior. Todas ellas son de pequeño tamaño y de actividad intermitente.

La presencia de hidrocarburos, sin análisis para identificar sus características, ha sido denotada en un solo punto. Se trata de una cueva de 3 metros de longitud por 2 de profundidad y 1.5m de altura en la que es visible una emanación que tinte la roca con una capa de betún de varios centímetros de espesor. Pese a lo limitado del

aflorescimiento, se abre una ventana a la esperanza para este tipo de sustancia, desconocida hasta el momento en la Hoja.

6.2.2. Potencial minero

Las investigaciones llevadas a cabo indican que en el yacimiento de bauxita de Las Mercedes, quedan 20 Millones de toneladas por extraer (fuente: Falconbridge Dominicana). Si eso fuese así y la calidad de la bauxita fuera la exigida por las plantas de tratamiento, no hay duda de que estaríamos ante un recurso importante a tener en cuenta. Sin embargo las limitaciones medioambientales derivadas de la presencia del Parque Nacional Jaragua y la baja ley, combinada con el alto porcentaje de Si, de los últimos cargamentos que se enviaron al exterior, no auguran la puesta en marcha de las actividades extractivas en un futuro próximo.

Las calizas, de potencial enorme por su cantidad y calidad, se encuentran sin mercado por su lejanía a los núcleos de población importantes y por la oferta que se puede encontrar en otras zonas del país con mejores accesos y proximidad a los centros de consumo.

La posible potencialidad de la zona para albergar yacimientos de hidrocarburos, está por estudiar y definir.

7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

7.1. Introducción

La protección de diversas zonas del territorio tiene como finalidad asegurar la continuidad natural de los ecosistemas, preservándolos de actividades antrópicas destructivas y evitar el uso abusivo de sus recursos. Dentro de los recursos no renovables de un país, la geodiversidad ocupa un lugar relevante, pues proporciona un conocimiento fundamental para conocer la historia de la Tierra y la vida que en ella se desarrolla. Al mismo tiempo, su estudio e interpretación pone 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, la geodiversidad, 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 y paleobiológicos 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.

7.2. Relación de los L.I.G.

La Hoja de Pedernales no se caracteriza especialmente por la calidad de sus afloramientos, a excepción de los localizados en la carretera de Cabo Rojo al Parque Natural de la Sierra de Bahoruco, lo que dificulta en gran medida la selección de puntos L.I.G. donde realizar observaciones geológicas de calidad en depósitos sedimentarios. Por otro lado, esta hoja presenta un evidente interés geológico en lo que se refiere a la evolución estratigráfica y paisajística de la Sierra de Bahoruco, así como todo lo relacionado con los procesos de alteración y karstificación de las unidades calcáreas.

7.3. Descripción de los Lugares

Se describen dos LIG en la Hoja de Pedernales. El LIG n°1 corresponde a un itinerario que se realiza por la carretera de Cabo Rojo al Parque de la Sierra de Bahoruco, donde se observa toda la sucesión estratigráfica existente en este sector de la Sierra y Península de Bahoruco, con acceso muy bueno y observaciones interesantes. El 2° LIG es un afloramiento particular del itinerario, que corresponde a las minas de bauxita de Las Mercedes.

7.3.1. L.I.G. N° 1. Itinerario Cabo Rojo-Parque Nacional de Bahoruco

A este itinerario se accede tomando la carretera que va desde Cabo Rojo y sube a la caseta del Parque Nacional de la Sierra de Bahoruco, la cual se toma a unos 11 kms de llegar a Pedernales por la carretera nacional desde Barahona.

La primera parada se realiza justo al entrar a la Hoja de Pedernales, en la Loma de Peblique, donde hay una buena exposición del miembro más alto de la Ud Pedernales. A partir de ahí se va subiendo de cota y llegando progresivamente a las unidades más inferiores que componen la estratigrafía de este sector. Antes de llegar a Las Mercedes se pueden observar las características estratigráficas del mb Sitio Nuevo, muy característico debido a la alternancia de niveles cm alabeados con paquetes más potentes que contienen fauna somera resedimentada. La siguiente parada corresponde al mb de calizas rosadas de Las Mercedes. Siguiendo la carretera, hacia arriba, se pasa por diversos cortes realizados en la trinchera de las Ud de Aguas Negras y de Aceitillar (en sus diferentes miembros), hasta llegar a las siguientes explotaciones de bauxita situadas sobre las calizas de la unidad de Aceitillar.

Una vez visitadas las explotaciones de bauxitas, se puede continuar entrando en el Parque Nacional de Bahoruco, con autorización, por una pista que nos lleva a lo alto de la Sierra y baja por la zona de Puerto Escondido, aunque se recomienda en este punto, bajar hasta el mirador del Hoyo del Pelempito, un lugar con unas espectaculares vistas de la gran depresión tectónica-kárstica muy conocida en la República Dominicana.

Debido a la amplitud de este recorrido y a la importancia que tiene desde el punto de vista turístico, se puede considerar este L.I.G. como de importancia nacional, y puede constituir uno de los valores a desarrollar en los planes de dinamización turística de la región, aprovechando que se enmarca en el Parque Nacional de Bahoruco.

7.3.2. L.I.G. N° 2. Minas de bauxita de Las Mercedes.

Se ha preferido sacar este LIG aparte del itinerario propuesto como LIG n°1 porque de por sí presenta suficiente entidad para considerarlo aparte.

Se puede acceder por la mencionada carretera de Cabo Rojo al Parque de Bahoruco, donde al llegar a la planicie formada por el suave sinclinal de Las Mercedes, se encuentran las explotaciones de bauxita desarrolladas sobre el mb Las Mercedes de la Ud de Pedernales. También se puede acceder desde Pedernales, por la carretera que lleva a la población de Las Mercedes. En este punto existe un alto valor paisajístico y geológico que conviene preservar. La importante karstificación de esta unidad ha generado volúmenes importantes de bauxita que rellenan las depresiones kársticas producto de la disolución de la caliza. En este sentido, la estructura en forma de un suave sinclinal ha provocado que se intensifique la karstificación, al no desarrollarse una red de drenaje y ser muy suaves las pendientes, ambas características favorecen la acumulación de los productos de disolución.

El interés económico de estas explotaciones hace que este L.I.G. pueda considerarse de ámbito nacional, puesto que constituye uno de los lugares más singulares del suroeste de la República Dominicana.

8. BIBLIOGRAFÍA

ABAD, M. (2010). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5869-I (Cabo Rojo) y Memoria correspondiente. Proyecto SYSMIN II de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

ABAD, M., MORENO, F., PÉREZ-VALERA, F., RODRÍGUEZ VIDAL, J., MEDIATO, J., JOUBERT, M., CÁCERES, L.M., RUIZ, F. (2009). Análisis geomorfológico y sedimentario de terrazas marinas pleistocenas en la vertiente meridional de la Sierra de Bahoruco (SO República Dominicana). VII Reunión del Cuaternario Ibérico. Faro (Portugal).

ABAD, M., PÉREZ-VALERA, F., RODRÍGUEZ VIDAL, J., HERNAIZ, P. P., PÉREZ-ESTAÚN, A., RUIZ, F., CÁCERES, L. M. (2008b). Análisis morfosedimentario de niveles escalonados marinos plio-cuaternarios: un caso de estudio en las costas norte y suroeste de la República Dominicana. 18 Conferencia Geológica del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana.

ACUATER (2000). Mapa Hidrogeológico Nacional. Planicie Costera Oriental, mapa N° 9/1/3 Escala 1:50 000. Programa SYSMIN, Proyecto J. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

ARICK, M.B. (1941). Annual report of Geological Department, New York, 34 p

BERMÚDEZ, P. J. (1949). Tertiary smaller foraminífera of the Dominican Republic
Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, 1949. Special Publication, 25.

BILICH, A., FROHLICH, C., AND MANN, P. (2001), Global seismicity characteristics of subduction-to-strike-slip transitions: *Journal of Geophysical Research* 106, 443-452.

BLESCH, R.R. (1966). Mapa geológico preliminar. In: Mapas. Volumen 2, Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana. Unión Panamericana, Escala 1.250 000.

BOISSEAU, M., 1987. Le flanc nord-est de la Cordillere Centrale Dominicaine (La Española, Grandes Antilles); These de doctorat. Université Marie et Pierre Curie, Paris, 215 p.

BOURGOIS, J., BLONDEAU, A., FEINBERG, H., GLANÇON, G., VILA, J.M. (1983). The northern Caribbean plate boundary in Hispaniola: tectonics and stratigraphy of the Dominican Cordillera Septentrional (Greater Antilles). *Bull. Soc. Géol. France* 7, XXV, 83-89.

- BOWIN, C. (1960).** Geology of Central Dominican Republic. PhD Thesis, Princeton University, Princeton, New Jersey, 211 p.
- BOWIN, C. (1966).** Geology of the central Dominican Republic. A case history of part of an island arc. In Hess H.H. ed., Caribbean geological investigations. Geological Society of America Memoir 98, p. 11-98
- BOWIN C. (1975):** The geology of Hispaniola, En: The ocean basins and margins; Volume 3, The Gulf of Mexico and the Caribbean, (NAIM A. y STEHLI F., Eds.), New York, Plenum Press, 501-552..
- BREUNER, T.A. 1985.** The Geology of the eastern Sierra de Neiba. MSc Thesis. The George Washington University. 120 p.
- BURKE K., FOX P.J.Y, SENGOR A.M.C. (1978).** Buoyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. Journal of Geophysical Research 83, 3949-3945.
- BURKE, K. (1988).** Tectonic evolution of the Caribbean. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 16, 201-230.
- CALAIS E., PERROT J., MERCIER de LEPINAY B. (1998).** Strike-slip tectonics and seismicity along the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Hispaniola. In Dolan J.F. and Mann P., eds., Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone, Geological Society of America Special Paper 326, 125-142.
- CALAIS, E., MERCIER DE LÉPINAY, B. (1995).** Strike-slip tectonic processes in the northern Caribbean between Cuba and Hispaniola (Windward Pasaje). Marine Geophysics Research 17, 63-95.
- CALAIS, E., BETHOUX, N., MERCIER DE LEPINAY, B. (1992a).** From transcurrent faulting to frontal subduction: A seismotectonic study of the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Puerto Rico, Tectonics, 11, 114-123
- CALAIS, E., MAZABRAUD, Y, MERCIER DE LÉPINAY, B., MANN, P., MATTIOLI, G. JANSMA, P. (2002).** Strain partitioning and fault slip rates in the northeastern Caribbean from GPS measurements. Geophysical Research Letters 106(6), 1-8.
- COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE (CGG) (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.

CONTRERAS, F. (2004). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5974-II (Monción) y Memoria correspondiente. Proyecto “K” de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

COOPER, C., 1983. Geology of the Fondo Negro region, Dominican Republic. MSc Thesis, State University of New York, Albany, 145 p

DE LEÓN, R. O. (1983). Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos de la Región Suroeste. Santo Domingo, R. D. Museo Nacional de Historia Natural. Publicaciones Especiales, 4.

DE LEÓN, R.O. (1989). Geología de la Sierra de Bahoruco (República Dominicana). Museo Nacional de Historia Natural. Santo Domingo, 112 p.

DE METS, C., JANSMA, P.E., MATTIOLI, G.S., DIXON, T.H., FARINA, F., BILHAM, R., CALAIS, E. & MANN, P. (2000). GPS geodetic constraints on Caribbean-North America plate motion, *Geophys. Res. Lett.*, 27, 437–440.

De ZOETEN R., MANN P. (1991): Structural geology and Cenozoic tectonic history of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G. y Lewis J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper, 262, 265-279.

De ZOETEN R., MANN P. (1999): Cenozoic El Mamey Group of Northern Hispaniola: a sedimentary record of subduction, collisional and strike-slip events within the North America – Caribbean Plate boundary zone. *Caribbean Basins. Sedimentary basins of the world* edited (Mann, P. Ed., Series editor Hsü, K.J.), 247-286.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2000a). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-III (Padre Las Casas) y Memoria correspondiente. Proyecto “C” de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2000b). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-II (Azua) y Memoria correspondiente. Proyecto “C” de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, J. A. SOLÉ PONT, F. J. (2002). Precisiones estratigráficas sobre el Neógeno de la cuenca de Azua (República Dominicana) - Stratigraphic precisions about the Neogene of the Azua basin (Dominican Republic). Acta Geologica Hispanica 37, 163-181.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2004a). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5970-I (Barahona) y Memoria correspondiente. Proyecto "L" (Zona SO) de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2004b). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5971-I (Villapando) y Memoria correspondiente. Proyecto "L" (Zona SO) de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

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.

DIXON, T., FARINA, F., De METS, C., JANSMA, P., CALAIS, E. (1998). Relative motion between the Caribbean and North American plates and related boundary zone deformation based on a decade of GPS measurements. J. Geophys. Res. 103 (15), 157-15,182.

DOHM, C. F. (1942). Geologic report of Cerros de Sal, Enriquillo Valley. Santo Domingo, R. D., Report 1.

DOLAN, J.F. (1988). Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; three studies in active-margin sedimentology. Ph.D. Thesis, University of California, Santa Cruz, 235 p.

DOLAN J., MANN P., de ZOETEN R., HEUBECK C., SHIROMA J., MONECHI S. (1991). Sedimentologic, stratigraphic and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Hispaniola and Puerto Rico. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G. and Lewis J.F., Eds.). Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262, p. 217-263.

DOLAN J.F., MULLINS H.T., WALD D.J. (1998). Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collision, strain partitioning and opposing subducted slabs. In Dolan J.F. and Mann P., eds., Active strike-slip and collisional tectonics of

the Northern Caribbean plate boundary zone, Geological Society of America Special Paper 326, p. 1-62.

DOLAN, J. F., MANN, P. (1998). Preface; Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone. Special Paper-Geological Society of America 326, 5-16

DOLAN J.F., WALD D.J., (1998). The 1943-1953 north-central Caribbean earthquakes: Active tectonic setting, seismic hazards, and implications for Caribbean-North America plate motions. In: Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone (Dolan J.F., Mann P., Eds.). Geological Society of America Special Paper 326, 143-170.

DONNELLY T.W. (1973). Late Cretaceous basalts from the Caribbean, a possible flood basalt province of vast size. EOS Transactions American Geophysical Union. 54, 1004.

DONNELLY T.W. (1989). Geologic history of the Caribbean and Central America. In: An Overview. The geology of North America (A.W. Bally, A.R. Palmer, Eds.). Geological Society of America, Boulder, Colorado, Vol. A, 299-321.

DONNELLY T.W., (1994). The Caribbean sea floor. In S.K. Donovan, T.A. Jackson (eds.). Caribbean Geology: An Introduction. U.W.I. Publ Assoc, Kingston, p. 41-64.

DONNELLY T.W., BEETS D., CARR M., JACKSON T., KLAVER G., LEWIS J., MAURY R., SCHELLEKENS H., SMITH A., WADGE G., WESTERN CAMP D. (1990). History and tectonic setting of the Caribbean magmatism. En: The Caribbean Region, The Geology of North America (Dengo, G., Case, J. Eds). Geol. Soc. America. Boulder, Vol. H, 339-374.

DRAPER G., LEWIS J.F. (1991). Metamorphic belts in central Hispaniola. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 29-45.

DRAPER G., NAGLE F. (1991). Geology, structure, and tectonic development of the Río San Juan Complex, northern Dominican Republic. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 77-95.

- DRAPER G., GUTIERREZ G., LEWIS J.F. (1996).** Thrust emplacement of the Hispaniola peridotite belt: Orogenic expresion of the Mid Cretaceous Caribbean arc polarity reversal. *Geology*, v.24 (12): p. 1143-1146.
- DRAPER, G., GUTIERREZ-ALONSO, G. (1997).** La estructura del Cinturón de Maimón en la isla de Hispaniola y sus implicaciones geodinámicas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 10, 281-299
- DRAPER, G., MANN, P., LEWIS, J. F. (1994).** Hispaniola. En: *Caribbean Geology: An introduction*. (Donovan, S.K., Jackson, T.A. Eds.), Kingston, Jamaica, University of the West Indies Publishers Association, 129-150.
- DUNCAN, R.A., HARGRAVES, R. B. (1984).** Plate tectonic evolution of the Caribbean in the mantle reference frame. En W.E. Bonini, R.B. Hargraves, and R. Shagam, eds., *The Caribbean-South American plate boundary and regional tectonics: GSA Memoir 162*, 81-94.
- EPTISA (2004).** Informe de la unidad hidrogeológica de la Sierra de Bahoruco y Península Sur de Barahona. Programa SYSMIN, 193 pp.
- ESCUDER VIRUETE J., CONTRERAS F., JOUBERT M., URIEN P., STEIN G., WEIS D. y PEREZ-ESTAUN A. (2007a).** Tectonica y geoquímica de la formación Amina: registro del arco isla Caribeno primitivo en la Cordillera Central, Republica Dominicana. *Boletín Geológico y Minero* 118 (2), 221-242.
- ESCUDER VIRUETE J., CONTRERAS F., JOUBERT M., URIEN P., STEIN G., LOPERA E., WEIS D., ULLRICH T. y PEREZ-ESTAUN A. (2007b).** La secuencia magmática del Jurásico Superior-Cretácico Superior de la Cordillera Central, Republica Dominicana. *Boletín Geológico y Minero* 118(2) 243-268.
- ESCUDER VIRUETE J., DIAZ DE NEIRA A., HERNAIZ HUERTA P.P., MONTHEL J., GARCIA-SENZ J., JOUBERT M., LOPERA E., ULLRICH T., FRIEDMAN R., MORTENSEN J., PEREZ-ESTAUN A. (2006).** Magmatic relationships and ages of Caribbean Island arc tholeiites, boninites and related felsic Rocks, Dominican Republic. *Lithos* 90, 161-186.
- ESCUDER VIRUETE, J., CONTRERAS, F., STEIN, G., URIEN, P., JOUBERT, M., BERNARDEZ, E., HERNAIZ HUERTA, P.P., LEWIS, J., LOPERA, E. Y PÉREZ-ESTAÚN, A., (2004).** La secuencia magmática Jurásico Superior-Cretácico Superior en la Cordillera Central, República Dominicana: sección cortical de un arco-isla intraoceánico. *Geo-Temas* 6(1), 41-44.

- ESCUDE VIRUETE, J., FRIEDMAN, R. PÉREZ-ESTAÚN, A., JOUBERT, M., WEIS, D. (2009).** U-Pb constraints on the timing of igneous and metamorphic events in the Rio San Juan complex, northern Hispaniola. VII Congreso Cubano de Geología. Workshop IGCP-544.
- ESCUDE VIRUETE, J., JOUBERT, M., URIEN, P., FRIEDMAN, R., WEIS, D., ULLRICH, T., PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008).** Caribbean island-arc rifting and back-arc basin development in the Late Cretaceous: geochemical, isotopic and geochronological evidence from Central Hispaniola. *Lithos* 104, 378-404.
- ESCUDE VIRUETE, J., PEREZ-ESTAUN, A. (2006).** Subduction related P-T path for eclogites and garnet glaucophanites from the Samana Peninsula basement complex, northern Hispaniola. *International Journal of Earth Sciences* 95, 995-1017.
- GARCIA-SENZ J., MONTHEL J., DIAZ de NEIRA A., HERNAIZ HUERTA P.P., CALVO J.P., ESCUDE VIRUETE J. (2007).** Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. *Boletín Geológico y Minero* 18(2), 269-292.
- GÓMEZ SÁINZ, A. (2000).** Mapa Geológico de la República Dominicana E. 1:50.000, Constanza (6072). Dirección General de Minería, Santo Domingo, 230 pp.
- GONÇALVES PH, GUILLOT S, LARDEAUX JM, NICOLLET C, MERCIER DE LÉPINAY B. (2000).** Thrusting and sinistral wrenching in a pre-Eocene HP-LT Caribbean accretionary wedge (Samana´ Peninsula, Dominican Republic). *Geodinamica Acta* 13, 119-132.
- HEDBERG, H. D. (Ed) (1980):** Guía Estratigráfica Internacional. Reverte, Barcelona, 205 pp
- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2000a).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6172-III (Arroyo Caña) y Memoria correspondiente. Proyecto "C" de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2000b).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-I (San José de Ocoa) y Memoria correspondiente. Proyecto "C" de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2004a).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5971-IV (Galván) y Memoria correspondiente. Proyecto "L" (Zona SO) de Cartografía

Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN.
Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo

HERNAIZ HUERTA, P.P. (2004b). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5871-I (La Descubierta) y Memoria correspondiente. Proyecto "L" (Zona SO) de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

HERNAIZ HUERTA, P.P. (2007). La estructura del Sector Meridional de la República Dominicana. Una aproximación a su evolución geodinámica durante el Cenozoico. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad Complutense de Madrid. 287 pp.

HERNAIZ HUERTA, P.P., DÍAZ DE NEIRA, J.A, GARCÍA SENZ, J., DESCHAMPS, I., LOPERA, E., ESCUDER VIRUETE, J., ARDÉVOL ORÓ, LL., GRANADOS L., CALVO J.P. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (2007a). La estratigrafía de la Sierra de Neiba, República Dominicana. En: Pérez-Estaún, A., Hernaiz Huerta, P. P., Lopera, E. y Joubert, M. (Eds.), La Geología de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero 118, 313-336.

HERNAIZ HUERTA, P.P., DÍAZ DE NEIRA, J.A, GARCÍA SENZ, J., DESCHAMPS, I., GENNA, A., NICOLE, N., LOPERA, E., ESCUDER VIRUETE, J., ARDÉVOL ORÓ, LL., PÉREZ ESTAÚN, A. (2007b). La estructura de la sierra de Neiba, margen norte de la sierra de Bahoruco, Sierra de Martín García y cuenca de Enriquillo de la República Dominicana: un ejemplo de deformación transpresiva. En: Pérez-Estaún, A., Hernaiz Huerta, P. P., Lopera, E. y Joubert, M. (Eds.), La Geología de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero 118, 337-357.

HERNAIZ HUERTA, P.P., PÉREZ-ESTAÚN, A. (2002). Estructura del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta, República Dominicana. En: Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana (Pérez-Estaún, A., Tavares, I., García Cortes, A. y Hernaiz Huerta, P.P., Eds.). Acta Geológica Hispánica 37, 183-205.

HEUBECK C. (1988). Geology of the southeastern termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. M.A. Thesis. University of Texas, Austin, 333 pp.

HEUBECK, C., MANN, P. (1991). Structural Geology and Cenozoic Tectonic History of the Southeastern Termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate

- boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. Eds.). Geological Society of America Special Paper 262, 315-336.
- HILL, R. I. (1993).** Mantle plumes and continental tectonics. *Lithos*, 30, 193-206.
- JANSMA, P.E., MATTIOLI, G.S., LOPEZ, A., DEMETS, C., DIXON, T.H., MANN, P. & CALAIS, E. (2000).** Neotectonics of Puerto Rico and the Virgin Islands, northeastern Caribbean from GPS geodesy. *Tectonics* 19, 1021-1037.
- JOUBERT, M., URIEN, P., ARDEVOL, LL., BOURDILLON, CH., BONNEMAISON, M., ESCUDER VIRUETE, J., LE GOFF, E., LEROUGE, C., ESCUER, J., LOPERA, E., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T., FRIEDMAN R. (2004).** Mapa Geológico de la República Dominicana a E. 1:50.000, Lamedero (5973-I). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 192 pp.
- JOYCE, J. (1991).** Blueschist metamorphism and deformation on the Samana Peninsula; a record of subduction and collision in the Greater Antilles. En: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 47-76.
- KERR A.C., ANDREW C., TARNEY J. (1996).** The Caribbean-Colombian Cretaceous Igneous Province: The Internal Anatomy of an Oceanic Plateau. En: *AUG Monography on Large Igneous Provinces*, (MAHONY J.J., COFIN M. Eds.).
- KERR, A.C., TARNEY, J., MARRINER, G.F., NIVIA, A., SAUNDERS, A.D. (1997).** The Caribbean-Colombian Cretaceous igneous province: The internal anatomy of an oceanic plateau. In: Mahoney, J., Coffin, M.F. (Eds), *Large Igneous Provinces*. AGU Washington DC. pp. 123-144.
- KERR, A.C., TARNEY, J., KEMPTON, P.D., SPADEA, P., NIVIA, A., MARRINER, G.F., DUNCAN, R.A. (2002).** Pervasive mantle plume head heterogeneity. evidence from the late Cretaceous Caribbean-Colombian oceanic plateau. *Journal of Geophysical Research* 107, 1029-2001.
- KESLER S.E., SUTTER J.F., JONES L.M., WALKER R.L. (1977).** Early Cretaceous basement rocks in Hispaniola. *Geology* 5, 245-247.
- KESLER, S.E., CAMPBELL, I.H., ALLEN, CH.M. (2005).** Age of the Los Ranchos Formation, Dominican Republic: timing and tectonic setting of primitive island arc volcanism in the Caribbean region. *Geological Society of America Bulletin* 117, 987-995.

KESLER, S.E., RUSSELL, N., AND MCCURDY, K. (2003). Trace-element content of the Pueblo Viejo precious-metal deposits and their relation to other high-sulfidation epithermal systems: *Mineralium Deposita* 38, 668-682.

KESLER, S.E., RUSSELL, N., REYES, C., SANTOS, L., RODRIGUEZ, A., AND FONDEUR, L. (1990b). Geology of the Maimon Formation, Dominican Republic, in Mann, P., *et al.*, eds., Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper 262, 173-185.

KLAVER, G. T. (1987). The Curaçao lava formation: an ophiolitic analogue of the anomalous thick layer 2B of the mid-Cretaceous oceanic plateaus in the western Pacific and central Caribbean. Ph.D. Thesis, University of Amsterdam, 187 p.

KREBS, M. (2008). Geothermobarometrie und Geochronologie subduktionsbezogener Hochdruckmetamorphite des Rio San Juan Komplexes (nördliche Dominikanische Republik). Inédita. Tesis Doctoral. Ruhr-Universität Bochum, Bochum.

KREBS, M., MARESCHE, W.V., SCHERTL, H.-P., BAUMANN, A., DRAPER, G., IDLEMAN, B., MÜNKER, C., TRAPP, E. (2007). The dynamics of intra-oceanic subduction zones: A direct comparison between fossil petrological evidence (Rio San Juan Complex, Dominican Republic) and numerical simulation. *Lithos* 103, 106-137.

LAPIERRE, H., BOSCH, D., DUPUIS, V., POLVÉ, M., MAURY, R., HERNANDEZ, J., MONIÉ, P., YEGHICHEYAN, D., JAILLARD, E., TARDY, M., DE LEPINAY, B., MAMBERTI, M., DESMET, A., KELLER, F., SENEBIER, F. (2000). Multiple plume events in the genesis of the peri-Caribbean Cretaceous oceanic plateau province. *Journal of Geophysical Research* 105, 8403-8421.

LAPIERRE, H., DUPUIS, V., DE LEPINAY, B.M., BOSCH, D., MONIE, P., TARDY, M., MAURY, R.C., HERNANDEZ, J., POLVE, M., YEGHICHEYAN, D., COTTEN, J. (1999). Late Jurassic oceanic crust and upper cretaceous Caribbean plateau picritic basalts exposed in the Duarte igneous complex, Hispaniola. *Journal of Geology* 107, 193-207.

LAPIERRE, H., DUPUIS, V., LEPINAY, B.M., TARDY, M., RUIZ, J., MAURY, R.C., HERNÁNDEZ, J., LOUBET, M. (1997). Is the Lower Duarte Complex

(Española) a remnant of the Caribbean plume generated oceanic plateau?
Journal of Geology 105, 111-120.

LEBRÓN M.C., PERFIT M.R. (1994). Petrochemistry and tectonic significance of Cretaceous island-arc rocks, Cordillera Oriental, Dominican Republic. Tectonophysics 229, 69-100.

LEWIS J.F., AMARANTE A., BLOISE G., JIMENEZ G., J.G., DOMINGUEZ H.D. (1991). Lithology and stratigraphy of upper Cretaceous volcanic, and volcanoclastic rocks of Tiroo Group, Dominican Republic, and correlations with the Massif du Nord in Haiti. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G. Lewis J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 143-163.

LEWIS J.F., PERFIT M., HORAN S., DIAZ de VILLAVILLA A. (1995): Geochemistry and petrotectonic significance of early arc bimodal volcanism in the Greater Antillas Arc. Abstracts with Programs, Annual Meeting, Geological Society of America, New Orleans, A-227.

LEWIS, J.F., HAMES, W. E., DRAPER, G., (1999). Late Jurassic Ocean Crust and Upper Cretaceous Caribbean Plateau picritic basalts exposed in the Duarte Complex, Hispaniola: A discussion. Journal of Geology, 107, 505-508.

LEWIS J.F., ASTACIO V.A., ESPAILLAT J., JIMENEZ J. (2000). The occurrence of volcanogenic massive sulfide deposits in the Maimon Formation, Dominican Republic. The Cerro de Maimón, Loma Pesada and Loma Barbito deposits. In: VMS deposits of Latin America (Sherlock, R., Barsch, R., Logan, A., Eds.). Geological Society of Canada Special Publication 223-249.

LEWIS J.F., ESCUDER VIRUETE J., HERNAIZ HUERTA P.P., GUTIERREZ G., DRAPER G., PÉREZ-ESTAÚN A. (2002): Subdivisión geoquímica del Arco Isla Circum-Caribeño, Cordillera Central Dominicana: implicaciones para la formación, acreción y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico. Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica. 37, 2-3, 81-122.

LEWIS, J.F., DRAPER, G. (1990). Geological and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. In: The Geology of North America (Dengo, G., Case, J.E., Eds.), Vol. H, The Caribbean region. Geological Society of America, 77-140.

LEWIS, J.F., DRAPER, G., PROENZA, J., ESPAILLAT, J., JIMÉNEZ, J. (2006). Ophiolite-Related Ultramafic Rocks (Serpentinites) in the Caribbean Region: A

Review of their Occurrence, Composition, Origin, Emplacement and Ni-Laterite Soil Formation. *Geologica Acta* 4, 237-263.

LEWIS, J.F., JIMÉNEZ, J.G. (1991). Duarte Complex in the La Vega-Jarabacoa-Jánico Area, Central Española. Geological and Geochemical Features of the Sea Floor During the Early Stages of Arc Evolution. En: Mann, P., Draper, G. y Lewis J.F. (Ed.), *Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Hispaniola*. Geological Society America Special Paper 262, 115-142.

LLINÁS, R.A. (1972). Geología del área Polo-Duvergé, Cuenca de Enriquillo, República Dominicana. Tesis Doctoral. México City, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 83 p

MANN, P. (1983). Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Ph.D. Thesis. New York University, Albany, 688 p

MANN, P. (1999). Caribbean Sedimentary Basins. Classification and Tectonic Setting from Jurassic to Present. In: *Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World* (Mann, P., Ed.), 3-31.

MANN, P., LAWRENCE, S. R. (1991). Petroleum potential of southern Hispaniola, *J. Petroleum Geol.*, 14, 291-308.

MANN, P., BURKE, K., MATUMOTO, T. (1984). Neotectonics of Hispaniola: Plate motion, sedimentation and seismicity at a restraining bend, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 70, 311-324.

MANN P., DRAPER G., LEWIS J.F. (1991a): Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. *Geological Society of America Special Paper* 262, 325 p.

MANN P., DRAPER G., LEWIS, J.F. (1991b): An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. En: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann P., Draper G. y Lewis J.F., Eds.), *Geological Society of America Special Paper* 262, 1-28.

MANN, P., MCLAUGHLIN, P.P., COOPER, C. (1991c). Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. In: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F., Eds.), *Geological Society of America Special Paper* 262, 367-390.

- MANN P., TAYLOR F.W., EDWARDS R.L., KU T.L. (1995).** Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults. An example from the northeastern Caribbean plate margin. *Tectonophysics* 246, 1-69.
- MANN P., PRENTICE C.S., BURR G., PENA L.R., TAYLOR F.W. (1998).** Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. In: Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone (Dolan J.F. and Mann P., Eds.) Geological Society of America Special Paper 326, 63-124.
- MANN, P., MCLAUGHLIN, P., VAN DEN BOLD, W.A., LAWRENCE, S.R., LAMAR, M.E. (1999).** Tectonic and Eustatic Controls on Neogene Evaporitic and Siliciclastic Deposition in the Enriquillo Basin, Dominican Republic. In: Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World (Mann, P. Ed.) (Series Editor: K.J. Hsü) 4, 3-31
- MANN, P., CALAIS, E., RUEGG, J-C., DEMETS, C., JANSMA, P., MATTIOLI, G. (2002):** Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations. *Tectonics* 21 (6), 1-26.
- MANN, P.; PRENTICE, C.; KING, W.; DEMETS, C.; WIGGINS-GRANDISON, M.; BENFORD, B. (2008).** Late Quaternary Activity and Seismogenic Potential of the Gonave Microplate: Plantain Garden Strike-Slip Fault Zone of Eastern Jamaica. American Geophysical Union, Fall Meeting 2008, abstract #T11B-1869.
- MAUFFRET A., LEROY S. 1997.** Seismic stratigraphy and structure of the Caribbean igneous province. *Tectonophysics* 283, p. 61-104.
- MAURRASSE, F.J. M., G., HUSLER, J., GEORGES, G., SCHMITT, R., DAMOND, P. (1979).** Upraised Caribbean sea-floor below acoustic reflector B” and the Southern Peninsula of Haiti. *Geologie en Mijnbouw* 8, 71-83
- MAURRASSE, F.J.M. (1981).** New data on the stratigraphy of the southern peninsula of Haiti. En : Transactions du 1er colloque sur la géologie d’Haiti (Maurrasse, F.J.M. Ed.), 184-198. Ministère des Mines et des Ressources Énergétiques Port-au-Prince, Port-au-Prince, Haiti.
- MAURRASSE, F.J.M. (1982).** Guide to the field excursions in Haiti. Miami Geological Society, Florida International University, 103 pp.

- MCLAUGHLIN, P.P. (1989).** Neogene basin evolution of the southwestern Dominican Republic: a foraminiferal study. Ph.D. Thesis. Baton Rouge. Louisiana State University, 318 p.
- MERCIER DE LEPINAY, B., (1987).** L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Española (Grandes Antilles). These de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 378 p
- MONTGOMERY, H., PESSAGNO, E.A., LEWIS, J.F., SCHELLEKENS, J. (1994).** Paleogeography of Jurassic fragments in the Caribbean. *Tectonics*, 13, 725-732.
- NICOL, N. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5970-IV (La Salina) y Memoria correspondiente. Proyecto "L" de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- NORCONSULT, 1983.** Dominican Republic. Petroleum Exploration Appraisal. Report for Dirección General de Minería. Santo Domingo, 81 p
- PEREZ VALERA F., ABAD DE LOS SANTOS M. (2010).** Informe estratigráfico y sedimentológico. Programa SYSMIN II, Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- PINDELL, J.L. (1994).** Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. In: *Caribbean Geology: an introduction*. University of the West Indies (Donovan, S.K., Jackson, T.A., Eds.). Publishers Association, University of the West Indies Press, Kingston, Jamaica, 13-39.
- PINDELL J.L., BARRET S.F. (1990).** Geologic of the Caribbean region; A plate-tectonic perspective. En: *The Geology of North America: The Caribbean region* (Dengo, G. y Case, J.E., Eds.), Geological Society of America, Vol. H., Boulder, Colorado, 405-432.
- PINDELL J.L., DRAPER G. (1991).** Stratigraphy and geological history of the Puerto Plata area, northern Dominican Republic. In: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann P., Draper G., Lewis J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 97-114.

- PINDELL, J. L., L. KENNAN, (2006).** Mexico and Gulf of Mexico, Exploration Framework Atlas Volume 4. Tectonic Analysis Ltd., non-exclusive report and GIS database.
- PINDELL, J.L., KENNAN, L. (2009).** Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern and northern South America in the mantle reference frame: an update. In: The geology and evolution of the region between North and South America (James, K., Lorente, M.A., Pindell, J., Eds), Geological Society of London, Special Publication. 1-60.
- PINDELL, J., L. KENNAN, K. P. STANEK, W.V. MARESCH, AND G. DRAPER, (2006).** Foundations of Gulf of Mexico and Caribbean evolution: eight controversies resolved: *Geologica Acta* 4, 303-341.
- PRENTICE, C.S., MANN, P., PEA, L.R., BURR, G. (2002).** Slip rate and earthquake recurrence along the central Septentrional fault, North American-Caribbean plate boundary, Dominican Republic, *J. Geophys. Res.* 108, 234-278.
- PROINTEC (1999).** Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- REGUANT, J., ORTIZ, R. (2001).** Guía Estratigráfica Internacional –versión abreviada-. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 14, 3-4: 271-293.
- SEN, G., HICKEY-VARGAS, D.G., WAGGONER, F., MAURASSE, F. (1988).** Geochemistry of basalts from the Dumisseau Formation. Southern Haiti: Implications for the origin of the Caribbean Sea crust. *Earth Planetary Science Letters* 87, 423-437.
- SINTON, C.W., DUNCAN, R.A., STOREY, M., LEWIS, J., ESTRADA, J.J (1998).** An oceanic flood basalt province within the Caribbean plate. *Earth and Planetary Science Letters* 155, 221– 235.
- STEIN, G., ARDÉVOL, LL., BOURDILLON, CH., BONNEMAISON, M., ESCUDER VIRUETE, J., LE GOFF, E., ESCUER, J., LOPERA, E., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T., FRIEDMAN R. (2004).** Mapa Geológico de la República Dominicana a E. 1:50.000, Restauración (5873-I). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 168 pp.
- TAYLOR, F.W., MANN, P., VALASTRO, S., AND BURKE, K. (1985).** Stratigraphy and radiocarbon chronology of a subaerially exposed Holocene coral reef, Dominican Republic. *Journal of Geology* 93, 311-332

-
- VAN DEN BERGHE, B. (1983).** Evolution sedimentaire et structurale depuis le Paleocene de secteur "Massif de la Selle-Barouco-Nord de la Ride de Beata" dans l'orogene nor Caraibe (Hispaniola Grandes Antilles). These de doctorat, Universidad Marie y Pierre Curie, Paris, 205 pp.
- WHITE, R.V., TARNEY, J., KERR, A.C., SAUNDERS, A.D., KEMPTON, P.D., PRINGLE, M.S., KLAVER, G.T. (1999).** Modification of an oceanic plateau, Aruba, Dutch Caribbean: Implications for the generation of continental crust. Lithos, 46, 43-68
- ZACHOS, J., PAGANI, M., SLOAN, L., THOMAS, E., BILLUPS, K. (2001).** Trenes, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. Science 292, 686-693.
- ZOETEN, R. DE (1988).** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Tesis Inédita, Universidad de Texas, Austin, 298 pp.