



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50,000

SAN PEDRO DE MACORÍS
(6371-III)

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

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN-II de desarrollo geológico-minero (Programa nº 9 ACP DO 006). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas :

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Eric Lasseur (BRGM)

MICROPALAEONTOLOGÍA Y PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA, Le Mans, France)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTOS DE COLUMNAS

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

GEOMORFOLOGÍA

- Ing. José Mediato Arribas (INYPSA)

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. José Luis García Lobón (IGME)

DIGITALIZACIÓN, CREACIÓN DE LA ESTRUCTURA SIG Y EDICIÓN DE LOS MAPAS

- Ing. Fernando Pérez Cerdán (IGME)

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 Programa SYSMIN-II

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

- Prof. 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. Octavio López
- Ing. Santiago Muñoz
- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

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

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones,

- Fichas petrográficas y/o micropaleontológicas de cada una de las muestras,
- Mapa de muestras,
- 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 de Ramón Santana (6371) y Memoria adjunta,
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de Ramón Santana (6371) y Memoria adjunta,
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría. Mapa a escala 1:150.000 y Memoria adjunta.

Y los siguientes Informes Complementarios :

- Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana,
- Informe de interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto,
- Informe/Catálogo de macroforaminíferos seleccionados.

RESUMEN

La Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III) está situada en el margen Sur de la Cordillera Oriental y se desarrolla en la Llanura Costera del Caribe. El substrato del Cretácico Superior no aflora. Todos los depósitos de la zona son mas joven que el Mioceno. La mayor parte de la zona se constituye de calizas que pertenecen a las plataformas carbonatadas Plio-Pleistocena de la Llanura Costera del Caribe.

Dos formaciones principales son diferenciadas: La formación Los Haitises (de edad Plioceno a Pleistoceno inferior) que contiene calizas bioclásticas y calizas arrecifales y la formación La Isabela (Pleistoceno) que contiene calizas arrecifales con depósitos de lagoon asociados. La formación Los Haitises ocurre al norte del mapa, la parte Sur está cubierta por los depósitos de la Formación La Isabela. Estas dos formaciones están usualmente separadas por un importante farallón. Depósitos de playa o poco profundos, de unos metros de potencia, localmente terrígenos, pueden ser intercalados entre las dos formaciones. Estos depósitos corresponden a la Formación La Barca.

La formación Los Haitises ha sido diferenciada en varias unidades, con respecto al contenido en faunas y litología (dominante bioclástica o arrecifal, calcarenitas o lutitas). En la hoja de San Pedro de Macorís solamente aflora la tercera unidad, de calizas arrecifales.

La formación La Isabela está constituida de diferentes niveles de plataformas carbonatadas arrecifales que forman escalones hacia el mar. Tres de ellas han sido identificadas en el ámbito de la hoja. Las altitudes de las plataformas varían entre más de 30 metros de altura para las más alta y menos de 10 metros para la más baja. Dos unidades principales, separadas por un farallón, han sido diferenciadas como: un complejo de plataforma de altura superior a 20m (plataforma superior), y otro de altura inferior a 20m (plataforma inferior), interpretado como el más joven de los dos.

Esta cobertera, perfectamente tabular, está modificada por la alteración supergénica y enmascarada por los recubrimientos arcillosos (arcillas de decalcificación fruto de la karstificación, coluviones). Los depósitos recientes son utilizados para el cultivo de la caña de azúcar que se desarrolla extensamente en toda esta región.

Aunque no se nota desplazamiento de las fracturas, la estructura profunda, conocida por el aeromagnetismo, parece influenciar el encajamiento de los ríos y la línea de costa. Además, la disposición escalonada de las plataformas de la Formación Isabela traduce un levantamiento de toda la Llanura Costera del Caribe.

Solamente un río importante (Río Higuamo) existe en el ámbito de la hoja. Las formas del relieve actual demuestran que los ríos resultan de sucesivos periodos de encajamiento y que algunos paleoríos, (ahora abandonados) han sido activos durante el Pleistoceno.

Los recursos en aguas son importantes, principalmente en el valle aluvial del río Higuamo, así que también en las calizas karstificadas de la cobertera sedimentaria Plio-Pleistocena. La actividad minera extractiva en las calizas se limita principalmente al uso de áridos para el mantenimiento de las carreteras.

ABSTRACT

The San Pedro de Macorís map area (Sheet 6371-III) is situated south of the eastern cordillera and mainly extends over the Caribbean Coastal Plain. The Late Cretaceous substrate does not crop out. All the observed formations are Post Miocene age. Most of the deposits are limestones which are part of the Plio-Pleistocene carbonate shelf deposits.

Two main formations are observed in the Plio-Pleistocene:

- The Pliocene to early Pleistocene Los Haitises formation, consisting on bioclastic and reefal carbonate deposits.
- The Pleistocene La Isabella formation mainly made of reef and associated backward lagoonal carbonate platform deposits.

These two formations are currently separated by a pronounced scarp. Thin beach and shallow water deposits can intercalate between the two formations, they are termed formation La Barca.

Los Haitises limestones have been differentiated in several different units regarding to their content (dominant bioclastic or dominant corals content).

La Isabella formation deposits correspond to different successive reef platforms. A flight of different reef platforms is observed, varying from more than 30m high to less than 10 meters high. In San Pedro de Macorís map, up to 3 different platforms can be observed, separated by different steps. Two mains units, separated by a pronounced scarp are mapped: La Isabella deposits situated above 20m which are believed to be the older, and La Isabella deposits situated lower than 20m high considered as the younger ones.

This perfectly tabular cover has been modified by supergene alteration and locally masked by clayey overburden (decalcification clay derived from karstification, clayey colluvium). These recent deposits are favourable for the cultivation of sugar cane, which is widely developed throughout the region. Karsts are also numerous and form an important water drainage network and resources.

The fluvial network is restricted to the Higuamo River. The present day relief traduce several steps of progressive incision of this river, together with abandoned older rivers.

The influence of tectonics is low in this area; no displacement on faults was identified. Although deep structures in the Cretaceous substrate, known from air born geophysics, appear to have constrained the fluvial network of the main rivers. The flight of Pleistocene reef platforms also traduces an uplift of the Caribbean coastal plain at large scale during this period.

Water resources are significant, mainly in the alluvial valley of the Higuamo River, and also in the karstified limestone of the Plio-Pleistocene sedimentary cover. The extractive industry is low, mainly limited to the quarrying of limestone for road and track maintenance.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	14
1.1	Metodología	14
1.2	Situación geográfica.....	17
1.3	Marco geológico.....	20
1.3.1	<u>Marco geológico regional.....</u>	<u>20</u>
1.3.2	<u>Marco geológico de la Hoja de San Pedro de Macorís.....</u>	<u>26</u>
1.4	Antecedentes.....	28
2	ESTRATIGRAFÍA	31
2.1	Cenozoico	31
2.1.1	<u>Plioceno-Pleistoceno.....</u>	<u>31</u>
2.1.2	<u>Formación Los Haitises (Plioceno-Pleistoceno inferior).....</u>	<u>37</u>
2.1.3	<u>Arcillas de descalcificación (2a) y fondo de dolinas (2b) Pleistoceno-Holoceno (Q₁-Q₄).....</u>	<u>44</u>
2.1.4	<u>Formación La Barca. Calizas margosas con corales o calcarenitas (3a); localmente gravas y cantos del zócalo retrabajados (3b) Pleistoceno (Q).</u>	<u>46</u>
2.1.5	<u>Formación La Isabela. Pleistoceno</u>	<u>54</u>
2.1.6	<u>Interpretación de los depósitos de la formación La Isabela o equivalentes:.....</u>	<u>62</u>
2.1.7	<u>Paleoríos y paleoestuario (6). Arcillas y limos, con arenas, gravas y cantos Pleistoceno (Q).</u>	<u>70</u>
2.1.8	<u>Lagunas colmatadas (7). Limos y arenas. Holoceno (Q₄).....</u>	<u>71</u>
2.1.9	<u>Terraza aluvial baja y llanura de inundación (8). Limos, arenas y gravas Holoceno (Q₄).....</u>	<u>71</u>
2.1.10	<u>Lagunas costeras (9). Limos negros (Q₄).....</u>	<u>72</u>
2.1.11	<u>Fondo de valle. (10) Limos, arenas y gravas Holoceno (Q₄).....</u>	<u>72</u>

2.1.12	<u>Marisma baja o manglar (11). Lutitas con abundante vegetación. Holoceno (Q₄).....</u>	<u>72</u>
2.1.13	<u>Playa y cordón litoral actual (12). Arenas y gravas. Holoceno (Q₄).</u>	<u>72</u>
2.1.14	<u>Arrecife actual (13). Calizas organógenas y calizas detríticas. Holoceno (Q₄). _____</u>	<u>73</u>
2.1.15	<u>Antrópico. (14) Actual.....</u>	<u>73</u>
3	TECTÓNICA	74
3.1	Estructura	74
3.2	Estructura de la Hoja de SAN PEDRO DE MACORÍS.....	76
4	GEOMORFOLOGÍA	79
4.1	Estudio morfoestructural	79
4.1.1	<u>Formas estructurales</u>	<u>79</u>
4.2	Estudio del modelado.....	80
4.2.1	<u>Formas gravitacionales</u>	<u>81</u>
4.2.2	<u>Formas fluviales y de escorrentía superficial</u>	<u>81</u>
4.2.3	<u>Formas lacustres y endorreicas</u>	<u>83</u>
4.2.4	<u>Formas marinas-litorales.....</u>	<u>83</u>
4.2.5	<u>Formas por meteorización química.....</u>	<u>85</u>
4.2.6	<u>Formas antrópicas</u>	<u>85</u>
5	HISTORIA GEOLÓGICA	87
6	GEOLOGÍA ECONÓMICA	91
6.1	Hidrogeología	91
6.1.1	<u>Climatología e hidrología</u>	<u>91</u>
6.1.2	<u>Hidrogeología.....</u>	<u>94</u>

6.2	Recursos minerales	97
6.2.1	<u>Indicios minerales</u>	<u>97</u>
6.2.2	<u>Potencial minero</u>	<u>98</u>
7	LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO	100
7.1	Relación de los L.I.G.	100
7.2	Descripción de los Lugares	101
7.3	LIG 1: Calizas arrecifales de la Fm La Isabela (Plataforma superior).....	101
7.3.1	<u>Croquis de situación.....</u>	<u>101</u>
7.3.2	<u>Acceso</u>	<u>102</u>
7.3.3	<u>Contenido y Motivación.....</u>	<u>102</u>
8	BIBLIOGRAFÍA	105

FIGURAS

Figura 1 :	Esquema fisiográfico de la Española y localización de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)	18
Figura 2 :	Principales dominios fisiográficos de la República Dominicana con la ubicación de la Hoja San Pedro de Macorís (6371-III)	19
Figura 3 :	Modelo digital del terreno de la Cordillera Oriental y la Llanura Costera del Caribe, con la ubicación de la Hoja San Pedro de Macorís (6371-III)	20
Figura 4:	Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre senestral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. et al., 2002).....	23
Figura 5:	Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. et al., 2002).	23
Figura 6:	Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. et al., 1998).	24
Figura 7:	Posición de La Isla de La Española y relación de los principales cizallamientos senestros con la falla transformante Polochic/Caimán (Dolan J.F. et al, 1998).	24
Figura 8 :	Esquema geológico de la Española con los datos de los proyectos SYSMIN y localización de la Hoja de San Pedro de Macorís (mod. de Lewis J.F. y Draper G., 1990, in Pérez-Estaún A. et al – 2007).....	25
Figura 9:	Esquema geológico de las plataformas plio-cuaternarias del sector oriental de la República Dominicana y situación de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)	27
Figura 10:	SRTM de la Llanura Costera Oriental con la situación de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)	28

Figura 11 : Corte geológico sintético NS de la plataforma carbonatada del SE de la República Dominicana.....	36
Figura 12 Cortes geológicos NS de la Hoja San Pedro de Macorís.....	36
Figura 13 : Modelo de depósito (rampa) válido para el intervalo Plioceno-Pleistoceno inferior y equivalencia con las formaciones cartografiadas (modificado según Braga, 2009)....	43
Figura 14: Modelo de plataforma cerrada y reparto de las facies de la formación La Isabela. Modificado según Braga, 2009.....	63
Figura 15: Superposición de la geología en transparente sobre el MNT, mostrando la expresión morfológica de las diferentes formaciones carbonatadas pleistocenas y la marca de los paleoríos	69
Figura 16: Principales estructuras del subsuelo de la Llanura Costera del Caribe deducidas del mapa de gradiente vertical (vuelo aeromagnético CGG, SYSMIN, 1996), con la posición de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III).....	75
Figura 17 Esquema geológico de la Cordillera Oriental bordeada por la Llanura Costera con la situación de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)	76
Figura 18: Aeromagnético (campo total reducido al Polo) y srtm mostrando la expresión morfológica de las fallas de la hoja de San Pedro de Macorís.....	77
Figura 19: Diagrama cronoestratigráfico que muestra la litología, secuencias deposicionales y los eventos tectónicos registrados en los sedimentos de la Cordillera Oriental (García Senz et al., 2007) . Los datos de la Bahía de Samaná son de Edgar (1991) y los datos del Bloque de San Francisco de Winslow et al. (1991). Las edades radiométricas se han tomado de Bourdon (1985); Kesler et al., 1991; Bellon et al., 1985).....	90
Figura 20 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en El Seibo y La Romana. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990 (de http://www.theweathernetwork.com).	92
Figura 21 Esquema hidrogeológico simplificado de la Planicie Costera Oriental (Acuater, 2000)	96
Figura 22 Esquema de la circulación hídrica subterránea en la Planicie Costera Oriental (Acuater, 2000).....	96
Figura 23: Localización y importancia de los principales canteras de la Hoja San Pedro de Macorís (6371-III)..	99
Figura 24: Localización del Lugar de Interés Geológico (LIG) de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)	101
Figura 25: Croquis de situación del LIG 1 Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III).....	102

TABLAS

Tabla 1: Tasa de elevación y edad de las unidades arrecifales de la Hoja de Boca Chica en el contexto de la Llanura Costera del Caribe occidental	68
Tabla 2: Caudales aforados en la estación Higuamo 1 del río Higuamo (Datos Eptisa 2004)	93
Tabla 3: Cuadro resumen de las unidades o agrupaciones hidrogeológicas de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)	94
Tabla 4: Canteras de materiales de construcción de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)	98
Tabla 5: Coordenadas de los puntos citados en el texto (muestra, foto, etc.).....	104

FOTOS

Foto 1 : Calizas bioclásticas margosas con moluscos y gasterópodos, muro de la sección, recubierto por calizas con corales. (Pt 935). Cantera junto a El Bronce	37
Foto 2 : Diferentes tipos de corales en las calizas de Los Haitises (Ud Calizas arrecifales a : Acropora cervicornis, b : Stylophora sp., Cantera de Higüey junto al río Chavón (según Braga, 2009).....	40
Foto 3: Afloramiento de calizas con corales, (pt 935). Parte superior de la cantera junto a El Bronce	41
Foto 4: Calizas de Los Haitises muy alteradas. La alteración es patente por la rubefacción de las calizas y la parte superior de la capa muy desestructurada (pt 935).....	45
Foto 5: Disolución de la Calizas de la Isabela, plataforma inferior (pt 562).....	46
Foto 6: Vista general del contacto entre las calizas de Los Haitises y la formación La Barca. Destaca la inclinación de los depósitos de playa situados directamente sobre la superficie erosiva a techo de la formación Los Haitises. Cantera CEMEX, hoja Los Llanos, algunos kilómetros al norte de San Pedro de Macorís.	49
Foto 7: Detalle de la formación La Barca: destaca la organización en láminas de pendiente muy suave. Todos los trozos se corresponden a fragmentos de corales disueltos. Cantera CEMEX, hoja Los Llanos, algunos kilómetros al norte de San Pedro de Macorís.....	50
Foto 8: Nivel de calcarenitas con cantos y gravas de la formación La Barca (3a) pt 579. Cantera CEMEX, hoja Los Llanos, algunos kilómetros al norte de San Pedro de Macorís	51
Foto 9: Facies de calizas bioclásticas con algunos cantos (pt 581)	52
Foto 10: Otro ejemplo de calizas bioclásticas con cantos poco numerosos (pt 581)	52
Foto 11: Construcción coralina, plataforma superior (4b), situada a 20 m de altitud. Pt 960, circunvalación al oeste de San Pedro de Macorís.	58
Foto 12: Calizas bioclásticas margosas de lagoon (4a) de la plataforma superior. Formación Isabela, situada a 30 m de altitud (pt 936). Cantera al sur de la Carretera Mella.	59
Foto 13: Ejemplo de construcción coralina en los niveles de la Isabela más a muro de la plataforma inferior, (pt 533) Malecón de San Pedro de Macorís.....	60
Foto 14: Facies margosas y bioclásticas de lagoon (5a) con intercalaciones de lumaquelas. Destaca la geometría de los bancos que demuestra depósito bajo la influencia de una corriente (pt 569). Cantera al sur de la carretera La Romana- San Pedro de Macorís..	61
Foto 15: Detalle de una intercalación de lumaquelas, la organización de las conchas y su fracturación indica un depósito bajo la influencia de una corriente (pt 569).....	62
Foto 16: Formación la Isabela plataforma superior, Armazón o parches de corales (4b), destacan los numerosos corales desplazados.....	103
Foto 17: Formación la Isabela plata forma superior, Armazón o parches de corales (4b). Vista de la zona situada detrás de las calizas arrecifales, mucho menos rica en corales que anuncian los depósitos de lagoon.	104

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 mayor parte del territorio dominicano. El Proyecto 1B incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 63 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100.000 (Figura 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 Vásquez, 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)
- Salvaleón de Higüey (Higüey, 6471-I; San Rafael del Yuma, 6471-II; La Romana; 6471-III, y Guaymate, 6471-IV)
- Juanillo (Juanillo, 6571-III; y Pantanal, 6571-IV)
- Las Lisas (La Vacama, 6472-I; y El Salado, 6472-II)
- Bávaro (Bávaro, 6572-III)

Zona Sur:

- Sabana Buey (Sabana Buey, 6070-I)
- Baní (Nizao, 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 que integran la Llanura costera.

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

Los recorridos de campo se complementaron mediante fichas de control en las que se registraron los puntos de toma de muestras con GPS Garmin 60 (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 (Salvaleón de Higüey 6471).

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 de San Pedro de Macorís (6371-III) está situada en el margen sur de la Llanura Costera Oriental que representa un área de morfología plano-ondulada con altitud que varía desde 60 m al NO y el nivel del mar Caribe que ocupa la mitad sur de la Hoja (Figura 1 y Figura 2).

El territorio es atravesado, de Norte a Sur, por el cauce inferior del río Higuamo que desemboca en San Pedro de Macorís. Los dos tercios oeste de la Hoja prácticamente no son drenados.

La ciudad de San Pedro de Macorís, capital provincial desde 1907, está situada a 70 km al Este de la Capital Santo Domingo. Es uno de los focos industriales y turísticos de mayor importancia en la República Dominicana.

La economía de la región se basa en la agricultura, la industria y el turismo. El Puerto representa una actividad importante de la Provincia

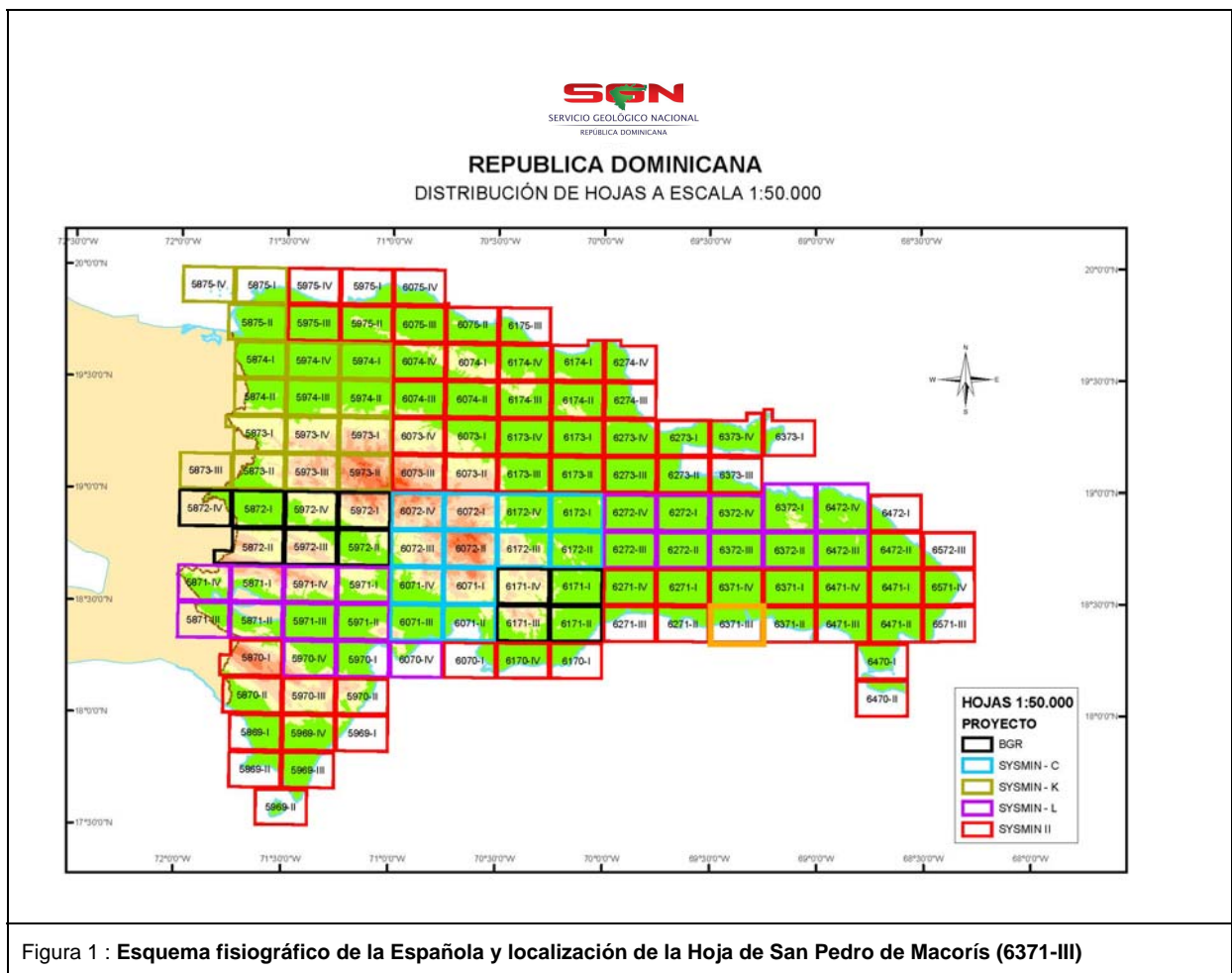
El cultivo de la caña de azúcar, cuyas plantaciones pertenecen a la Central Romana Corporation, predomina en la mitad este de la Hoja y en la esquina NO. La ganadería vacuna, tanto de leche como de carne representa también un ingreso para la población local. Las industrias están desarrolladas en la zona franca de San Pedro; la principal que la producción de azúcar. La actividad comercial y licorera es muy importante en la ciudad de san Pedro de Macorís.

El turismo se concentra en la costa al oeste de San Pedro: Guayacanes y Juan Dolio.

La densidad de población es media (207 habitantes/km²) con un porcentaje de 90% de población urbana concentrada en San Pedro de Macorís y la costa.

Fuera de la carretera principal Santo Domingo-San Pedro de Macorís-La Romana, y de la carretera costera, las plantaciones azucareras están recorridas por una densa red de caminos bien mantenidos. El personal, en su mayoría de origen haitiano, se aloja en numerosos bateyes irregularmente repartidos a lo largo de las carreteras y de las plantaciones.

El clima es tropical de sabana, con un corto período de seca entre Febrero y Marzo y abundantes precipitaciones entre Mayo y Junio.



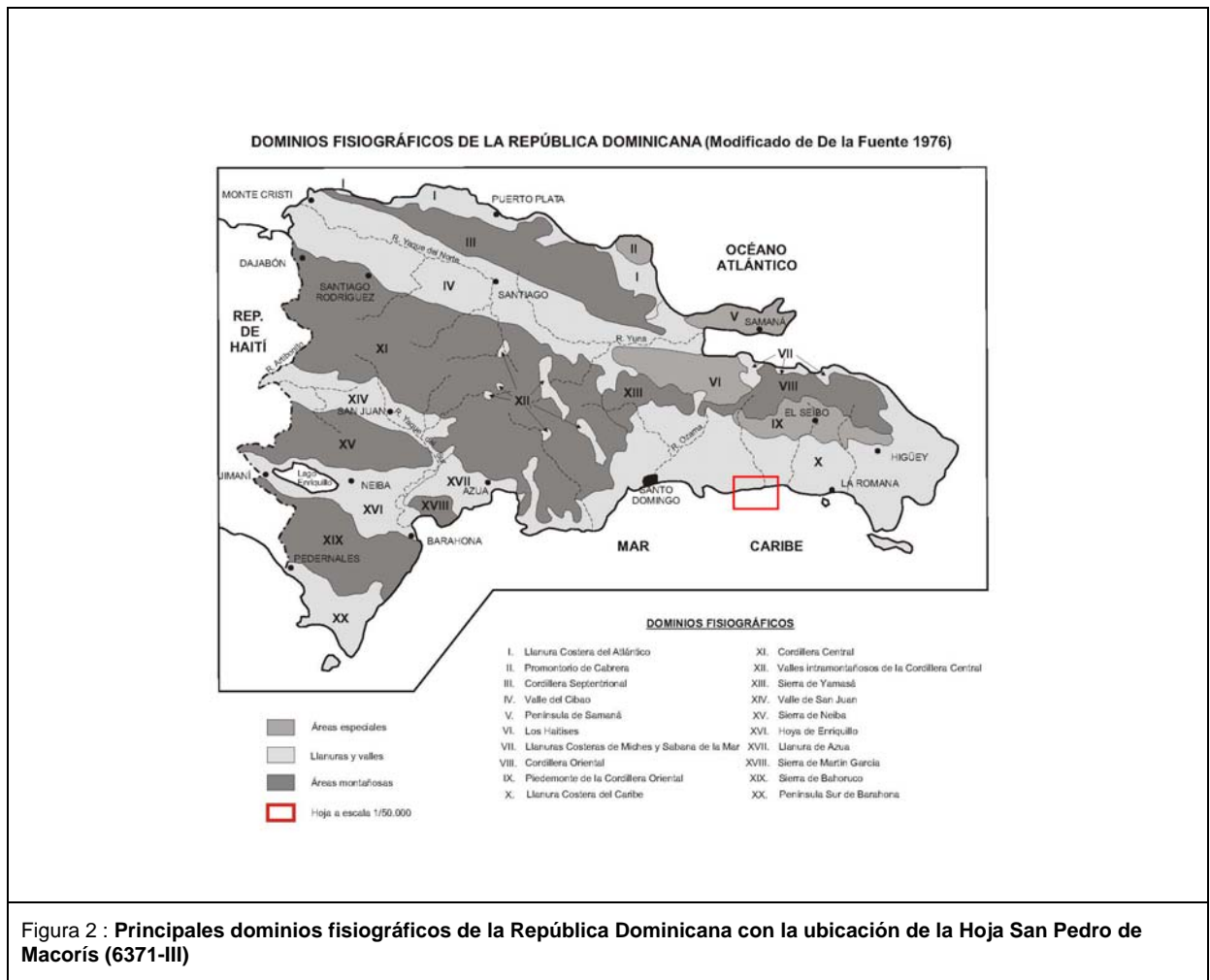
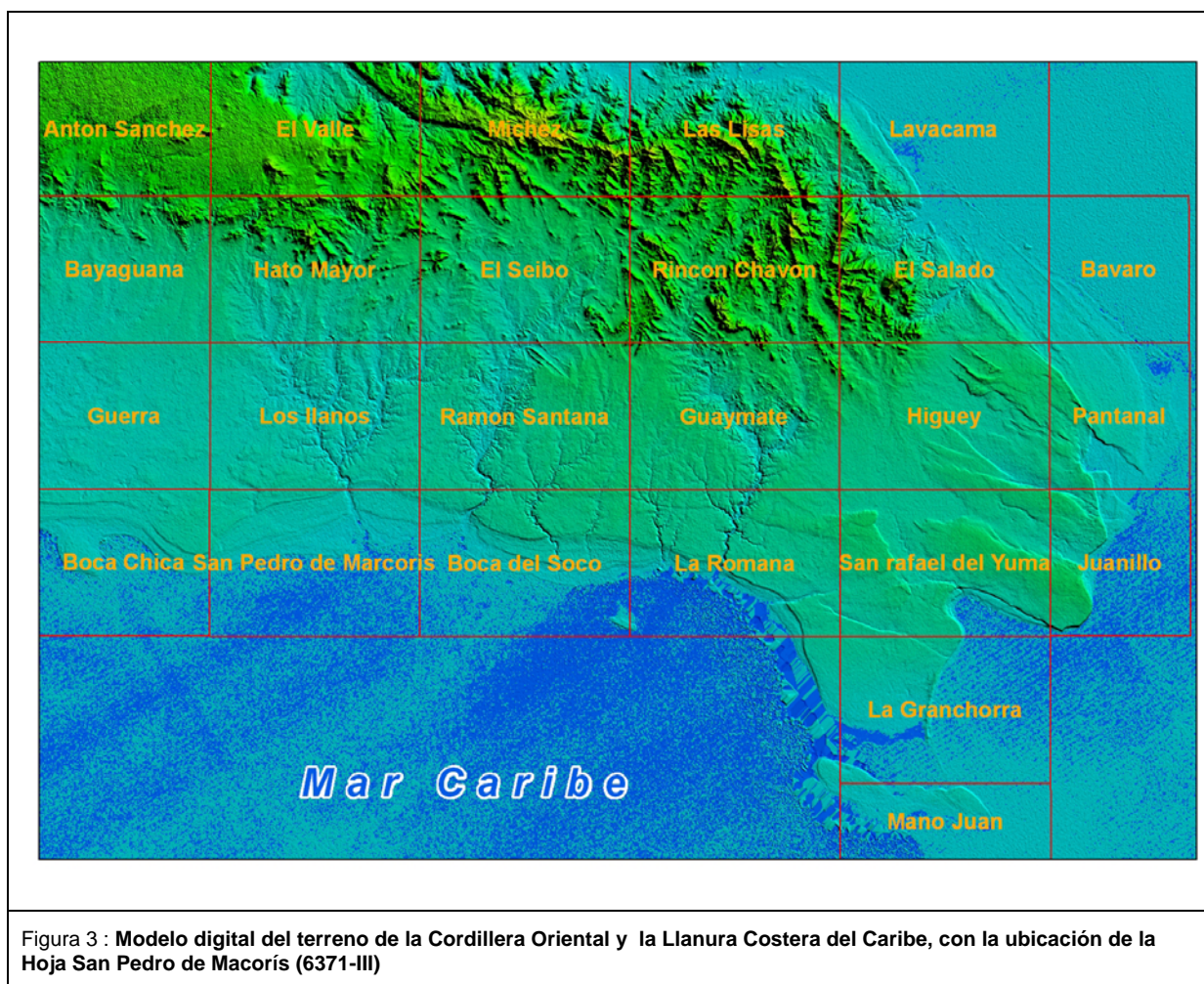


Figura 2 : Principales dominios fisiográficos de la República Dominicana con la ubicación de la Hoja San Pedro de Macoris (6371-III)



1.3 MARCO GEOLÓGICO

1.3.1 Marco geológico regional

La isla La Española es la segunda 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. Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann P. *et al.*, 1991) o Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke K. *et al.*, 1980). Existe un común acuerdo en que todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y que todos ellos se empezaron a formar en el Pacífico, a partir del (Jurásico Superior?) - Cretácico Inferior (Mann P. *et al.*, 1991), como un arco volcánico más o menos continuo, el cual migró hacia el Este durante el

Cretácico Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindell J. L. y Barret S.F., 1990 ; Pindell J.L., 1994) (Figura 4; Figura 5).

La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al Norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a subparalelo a su traza, y al Sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos (Byrne D.B. et al., 1985 ; Masson D.G. y Scanlon K.M., 1991) (Figura 4; Figura 5; Figura 6; Figura 7). El margen norte 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 senestro que acomodan el desplazamiento hacia el Este de la Placa del Caribe en relación con Norteamérica (Mann P. et al., 1991). La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, fue diacrónica, ya que comenzó en el Eoceno Medio en Cuba (Pardo G., 1975) y terminó en el Oligoceno Inferior en Puerto Rico (Dolan J.F. et al., 1991). Entre estas dos islas, en el segmento correspondiente a La Española, la colisión ocurrió en el intervalo Eoceno Medio-Superior. La tectónica transcurrente comenzó, en este margen norte de la placa, a partir del Eoceno con la apertura del Surco del Caimán (Mann P. et al., 1991) y se mantiene hasta la actualidad, en un contexto fundamentalmente transpresivo para todo el conjunto de la isla.

La Cordillera Oriental es el bloque más extenso de rocas cretácicas (875 km² según Lebrón M.C. y Perfit M.R., 1994) de la aglomeración de terrenos que componen La Española (Mann P. et al., 1991) (Figura 8). El límite occidental es el cabalgamiento NO-SE de Hatillo que separa las rocas poco deformadas de la Cordillera Oriental de la banda de rocas de edad equivalente, pero fuertemente deformadas y con peridotita serpentizada (Peridotita de Loma Caribe), del Cinturón Intermedio (Bowin C., 1966). El límite norte rectilíneo son las fallas E-O de la Bahía de Samaná, que prolongan la cuenca del Cibao de La Española Central, donde se ha acumulado un espesor considerable de sedimentos neógenos. Hacia el Sur y hacia el Este, la Cordillera Oriental termina enterrada bajo la plataforma de carbonatos plio-cuaternaria de la Llanura Costera del Caribe.

La mayor parte del espesor de la corteza de la Cordillera Oriental la forman varios kilómetros de rocas generadas en el Cretácico por acumulación de magma y sedimentos sobre la zona de subducción, en un arco de islas volcánico (Bowin C., 1975). Estas rocas incluyen lavas y

rocas volcanoclásticas cubiertas por calizas de edad cretácico inferior, epiclastitas y otras rocas sedimentarias de edad cretácica superior y granitoides intrusivos (plutones de El Valle y de Sabana Grande de Boyá).

Las series terciarias discordantes están dominadas por detríticos y carbonatos con una proporción de componentes de origen volcánico menor que las series cretácicas. El Paleógeno forma afloramientos discontinuos mientras que el Neógeno está representado por una plataforma de carbonatos que se extiende desde la bahía de Samaná hasta la costa del Caribe, y que desde su depósito, ha sido arqueada como un anticlinorio.

La Cordillera Oriental presenta una estructura de deformación por transpresión (García-Senz et al., 2007). La geometría, compatibilidad del movimiento y relaciones temporales entre las estructuras sugieren un modelo de deformación en dos etapas: 1) Cretácico superior, edad de crecimiento del antiforme, bien reconocible en la cartografía geológica, en cuyo núcleo afloran las rocas de la Fm Los Ranchos, y 2) las estructuras superpuestas formadas entre el Cenozoico y la actualidad. A gran escala, la estructura de la Cordillera Oriental es una estructura en flor positiva marcada por fallas de desgarre sinistras NO-SE, siendo la Falla del Yabón la más importante (García-Senz et al., 2007). Se observan pliegues y fallas de desgarre oblicuos entre sí formados por inversión de las cuencas Eocenas desarrolladas discordantemente sobre la Formación Las Guayabas (Cretácico superior). Los pliegues de la segunda etapa presentan trazas axiales sigmoidales y se disponen en escalón con relación a las fallas de desgarre. Se observan pliegues generados en progresión secuencial en relación con la Falla de Yabón, dispuestos en abanico, evidenciando una deformación rotacional sinistral. También existen pliegues cortados por falla tipo Riedel dando figuras cartográficas a modo de semianticlinales y semisinclinales. La forma en planta de las fallas principales que divergen de las fallas de Samaná, y su movimiento en dirección con componente inversa, indican que el material de la Cordillera es extruido lateralmente hacia el Sureste, como en una estructura positiva en flor.

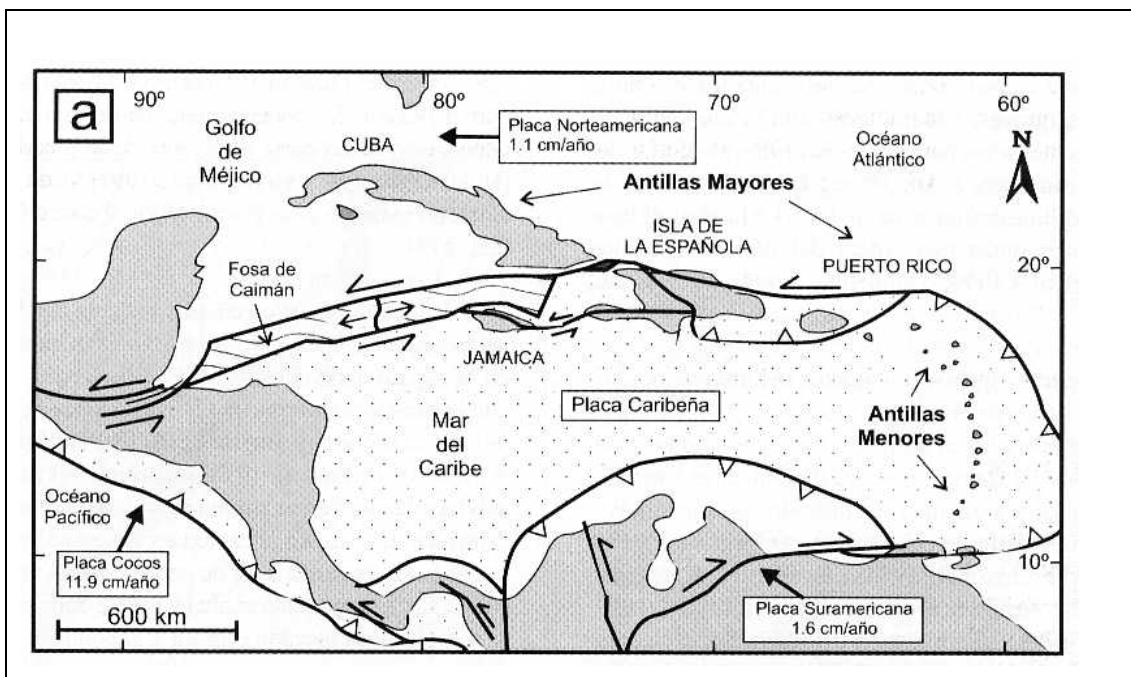


Figura 4: Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre senestral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. et al., 2002).

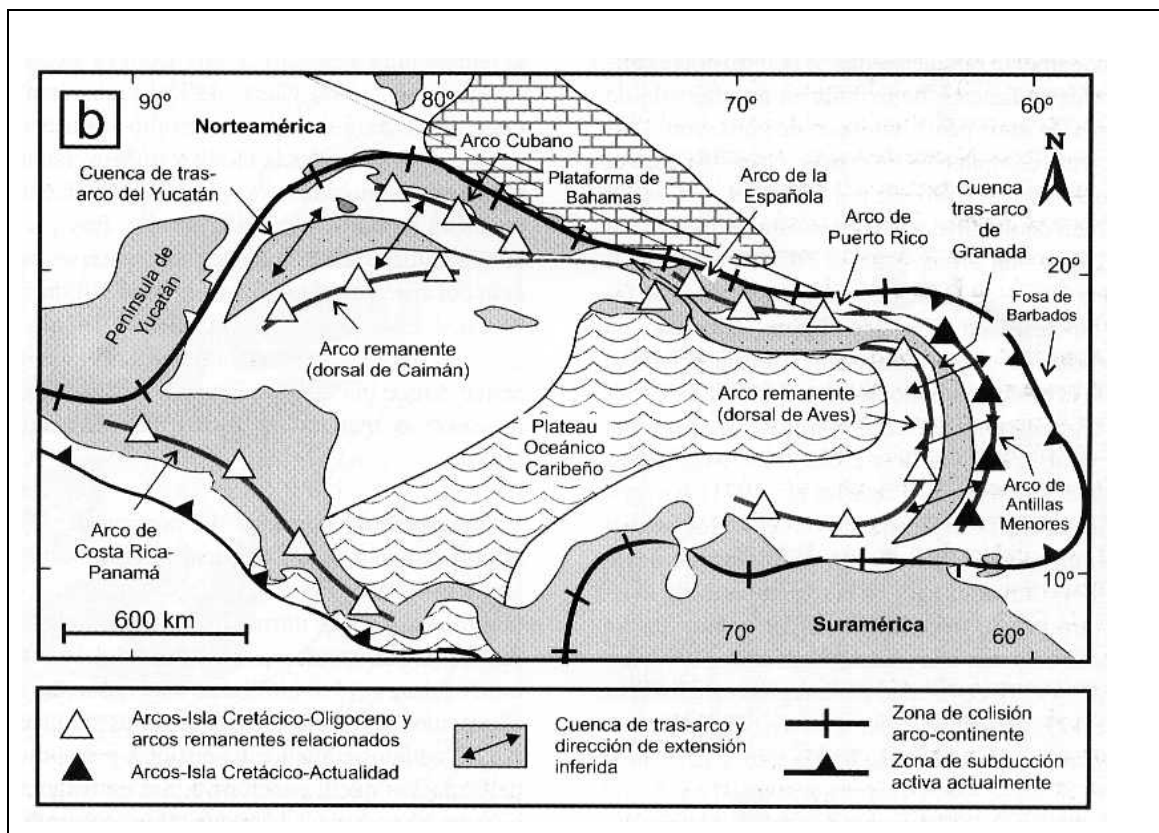


Figura 5: Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. et al., 2002).

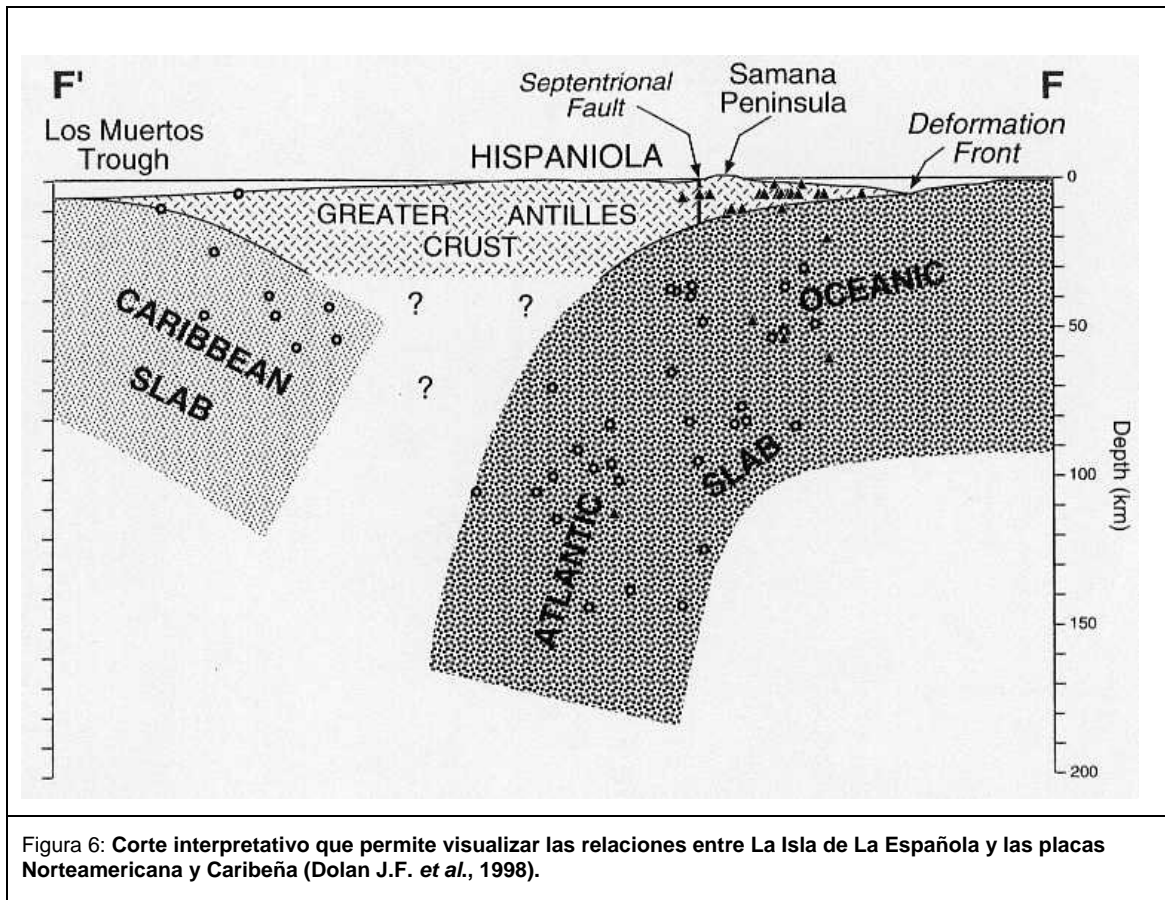


Figura 6: Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. et al., 1998).

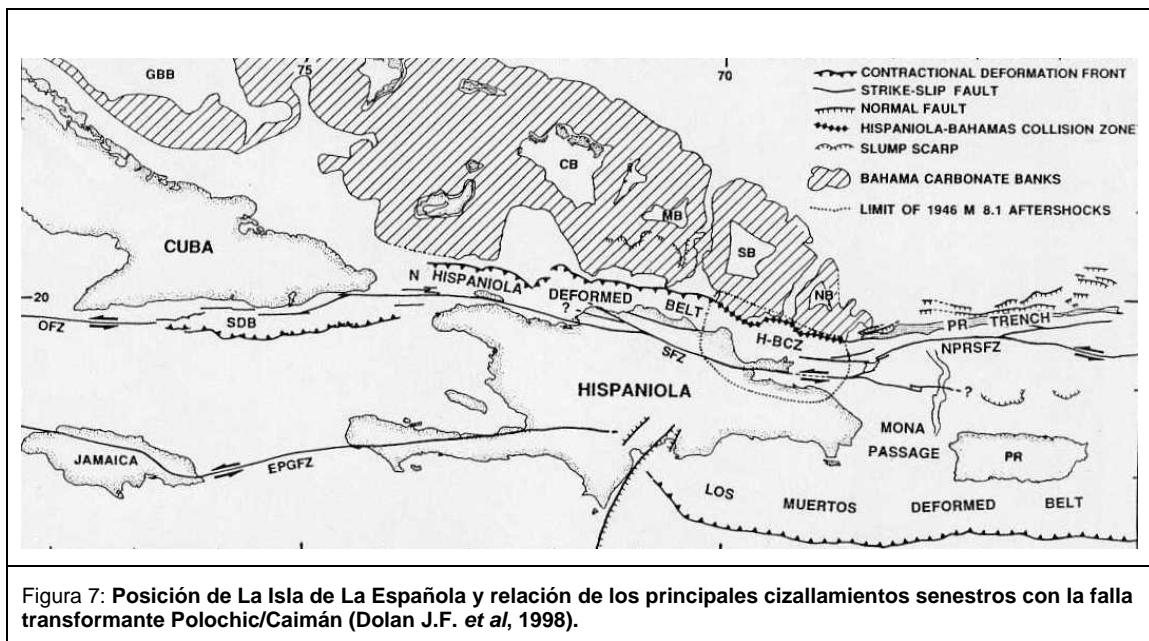


Figura 7: Posición de La Isla de La Española y relación de los principales cizallamientos senestros con la falla transformante Polochic/Caimán (Dolan J.F. et al., 1998).

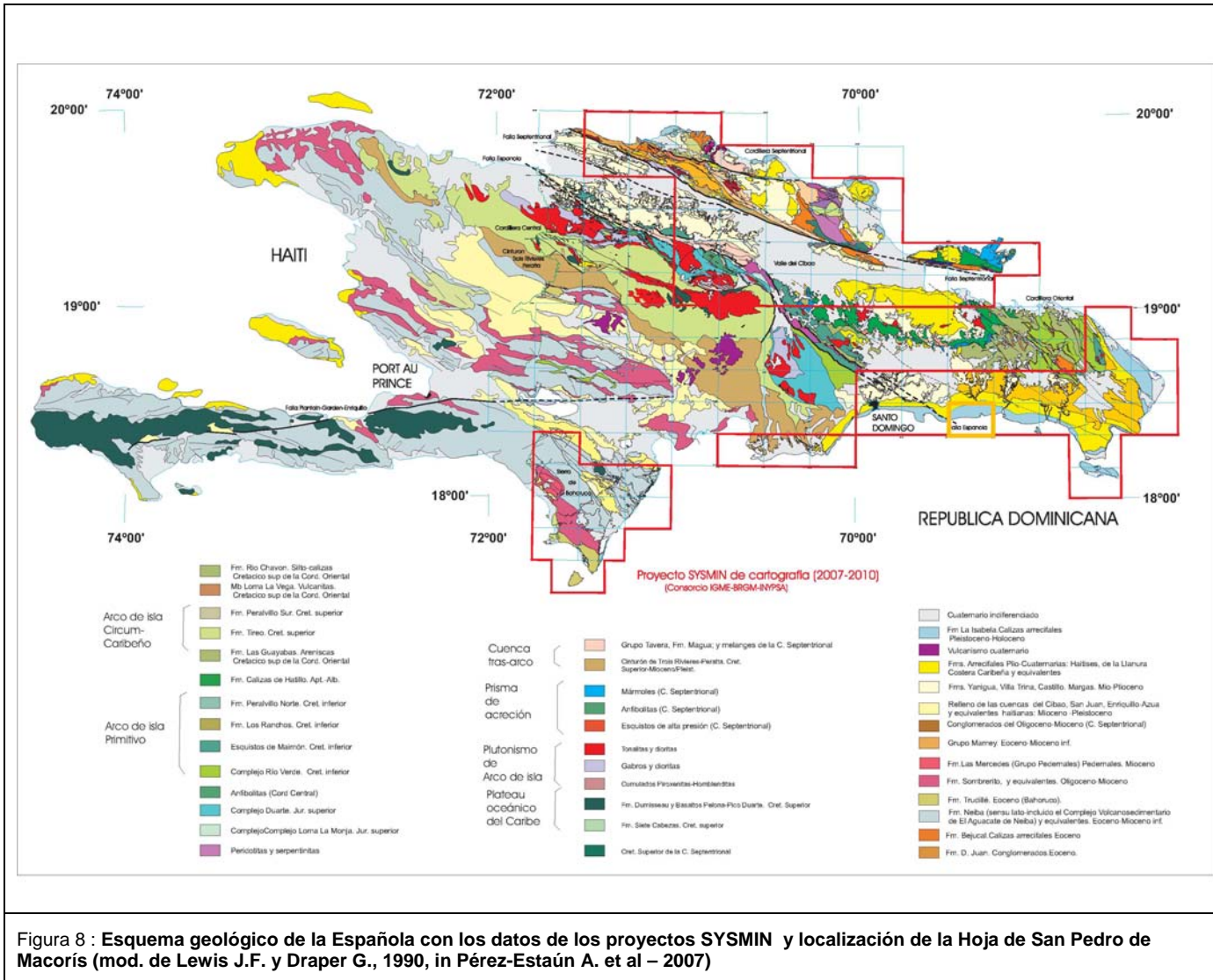


Figura 8 : Esquema geológico de la Española con los datos de los proyectos SYSMIN y localización de la Hoja de San Pedro de Macoris (mod. de Lewis J.F. y Draper G., 1990, in Pérez-Estaún A. et al – 2007)

1.3.2 Marco geológico de la Hoja de San Pedro de Macorís

La Hoja de San Pedro de Macorís refleja fielmente las características geológicas del dominio en el que se incluye, la Llanura Costera del Caribe. La estructura geológica de ésta se basa en la presencia de una plataforma marina pliocena de tipo construcción arrecifal-*lagoon* (Fm. Los Haitises), elevada a comienzos del Cuaternario. La emersión y consiguiente retirada de la línea de costa hacia el sur, daría lugar a la migración de las construcciones arrecifales cuaternarias (Fm La Isabela), con elaboración de superficies de aterramiento asociadas.

Dentro de este contexto general, la Hoja posee una buena representación de las Fms. La Los Haitises y La Isabela (Figura 9). Entre los sedimentos cuaternarios, cabe destacar los de origen kárstico, desarrollados a expensas de los materiales calcáreos de las formaciones citadas.

Aunque el ascenso de la plataforma y la consiguiente retirada del mar son interpretados en el contexto de una elevación de la región relacionada con fenómenos de envergadura geodinámica, las estructuras superficiales que respondan a deformaciones tectónicas son reducidas, si bien diversos métodos geofísicos han señalado la presencia en profundidad de fallas siguiendo un trazado NO-SE (Figura 16), como la Zona de Falla de La Española al oeste, o paralela a dicha falla al Este.

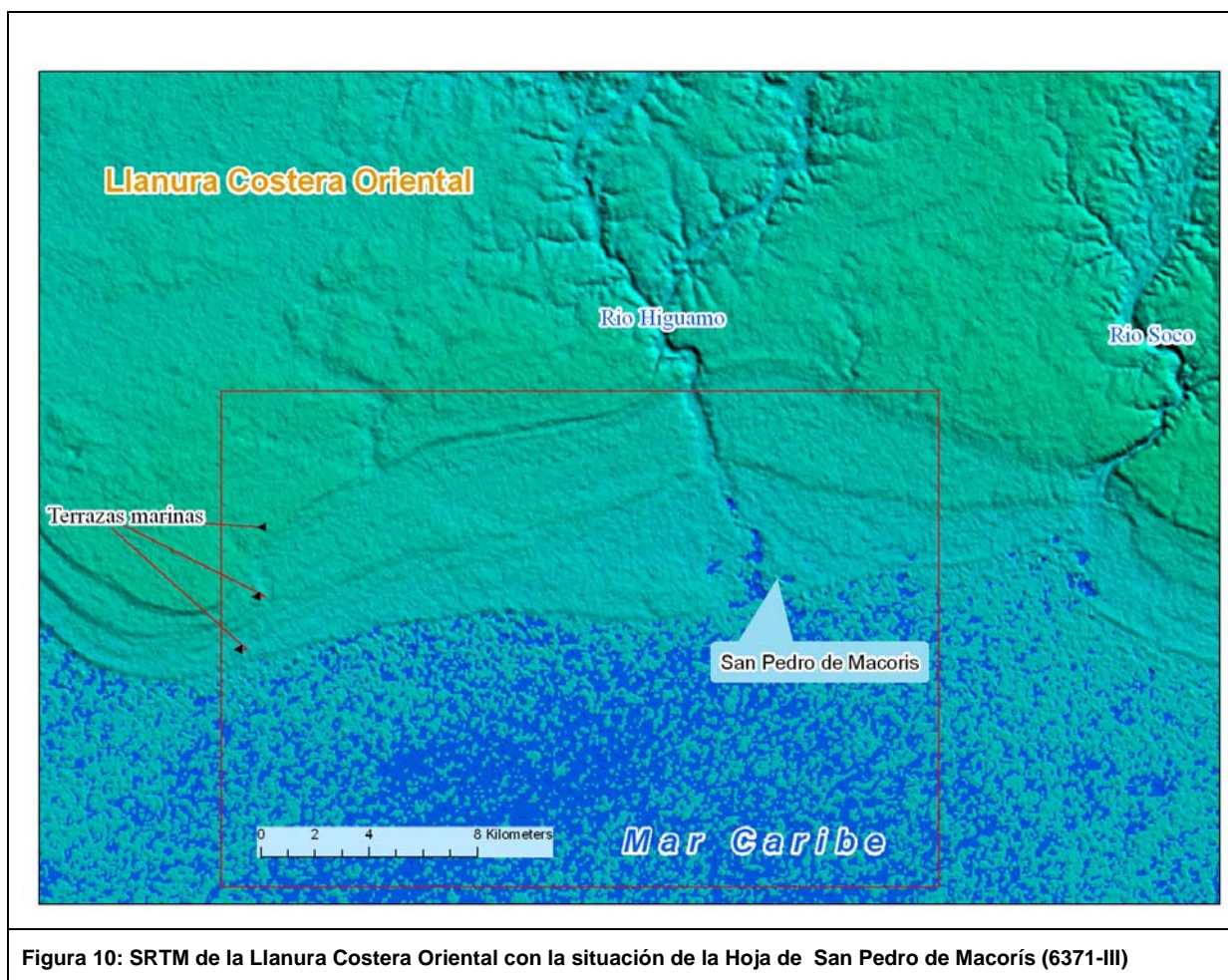


Figura 10: SRTM de la Llanura Costera Oriental con la situación de la Hoja de San Pedro de Macoris (6371-III)

1.4 ANTECEDENTES

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

estratigrafía y la estructura de la Cordillera Septentrional; y Dolan (1988), que aborda la sedimentación paleógena en las cuencas orientales de las Antillas Mayores.

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

El volumen anterior va acompañado de una notable cartografía de síntesis a escala 1:150.000 (Lebron y Mann, 1991), en la que también se observa una importante escasez de datos en relación con la Llanura Costera del Caribe. Además de esta cartografía de síntesis, es preciso destacar la efectuada a escala 1:250.000 por la Dirección General de Minería y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991).

Entre los trabajos más recientes destacan las recopilaciones de artículos elaborados a partir de la información acumulada en los anteriores proyectos del Programa SYSMIN: Pérez-Estaún *et al.* (2002), relacionada con el Proyecto C, y Pérez-Estaún *et al.* (2007), relacionada con los proyectos K y L.

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

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

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.

También dentro del Programa SYSMIN, aunque con un carácter más general con relación al ámbito dominicano, es preciso señalar los relativos a aspectos sísmicos (Printec, 1999) e hidrogeológicos (Acuater, 2000; Eptisa, 2004).

2 ESTRATIGRAFÍA

La totalidad de los depósitos situados en la Hoja San Pedro de Macorís pertenecen al rango de edades comprendida entre el inicio del Plioceno (o quizás Mioceno superior, en función de las dataciones bioestratigráficas) y la actualidad. Este conjunto puede ser diferenciado en dos grandes periodos:

- un primer periodo Plioceno a Pleistoceno inferior (probable) durante el cual toda la zona estaba inundada y cubierta por depósitos marinos carbonatados.

- un segundo periodo se inicia por una emersión generalizada de la zona, posiblemente durante el final del Pleistoceno inferior. Fue seguido por una sedimentación y una alteración continental en la parte norte de la hoja (al norte de una gran ruptura de pendientes habitualmente denominado el Farallón), mientras que en la parte sur alternan dos periodos de depósitos de plataforma carbonatada arrecifal y periodos de emersión de estas plataformas. Estos depósitos se corresponden con dos tercios de la hoja.

2.1 CENOZOICO

2.1.1 Plioceno-Pleistoceno

2.1.1.1 Generalidades

En la Hoja San Pedro de Macorís, el plio-pleistoceno está representado por:

- formaciones carbonatadas marinas (Calizas de Los Haitises) a las que se les atribuye una edad Plioceno a Pleistoceno inferior;
- formaciones marinas posteriores (La Isabela) se extienden probablemente en un periodo situado entre el Pleistoceno medio y el último estadio interglaciar (MIS 5, i.e 100.000 años) o incluso más recientes;
- una sedimentación y una alteración en dominio continental, perdurando probablemente desde el Pleistoceno inferior hasta ahora.

Los sedimentos pliocenos a pleistocenos inferiores están en relación con las amplias plataformas carbonatadas que se extienden en los dos flancos de la Cordillera Oriental. Al Norte, en la región de Los Haitises, la plataforma, que llega a confundirse con los relieves de la Cordillera, se encuentra afectada por un espectacular karst tropical maduro; aparece inclinada hacia el Norte, de manera que desciende desde cotas superiores a los 300 m hasta el nivel del mar en la Bahía de Samaná. Al Sur, en la Llanura Costera del Caribe, se conserva mucho mejor el carácter de plataforma, contrastando sensiblemente con los relieves de la Cordillera; su descenso hacia el Sur se produce escalonadamente desde cotas cercanas a 100 m hasta alcanzar el litoral del Caribe.

Los depósitos pliocenos asociados con las plataformas están claramente diferenciados en depósitos de plataforma carbonatada franca (Calizas de Los Haitises) y formaciones margosas con influencias continentales más marcadas (formación Yanigua). Una parte del conocimiento de la estratigrafía del Plioceno se debe al interés que representa el ámbar, frecuentemente abundante en la Fm Yanigua.

De entre los trabajos que describen la estratigrafía de la región de Los Haitises, cabe destacar el de Brouwer S.B. y Brouwer P.A. (1980), relativo al ámbar, en el que se describen cuatro unidades superpuestas, de muro a techo: conglomerado basal, Fm Yanigua (que alberga el ámbar), caliza de Cevicos y caliza de Los Haitises. Iturralde Vinent M.A. (2001), en un nuevo estudio sobre la geología del ámbar en el ámbito caribeño, considera que el conglomerado basal constituye en realidad intercalaciones dentro de la Fm Yanigua, sugiriendo otro tanto para las calizas de la Fm Cevicos, por lo que simplifica el esquema estratigráfico que queda reducido a dos unidades : la Fm Yanigua, constituida por margas entre las que se intercalan niveles de conglomerados y de calizas, además de albergar masas discontinuas de ámbar y lignito; y la Fm Los Haitises, dispuesta sobre la anterior e integrada por las típicas calizas arrecifales que constituyen los característicos afloramientos de la mayor parte de la región. Más recientemente, el estudio de la minería artesanal de la República Dominicana (Espí J.A., 2000), elaborado dentro del Programa SYSMIN, aporta nuevos datos sobre la Fm Yanigua, si bien desde un punto de vista minero.

En el proyecto L de cartografía (2002-2004), se han adoptado los criterios generales propuestos por Iturralde Vinent M.A., con dos unidades principales : la Fm Yanigua, como un conjunto margoso que alberga pequeñas masas de lignito y ámbar, en el que se intercalan niveles carbonatados de orden métrico, así como conglomerados, más frecuentes hacia la

base; y la Fm Los Haitises, constituida por calizas bioclásticas y arrecifales masivas, habiéndose diferenciado dos tramos dentro de ella, en función del mayor o menor contenido margoso de las calizas.

No existe unanimidad en cuanto a la edad del conjunto: Brouwer S.B. y Brouwer P.A. (1980) enmarcan la Fm Yanigua en el Mioceno; Bourdon L. (1985) asigna el conjunto calcáreo al Mioceno Superior-actualidad; Toloczyki M. y Ramírez I. (1991) atribuyen la Fm Yanigua al Mioceno Superior-Plioceno y la Fm Los Haitises, al Plioceno-Cuaternario; y por último, Iturralde Vinent M.A. (2001), propone el Mioceno Inferior-Medio para la Fm Yanigua y el Mioceno Medio-Superior para la Fm Los Haitises. Del mismo modo, la mayoría de las dataciones con foraminíferos bentónicos obtenidas para la Fm Los Haitises, indican una edad Mioceno superior a Plioceno inferior.

En cualquier caso, el hallazgo durante la realización del proyecto L de asociaciones faunísticas características del Plioceno dentro de la Fm Yanigua ha sido el criterio seguido para establecer la cronoestratigrafía de la zona, completada con la asignación de la Fm Los Haitises al Plioceno-Pleistoceno. En la parte superior de la Fm Los Haitises, la presencia de *Acropora palmata* (Observación de Braga J.C. 2009), especie que aparece en el curso del Pleistoceno inferior demuestra que la Fm Los Haitises se depositó justo al Pleistoceno inferior. En consecuencia, la Fm Los Haitises podría tener una edad del Plioceno inferior (incluso Mioceno superior) a Pleistoceno inferior.

En la parte Sudeste de la isla, tres formaciones han sido diferenciadas, los Conglomerados Ramón Santana, definidos por primera vez en esta zona, la Fm Yanigua y la Fm Los Haitises (dentro de esta última se diferencian tres unidades: bioclástica, arrecifal, y calcarenítica mixta). Las relaciones entre las diferentes formaciones son visibles en las Figura 11 y Figura 12.

Al final de la sedimentación de la Fm Los Haitises (probablemente al Pleistoceno inferior) una gran parte del SE de la Isla se eleva y se encuentra emergida hasta el Actual. Ese es el caso para la parte norte de la Hoja de San Pedro de Macorís.

En la parte sur de la hoja, se deposita una formación carbonatada denominada Fm La Isabela que se caracteriza por prominentes construcciones arrecifales que se forman en perfiles de plataforma con barreras sucesivas. Esta formación aparece en el paisaje como una sucesión de escalones bajando hacia el mar. Estos depósitos han sido diferenciados en plataforma superior (superior a 20 m de altitud) y de plataforma inferior (inferior a 20 m de altitud). En el interior de estos depósitos, se han podido distinguir diferentes conjuntos:

- un conjunto arrecifal propiamente dicho, correspondiente a la barrera arrecifal,
- un conjunto más bioclástico y más margoso correspondiente a una zona más protegida, de lagoon,
- un conjunto más terrígeno, que se puede observar puntualmente, al límite del continente o en la proximidad inmediata de un río.

El conjunto de niveles de plataforma se forma en un contexto general de elevación de la isla, y se corresponde con alternancias de depósitos de facies carbonatadas durante las fases de alto nivel marino y emersión-alteración durante las fases de bajada de nivel de mar.

Estas alternancias se escalonan probablemente desde la mitad del Pleistoceno medio (posiblemente el estadio isotópico 11, 500.000 años) y el último estadio glaciario (estadio isotópico 5, alrededor 100.000 años) para los depósitos; la última fase de emersión-alteración se produce desde el estadio isotópico 5 hasta la actualidad.

La Figura 12 indica los contactos entre las diferentes formaciones presentes en el mapa

La parte Norte de la Hoja San Pedro de Macorís, está emergida al menos desde el Pleistoceno inferior. Esta continentalización es acompañada de una alteración de depósitos carbonatados representados por dolinas y arcillas rojas, así como una erosión principalmente visible por la incisión de la red hidrográfica actual y los depósitos asociados (terrazas y fondos de valle). Las edades de los depósitos como de las alteraciones y erosiones están mal definidas, y es la consecuencia de múltiples fases de emersión de la plataforma desde el Pleistoceno inferior a hoy en día. La incisión de la red fluvial es, según los depósitos encontrados en la proximidad de los ríos actuales, comprendida entre una

edad anterior al estadio isotópico 7 y el fin del estadio 5. Las terrazas son probablemente de edad Holoceno.

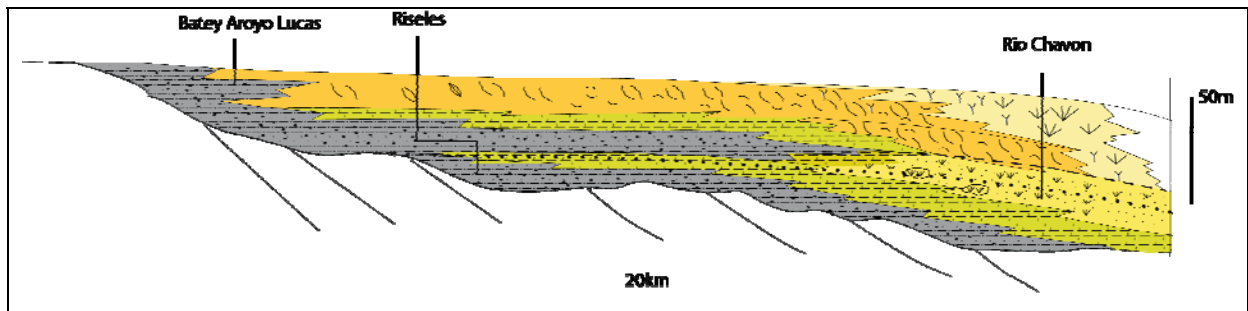


Figura 11 : Corte geológico sintético NS de la plataforma carbonatada del SE de la República Dominicana

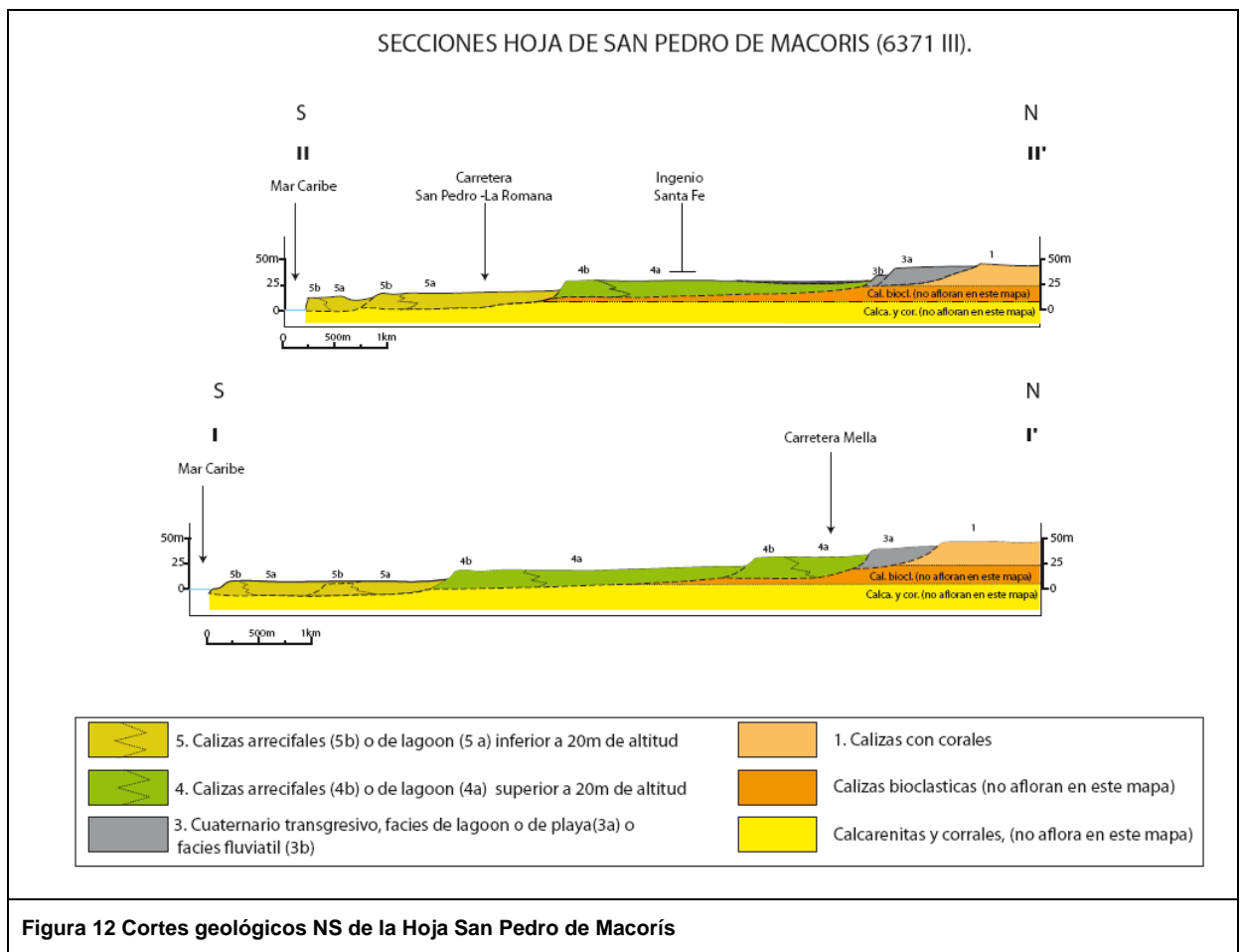


Figura 12 Cortes geológicos NS de la Hoja San Pedro de Macoris

2.1.2 Formación Los Haitises (Plioceno-Pleistoceno inferior)

En la Hoja de San Pedro de Macorís, la formación Los Haitises está compuesta únicamente de calizas. Esta es la última unidad de calizas con corales de la formación de Los Haitises.

Una unidad inferior de calizas bioclásticas con grandes moluscos es visible por las excavaciones en las dos canteras situadas en la proximidad de El Bronce y de Cruce Cayacoa. Las calizas bioclásticas se presentan bajo la forma de calizas bioclásticas ligeramente margosas con abundantes bivalvos y gasterópodos (Foto 1).



Foto 1 : Calizas bioclásticas margosas con moluscos y gasterópodos, muro de la sección, recubierto por calizas con corales. (Pt 935). Cantera junto a El Bronce

2.1.2.1 Formación Los Haitises. Calizas con corales (1). Plioceno-Pleistoceno inferior (P-Q₁)

Las calizas con corales constituyen la mayoría de afloramientos de la formación Los Haitises en esta hoja. Existen pocos buenos afloramientos de esta unidad, aunque muy alterados (Foto 4). Numerosos buenos afloramientos en las hojas más al este permiten definir mejor sus características principales.

« Las facies de arrecifales más frecuentes en la Llanura Costera del Caribe son las acumulaciones de corales ramosos. Fragmentos de ramas y algunas colonias poco rotas se forman brechas clasto-soportadas (“rudstones”) o están dispersas en mayor o menor grado en un sedimento bioclástico con matriz micrítica (“flostones” en “packstones” a “wackestones”). Entre las ramas aparecen colonias masivas de diverso tamaño, a veces de varios metros de anchura y altura, y son frecuentes también los restos de moluscos. Estas acumulaciones suelen presentarse en capas tabulares (plano-paralelas, esto responde a la definición clásica de biostroma), de decímetros a unos pocos metros de potencia, pero que se suceden alcanzando en alguna localidad más de 20 metros de espesor del conjunto Acropora del grupo A. cervicornis y Stylophora son los corales más importantes, aunque localmente haya concentraciones de Porites. Los corales masivos suelen ser Montastrea o Porites. Aunque es difícil asegurar completamente que se trata de las morfologías originales, en algunos sectores parece que las construcciones de corales forman resaltes de unos pocos metros de altura alargados según la traza del contacto de las calizas con los depósitos posteriores de la Fm. La Isabela. Estos resaltes, de longitud variable de centenares de metros, destacan sobre el relieve más o menos llano que queda tierra adentro. Pueden corresponder a construcciones arrecifales (biohermos) alargados según el antiguo borde de la plataforma carbonatada. »

Esta formación parece estar formada de parches coalescentes de niveles bioconstruidos. Niveles con grandes corales se han identificado. Aparte de estos niveles, las facies sedimentarias varían muy poco. Los pequeños gasterópodos y moluscos son relativamente frecuentes.

La matriz de estas calizas es fina y micrítica, puede ser ligeramente más granuda y bioclástica en el paso a la unidad de calizas bioclásticas. Esta unidad es particularmente masiva y dura. Se reconoce a menudo debido a los numerosos huecos. El único tramo observado que presenta una organización en bancos está formado por niveles con corales de talla más grande.



Foto 2 : Diferentes tipos de corales en las calizas de Los Haitises (Ud Calizas arrecifales a : *Acropora cervicornis*, b : *Stylophora* sp., Cantera de Higüey junto al río Chavón (según Braga, 2009)



Foto 3: Afloramiento de calizas con corales, (pt 935). Parte superior de la cantera junto a El Bronce

2.1.2.2 Cambios laterales entre las diferentes unidades:

La unidad de calizas con corales pasa muy progresivamente, hacia el norte, a la unidad de calizas bioclásticas. Las variaciones laterales de facies son progresivas y se desarrollan en varios kilómetros. Las potencias de la unidad de calizas coralinas varían poco, disminuyendo de modo progresivo en el cambio con las calizas bioclásticas.

Ninguna transición de las calizas de Los Haitises hacia un dominio más distal (hacia el Sur) ha sido observada.

2.1.2.3 Interpretación de la formación Los Haitises en términos de ambientes de depósitos:

El conjunto de la formación Los Haitises se corresponde a un depósito de plataforma carbonatada alargada varias decenas de kilómetros en la dirección proximal-distal (que se corresponde a la dirección N-S). Los depósitos coralinos parecen corresponderse a unos muy grandes parches coalescentes de material coralino. Estos parches funcionan como una barrera que aísla la plataforma interna. Los depósitos bioclásticos situados tras la zona bioconstruida (calizas bioclásticas al norte) son característicos de facies internas, de tipo lagoon.

La fuerte extensión de calizas así como las variaciones laterales muy suaves y muy progresivas que caracterizan las calizas de Los Haitises, se corresponden a un perfil de rampa abierta.

El conjunto de formaciones pliocenas se ordenan en una perfil de rampa abierta (Figura 13 basado en Braga, 2010) en las que la formación Los Haitises constituye los depósitos marinos y la unidad de calizas arrecifales, los depósitos marinos más abiertos. Las margas de la formación Yanigua, y los conglomerados de Ramón Santana afloran más al norte de esta hoja, correspondiendo respectivamente a un dominio laguno-marino y a un dominio fluvio-deltaico.

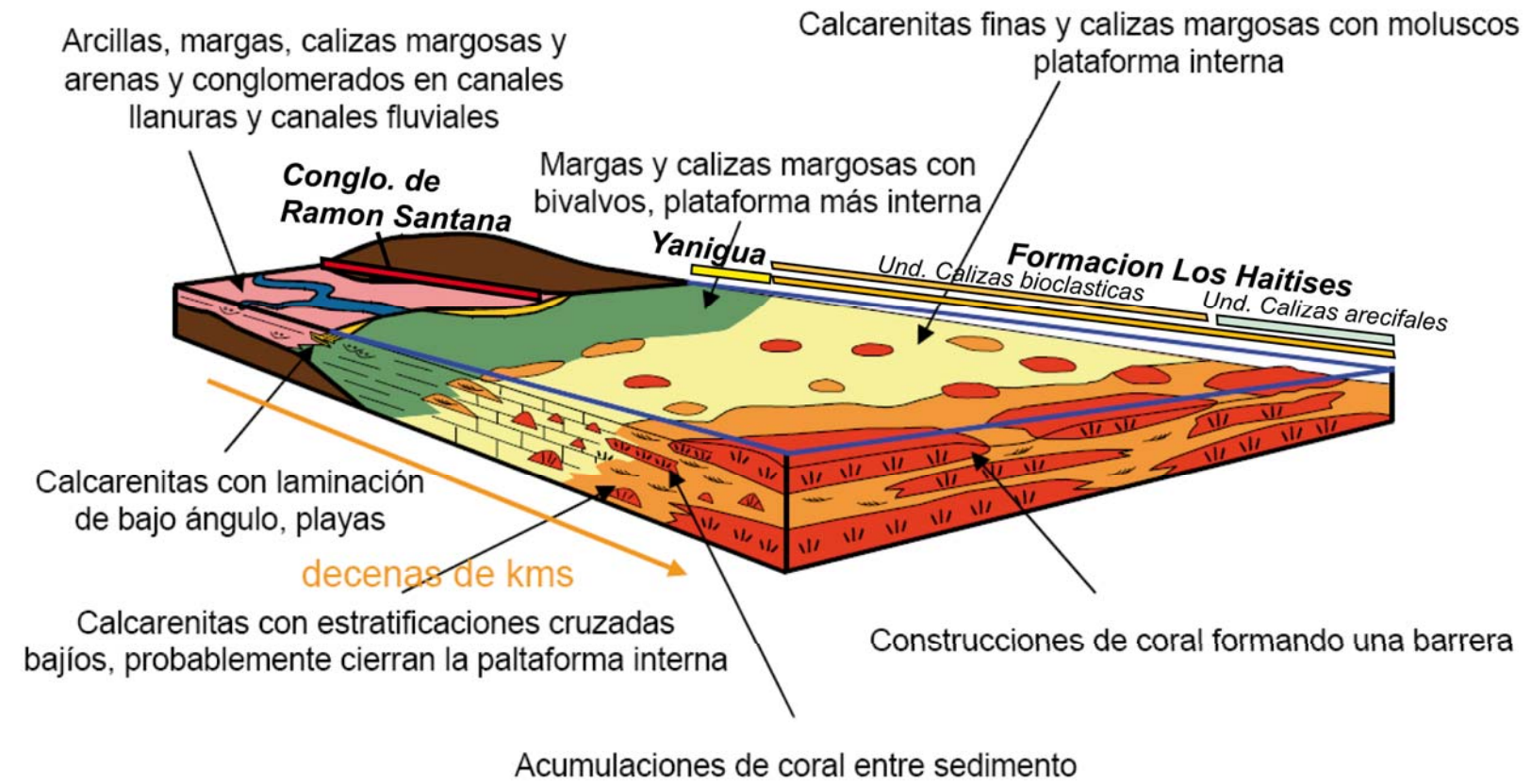


Figura 13 : Modelo de depósito (rampa) válido para el intervalo Plioceno-Pleistoceno inferior y equivalencia con las formaciones cartografiadas (modificado según Braga, 2009).

2.1.3 Arcillas de descalcificación (2a) y fondo de dolinas (2b) Pleistoceno-Holoceno (Q₁-Q₄).

Los carbonatos de esta Hoja, en particular las calizas de Los Haitises, están muy alterados (Foto 4). Esto es visible por la importante rubefacción de las calizas y la presencia, a techo de los afloramientos calcáreos, de niveles desestructurados (Foto 4) que se corresponden a productos de la alteración in situ de calizas (aloterita). Las calizas de la formación Isabela están igualmente afectadas por la disolución (Foto 5).

Numerosas zonas planas, recubiertas de arcillas (rojas en la mayoría de los casos) con gravas minerales han sido descritas. Estas arcillas se corresponden a productos de alteración de calizas. Estas zonas se corresponden a superficies en las cuales la alteración ha sido particularmente importante. Las dolinas son comunes. Las superficies de relieves suaves, a menudo deprimidas, pueden funcionar como zonas endorreicas en las que las arcillas y los limos son arrastrados por la escorrentía sobre los sedimentos.

Las dolinas (2b) identificadas están en la mayoría de los casos rellenas de material fino. La red kárstica asociada a su formación ya no es activa.



Foto 4: Calizas de Los Haitises muy alteradas. La alteración es patente por la rubefacción de las calizas y la parte superior de la capa muy desestructurada (pt 935).



Foto 5: Disolución de la Calizas de la Isabela, plataforma inferior (pt 562).

2.1.4 Formación La Barca. Calizas margosas con corales o calcarenitas (3a); localmente gravas y cantos del zócalo retrabajados (3b) Pleistoceno (Q).

Esta formación está representada por depósitos de una importante variedad litológica y faciológica. Las variaciones laterales son muy rápidas en el interior de esta formación, tanto en dirección N-S como E-W. Los depósitos que la constituyen presentan a menudo características intermedias entre las formaciones Isabela y Los Haitises. La Barca está habitualmente definida por su posición intermedia entre estas dos formaciones.

Se encuentra en contacto con los depósitos pliocenos y en una cota comprendida entre 35 y 50 m en la Hoja San Pedro de Macorís. Es poco potente, raramente más de 10 m, y a veces menos de 5 m. Cuando las condiciones de afloramiento lo permiten (*i.e.* en las canteras con un frente de trabajo suficientemente importante), es posible observar como esta formación reposa directamente sobre la formación Los Haitises la cual está frecuentemente alterada y erosionada.

La formación La Barca contiene principalmente depósitos carbonatados, localmente con una cantidad variable de material terrígeno.

Tres litologías principales han sido identificadas:

- Las calcarenitas que forman la parte fundamental de los depósitos son frecuentemente conglomeráticas. Sus componentes son exclusivamente carbonatados o contienen una cantidad variable de material terrígeno poligénico formado particularmente por elementos de rocas de edad Cretácico superior.
- Calizas finas micríticas con bioclastos y / o corales
- Algunos niveles en los que fracción terrígena es dominante, en el interior de los cuales se intercalan calcarenitas con gravas y cantos.

Las dos primeras litologías han sido cartografiadas como calcarenitas con corales o calcarenitas (3b), la tercera litología ha sido cartografiada como calcarenitas con un fuerte contenido en terrígenos (3a).

El conjunto de estas facies puede encontrarse en varios centenares de metros.

Esta formación aflora relativamente mal en la Hoja de San Pedro de Macorís, un solo afloramiento de buena calidad es visible al norte de la Hoja. Sin embargo, la localidad tipo de esta formación, la cantera CEMEX se encuentra apenas a un kilómetro al norte de la Hoja. Esto permite realizar una buena representación de la organización y de contenido de esta formación.

Esta cantera permite observar el contacto Los Haitises-La Barca. Este contacto se identifica con una ligera discordancia (Foto 6) entre los niveles de Los Haitises y los primeros bancos de la formación La Barca que están ligeramente inclinados hacia el mar. El muro de la formación La Barca es ligeramente erosivo sobre los depósitos de Los Haitises, el techo de la formación Los Haitises muestra una topografía ondulada y relativamente caótica. La

rubefacción es visible en zonas bajo el contacto de estas dos formaciones. Esta morfología del techo de Los Haitises sugiere que esta formación ha sido erosionada y alterada previamente a la deposición de La Barca. Un periodo de emersión parece separar, por tanto, las dos formaciones.

- Los primeros bancos de la formación La Barca están constituidos esencialmente de debris de corales. Los elementos coralinos están bajo la forma de cantos resultantes de trozos de corales rodados y debris de corales de talla arena y grava. Estos niveles están organizados según láminas de varios centímetros de potencia, conglomeráticos, a menudo granodecrecientes (Foto 7). Todos ellos están ligeramente inclinados hacia el mar. Estas láminas son característicos de facies de playa. La inclinación de los primeros bancos de la formación La Barca es debida al propio proceso sedimentario. Se ve es por el hecho de que los bancos inmediatamente superiores al nivel con láminas son perfectamente planos (Foto 6).
- Sobre las facies de playa del muro, se depositan margas con grandes moluscos y gasterópodos. Estos evolucionan hacia depósitos más carbonatados, más bioconstruidos con numerosos pequeños corales ramosos organizados en colonias formando grandes parches de corales.

Esta sucesión vertical de esta capa se traduce en una evolución desde facies de playa hacia facies de lagoon (margas) y de facies de barrera interna (parches con material coralino). Esta evolución se traduce en una dinámica transgresiva, que inicia por la re-instalación de facies marinas, y termina por la instalación de una plataforma carbonatada bioconstruida.

Las facies descritas en la formación La Barca poseen características particulares, intermedias entre las características de las formaciones de Los Haitises e Isabela. Las facies bioconstruidas poseen características próximas a las de la formación Los Haitises, sin embargo las lagunas margosas son más frecuentes en la formación Isabela. Es complicado relacionar esta formación particular con una u otra de las formaciones principales. Los depósitos de la formación La Barca parecen corresponder a una zona de cambio entre las formaciones Los Haitises y La Isabela.

Al oeste del Río Higuamo, la mayoría de las facies sedimentarias de la formación La Barca son calizas margosas bioclásticas, la diferencia con la formación Los Haitises es complicada

estudiando sólo las facies, veremos más adelante que se realiza en gran parte a partir de la morfología.

Al este del Río Higuamo, particularmente en la cantera situada al norte de Alemán, se observan facies más ricas en componentes terrígenos. Dos conjuntos pueden ser diferenciados en esta zona, los niveles inferiores están constituidos esencialmente de materiales terrígenos (3b) con intercalaciones de calcarenitas con gravas y cantos (Foto 8) y los niveles superiores de calizas bioclásticas con algunos elementos terrígenos (Foto 9 y Foto 10), cartografiados como 3a. Los sedimentos más terrígenos encontrados en esta zona particular podrían estar asociados a un aporte terrígeno más importante, por ejemplo el paleorío anterior a la formación La Barca. Este material se redistribuyó a partir de la transgresión marina que dio lugar a la instalación de la formación La Barca.



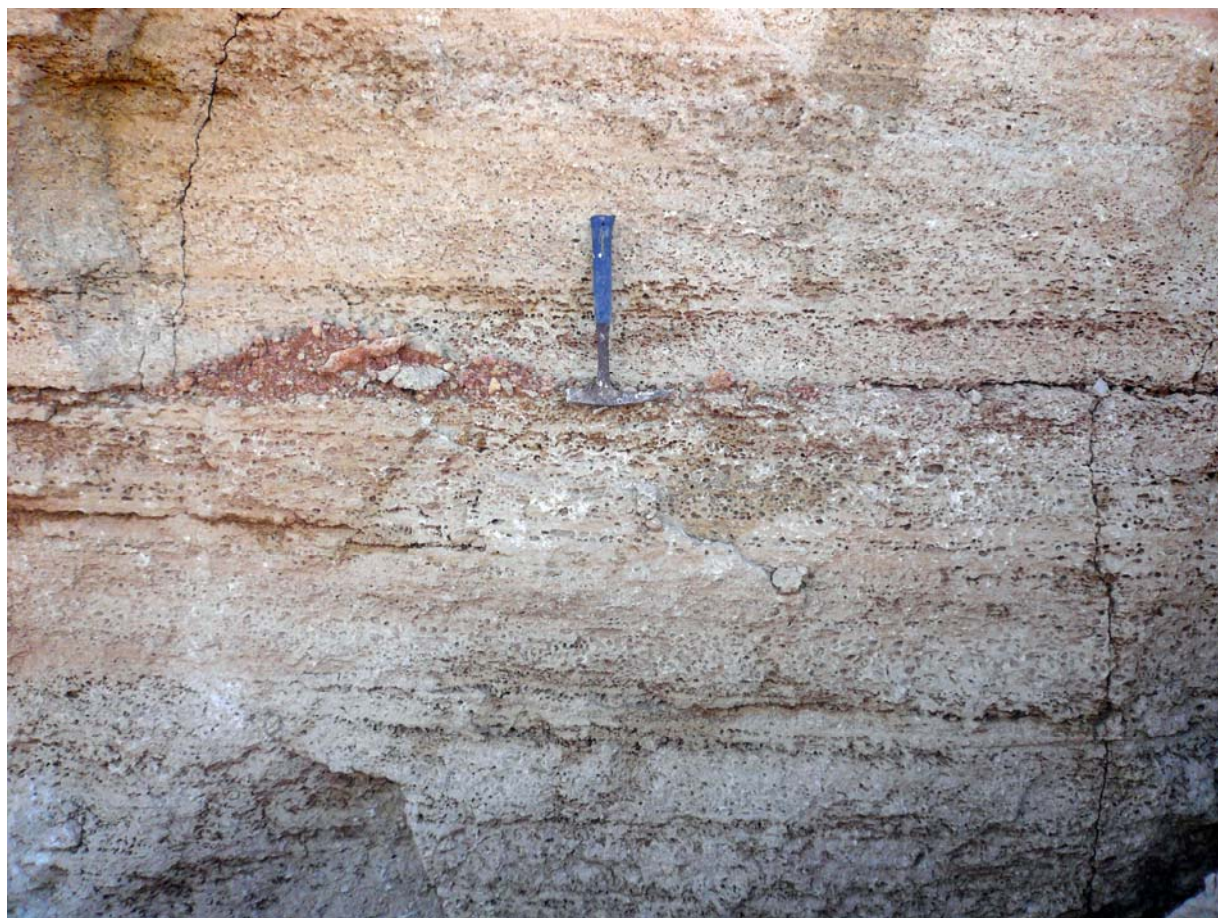


Foto 7: Detalle de la formación La Barca: destaca la organización en láminas de pendiente muy suave. Todos los trozos se corresponden a fragmentos de corales disueltos. Cantera CEMEX, hoja Los Llanos, algunos kilómetros al norte de San Pedro de Macoris.



Foto 8: Nivel de calcarenitas con cantos y gravas de la formación La Barca (3a) pt 579. Cantera CEMEX, hoja Los Llanos, algunos kilómetros al norte de San Pedro de Macorís



Foto 9: Facies de calizas bioclásticas con algunos cantos (pt 581)



Foto 10: Otro ejemplo de calizas bioclásticas con cantos poco numerosos (pt 581)

La formación La Barca es expresión del retorno del mar, que sigue un periodo de emersión más o menos largo, por el cual las calizas de Los Haitises emergen y son alteradas. Los depósitos asociados a esta transgresión son fundamentalmente facies de playa, sin embargo, la presencia de calizas margosas demuestra la deposición de facies de lagoon y en consecuencia de una plataforma carbonatada.

2.1.4.1 Expresión morfológica de la formación La Barca:

La formación La Barca no está siempre presente en el contacto con la Formación Los Haitises. Su presencia se reconoce habitualmente por una morfología particular del paisaje.

A lo largo de la costa caribeña, desde la región de Santo Domingo hasta la costa este de la isla, se observa frecuentemente entre 20-30 m y 40-50 m de cota una ruptura de pendiente muy neta, generalmente denominada El Farallón. El Farallón forma frecuentemente el límite

entre las formaciones Los Haitises y la formación Isabela. Este se corresponde probablemente a un paleoacantilado en el momento de las primeras transgresiones de la formación Isabela.

En las zonas donde la formación La Barca está presente, la morfología del paisaje es diferente. El Farallón está menos acentuado, el relieve es más suave sin ruptura neta de pendiente y la variación de altitud más progresiva.

2.1.4.2 Edad de la formación La Barca

Esta formación es sin ambigüedad más reciente que la formación Los Haitises, sobre la cual es transgresiva. La rubefacción local observada a techo de las calizas de Los Haitises muestra además que esta formación ha estado emergida y alterada durante un periodo más largo antes del depósito de la formación La Barca. Pero la duración de esta emersión, y en consecuencia la laguna temporal entre las dos formaciones, es difícil de evaluar.

La formación La Barca muestra facies diferentes de aquellas de la formación Isabela *sensu stricto*. El contacto con la formación Isabela es difícil de identificar a partir de las observaciones de campo. Sin embargo, la formación La Barca aparece sistemáticamente a cotas muy superiores a aquellas de la formación Isabela, lo que sugiere que las dos formaciones son claramente diferentes.

Parece razonable individualizar la formación La Barca y considerarla como perteneciente a una edad situada entre el final de Los Haitises y el inicio de la Isabela. El techo de la formación Los Haitises está mal datado pero podría pertenecer al Pleistoceno inferior, por la presencia de *Acropora palmata* (observación J.C Braga). Mostraremos más adelante cómo es posible proponer como edad la más antigua posible de la formación La Isabela, una edad correspondiente al estadio isotópico (MIS) 9 o incluso 11 (500.000 años). La formación La Barca, más antigua que la Isabela, podría tener una edad comprendida entre el final del Pleistoceno inferior y el estadio isotópico 11.

2.1.4.3 Implicaciones en términos de historia del elevamiento:

Donde aflora la formación La Barca, el Farallón está ausente o escasamente pronunciado. El farallón se corresponde probablemente a un paleoacantilado en el momento del depósito

de la formación Isabela, lo que indica que existe una importante erosión que corta las calizas de Los Haitises, previa al depósito de la formación Isabela.

Por el contrario, los depósitos de la formación La Barca afloran a una altitud que lateralmente se corresponde al techo del farallón, y próximo a la cota máxima de las calizas de Los Haitises.

Contrariamente a la formación Isabela, la formación La Barca no parece estar precedida de una erosión muy importante sobre Los Haitises. La ausencia de paleoacantilados y el hecho de que las facies de playa que la componen estén a cotas próximas al techo de la formación Los Haitises, sugieren que La Barca se depositó en un periodo donde las calizas de Los Haitises estaban a una altitud próxima al nivel del mar. La predominancia de facies de playa sugiere que la morfología era relativamente plana.

Esto sugiere que la formación La Barca se depositó previa al inicio de (o muy incipiente) levantamiento que condujo a la formación Los Haitises a su posición actual. Como la formación La Barca podría tener una edad comprendida entre el Pleistoceno inferior y el Pleistoceno medio (estadio isotópico 11, 500.000 años) el elevamiento de la parte sur de la isla podría haber comenzado más tarde de los 500.000 años.

2.1.5 Formación La Isabela. Pleistoceno

La formación La Isabela representa la mayoría de los depósitos de la Hoja San Pedro de Macorís.

Bajo esta denominación se pueden recoger las calizas y rocas siliciclásticas asociadas formadas en medios sedimentarios relacionados con los arrecifes que rodearon La Española durante el Pleistoceno. Fue definida por Marcano y Tavares (1982) en las proximidades de La Isabela, en la costa norte de la RD, pero sus características litológicas, de facies y de arquitectura estratigráfica se repiten con pequeñas variaciones en largos segmentos de la costa dominicana, especialmente en el este y sureste.

En la Hoja San Pedro de Macorís se trata de una formación carbonatada arrecifal, rica en corales de tamaño variado. Esta formación está a menudo limitada al norte por un paleoacantilado denominado El farallón (cf. párrafo La Barca). La Isabela aflora en la forma

de diferentes escalones, en sucesivas geometrías en escalera, descendiendo en dirección del mar. El número de estos escalones varía según la zona entre 2 y 4.

En toda la costa del Caribe, entre Santo Domingo en la punta Sudeste, una fuerte ruptura de pendiente se observa entorno a los 20 m de cota. Esta ruptura de pendiente separa una plataforma superior (aflorando a una altitud superior a los 20 m) y una plataforma inferior (aflorando a una altitud inferior a 20 m).

En detalle, es habitual poder diferenciar varios escalones en el interior de estos dos conjuntos principales. En la Hoja San Pedro de Macorís, se han podido diferenciar dos escalones en el interior de alguna de las principales plataformas:

- Dos niveles en la plataforma inferior, que se ven solamente cerca del Río Higuamo y donde el límite está marcado por una suave ruptura de pendiente en torno a 10 m sólo en una parte de la Hoja.
- Dos niveles en la plataforma superior, cuyo límite está marcado por una ruptura de pendiente entorno a los 30 m.

Todos los escalones son la misma expresión morfológica:

Comienzan al sur por una ruptura de pendiente bastante violenta formando un escalón de varios metros de altura. Tras esta ruptura (al norte) se observa una suave cresta (escasamente más de 2 m de altura) de algunas decenas a centenares de metros de largo en la dirección N-S. Detrás de esta cresta, a menudo se inicia una depresión, de relieve muy plano, formando un escalón que se extiende al Norte varios kilómetros.

Cada uno de los escalones de la formación La Isabela es la misma expresión morfológica pero presenta igualmente la misma distribución de litologías y de facies sedimentarias.

Dos litologías y ambientes de depósito principales son identificados en cada uno de estos escalones:

- al sur las calizas arrecifales y de las calcarenitas bioclásticas denominadas: Armazón o parches de corales (4b et 5b)
- al norte las calizas bioclásticas localmente margosas (4a y 5a).

Los depósitos de plataforma superior y de plataforma inferior son idénticos grosso modo, por ello presentamos primero las características de las diferentes unidades de la plataforma superior (4 a, b), y rápidamente las características de la plataforma inferior (5 a, b).

2.1.5.1 Formación La Isabela. Plataforma superior. Calizas bioclásticas o margosas, localmente con gravas (4a) Armazón o parches de corales (4b); Pleistoceno (Q).

2.1.5.1.1 *Armazón o parches de corales (4.b). Pleistoceno (Q).*

Dos tipos principales de depósitos se encuentran en esta unidad, calizas puramente arrecifales, y calcarenitas con corales y bioclastos. Los dos tipos se localizan principalmente en la zona de crestas situadas a techo de las rupturas de pendiente.

Las calizas arrecifales son las más abundantes, frente a las calcarenitas que son de extensión más limitada. Las calizas arrecifales se caracterizan por una gran variabilidad de corales, principalmente corales coloniales de gran tamaño. Estos se agrupan o en verdaderas construcciones arrecifales, (lo que los diferencian de las calizas de Los Haitises), o bien están desplazados (Foto 11). Algunos corales solitarios o coloniales de pequeña talla (*Acropora cervicornis*) pueden verse a muro de estas construcciones arrecifales. Estos representan los primeros estadios de edificación de la barrera.

Una zonación de las especies de corales constructores, de acuerdo a las observaciones actuales, se localizan entorno de la barrera arrecifal propiamente dicha (Geister, 1980, citado por Braga J.C., 2009):

« En la zona situada hacia tierra del núcleo de la construcción predominan las colonias masivas en domos de *Montastrea annularis* y especies de *Diploria*. La construcción se extiende tierra adentro con parches discontinuos de metros a decenas de metros de extensión lateral. En la zona del núcleo de la construcción que corresponde a la zona de rompiente, el coral de ramas muy gruesas *Acropora palmata* (Fig. 10) aparece junto a colonias masivas de *Montastrea annularis*, *Siderastrea*, *Diploria* y *Porites*. Hacia el mar incrementan las proporciones de colonias de ramas finas de *Acropora prolifera* y *Acropora cervicornis*, que acaban siendo dominantes. Según Geister (1980), a mayor profundidad

pasan a dominar de nuevo las colonias masivas de *Montastrea*, *Diploria* y *Porites* » (Braga, 2010)

Las características de las construcciones arrecifales varían poco según las diferentes plataformas. El nivel de barrera situado en torno a 10 m de altitud, perteneciendo a la plataforma inferior, corresponde a las construcciones arrecifales más desarrolladas que en las plataformas situada más alto o que en las plataformas actuales: « Por otra parte, dichas barreras parecen presentar mucha extensión lateral, lo que contrasta, como ya señaló Geister (1980) con el poco desarrollo que tienen los arrecifes actuales en este sector de la Republica Dominicana. » (Braga, 2009).

Las calcarenitas están compuestas de material bioclástico que frecuentemente está constituido por fragmentos de corales. Se limitan a pequeñas zonas, que son a menudo bancos entre las construcciones arrecifales.

Las calizas arrecifales y las calcarenitas se corresponden con una barrera arrecifal propiamente dicha. Las calizas arrecifales se corresponden a la construcción arrecifal en sí, mientras que los niveles de calcarenitas representan tramos entre las construcciones arrecifales.

2.1.5.1.2 . Calizas bioclásticas o margosas localmente con gravas (5b). Pleistoceno (Q).

Las calizas margosas y bioclásticas están situadas detrás de la barrera arrecifal.

Las calizas muy bioclásticas, poco margosas, están frecuentemente situadas directamente detrás de las calizas arrecifales. A medida que nos alejamos del arrecife, los depósitos se tornan menos bioclásticos y más margosos. El cambio es progresivo pero puede operar algunas centenas de metros. El conjunto de estos depósitos es rico en faunas de bivalvos y gasterópodos (Foto 12).

Este conjunto de facies se corresponde con depósitos de lagoon. Las calizas más margosas son más internas. Las facies más bioclásticas se corresponden a depósitos más abiertos, donde la fauna es abundante y donde las tormentas depositaron facies lumaquéllicas.

Estas facies lumaquéllicas se pueden intercalar bastante lejos en el interior de facies más margosas, poseen frecuentemente una forma lenticular y están a menudo erosionadas por las calizas margosas. Estos niveles de lumaquelas presentan potencias decimétricas a varios decímetros.



Foto 11: Construcción coralina, plataforma superior (4b), situada a 20 m de altitud. Pt 960, circunvalación al oeste de San Pedro de Macorís.



Foto 12: Calizas bioclásticas margosas de lagoon (4a) de la plataforma superior. Formación Isabela, situada a 30 m de altitud (pt 936). Cantera al sur de la Carretera Mella.

2.1.5.2 Formación La Isabela. Plataforma inferior. Calizas bioclásticas localmente margosas (5a); armazón o parches de corales (5b). Pleistoceno (P)

La plataforma inferior se diferencia muy poco la plataforma superior descrita anteriormente, destaca únicamente que los arrecifes de la plataforma inferior están habitualmente más desarrollados y más continuos que aquellos de la plataforma superior.

Las construcciones coralinas (5b) están muy desarrolladas en los niveles de muro de la plataforma (en torno a 3 m), como por ejemplo en la proximidad del Malecón de San Pedro de Macorís (Foto 13).

Las pequeñas canteras abandonadas visibles al sur de la carretera San Pedro-La Romana, en el límite de las hojas San Pedro y Boca del Soco, muestran un bello ejemplo de calizas margosas y bioclásticas, típicos de facies de lagoon:

- En el interior de las calizas margosas, numerosos niveles de ostras (lumaquelas), son visibles en el interior de las facies finas (Foto 14, Foto 15). Las conchas están variablemente fracturadas. La geometría de estos niveles de lumaquelas es muy ondulada a muro y a techo. Esto demuestra que no se trata de un depósito in situ (construcción), sino de una acumulación en masa debido a corrientes violentas, como el caso de tormentas o huracanes.



Foto 13: Ejemplo de construcción coralina en los niveles de la Isabela más a muro de la plataforma inferior, (pt 533) Malecón de San Pedro de Macorís.



Foto 14: Facies margosas y bioclásticas de lagoon (5a) con intercalaciones de lumaquelas. Destaca la geometría de los bancos que demuestra depósito bajo la influencia de una corriente (pt 569). Cantera al sur de la carretera La Romana- San Pedro de Macorís

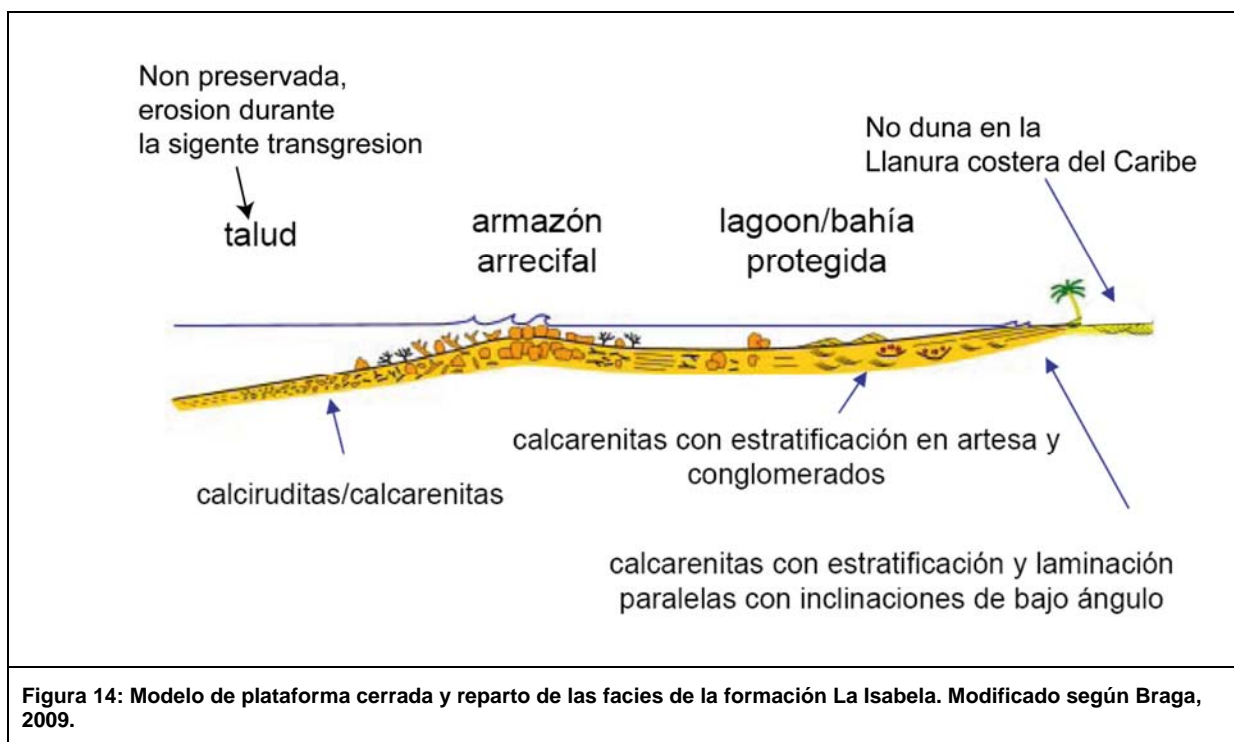


Foto 15: Detalle de una intercalación de lumaquelas, la organización de las conchas y su fracturación indica un depósito bajo la influencia de una corriente (pt 569).

2.1.6 Interpretación de los depósitos de la formación La Isabela o equivalentes:

2.1.6.1 Interpretación en términos de ambiente de depósitos:

Un modelo de depósito (Figura 14, según Braga) puede proponerse en función del conjunto de facies y su distribución.



2.1.6.2 Firma morfológica de los diferentes depósitos de plataforma

El conjunto de estos depósitos tiene una firma morfológica particular:

Las calizas arrecifales *sensu stricto* formaban un relieve durante el depósito (Figura 14). Por otra parte, son más duros que las calizas margosas bioclásticas y, por tanto, más resistentes a la erosión. En consecuencia, forman la cresta observada detrás de las rupturas de pendiente que limitan los diferentes escalones.

Detrás del arrecife propiamente dicho, las calizas de lagoon más blandas forman frecuentemente las depresiones.

Asociada a puntos de observación en el terreno, esta firma particular permite trazar el límite de facies entre las calizas arrecifales (unidad de calizas arrecifales y calcarenitas) y calizas de lagoon (calizas bioclásticas margosas).

2.1.6.3 Registro de las variaciones del nivel del mar y edad de los depósitos de plataforma.

2.1.6.3.1 Relaciones entre las diferentes plataformas.

En el momento de la redacción de esta memoria, las únicas datación radiométrica o bioestratigráfica son los Schubert y Cowart (1980) que dan una edad de 121 +/- 9 ka a los depósitos situados a 6 y 7 m de altura. Además, se observan raramente los contactos entre los diferentes niveles de plataforma. Es por ello, difícil proponer con certeza una cronología relativa (o absoluta) de las diferentes plataformas. Por tanto formularemos la hipótesis más simple y que es objeto de consenso entre las diferentes personas que han trabajado en la formación Isabela.

Anteriormente se ha visto como cada una de estas plataformas se corresponde a un perfil que va desde el arrecife al lagoon más interno (Figura 14). Todos estos niveles de plataforma muestran la misma evolución. A nivel de la barrera, los cortes tipo muestran las siguientes sucesiones:

- Los primeros depósitos son de calizas bioclásticas. Hacia arriba, se enriquecen progresivamente en corales. Los primeros corales son pequeñas formas, solitarias y coloniales, donde la especie más común son *Acropora cervicornis*. Esta parte inferior se corresponde a depósitos de lagoon, menos en menos internos.
- Sobre estos primeros depósitos, la construcción arrecifal se desarrolla bajo la forma de bioconstrucciones donde las formas de gran tamaño se instalan y proliferan, esta zona de barrera entonces está caracterizada por el dominio de *Acropora palmata*.
- Encima del nivel arrecifal, se observa frecuentemente un nivel bioclástico poco potente, a menudo erosivo sobre los depósitos arrecifales. Ese nivel puede ser calcarenítico y presentar figuras sedimentarias. Se corresponde con la progradación de facies de lagoon. Este episodio marca el final de la construcción arrecifal y representa el último depósito registrado antes de la elevación de la plataforma.

Esta evolución registra principalmente una tendencia transgresiva desde los primeros depósitos hasta el techo del arrecife, la tendencia regresiva está únicamente registrada por la progradación de facies de lagoon.

Las plataformas carbonatadas se forman durante la fase de máximo del nivel marino, las secuencias transgresivas registradas se corresponden a fases de subida del nivel del mar. La progradación muy rápida de facies de lagoon registra el inicio de tendencia regresiva relativamente brusca que finaliza con la emersión de la plataforma. La bajada brusca del nivel del mar que origina la emersión puede explicarse localmente por los depósitos de regresión forzada, como en la desembocadura del Río Yuma (Hoja Boca de Yuma, Mediato, 2010; Braga, 2010).

En los periodos de caída del nivel del mar, las plataformas emergen probablemente de un modo muy rápido y pueden entonces sufrir alteración y karstificación.

2.1.6.3.2 Edad relativa de las plataformas:

Se observa frecuentemente una alteración más importante de los niveles de plataforma superior. Así mismo el aragonito de los corales sólo se preserva en la terraza más baja. Estos puntos podrían sugerir que los sucesivos escalones descendientes hacia el mar, se corresponden a edades decrecientes desde las más antiguas para las plataformas más elevadas a las más recientes para las más basales. La interpretación siguiente fue formulada por Braga 2009:

La disposición escalonada se debe a la interacción de las oscilaciones del nivel de mar global (nivel eustático) y el levantamiento del sustrato, en este caso las distintas áreas de la costa de la República Dominicana. Durante los últimos 500 Ma (Pleistoceno medio y superior), el nivel eustático ha sufrido repetidos cambios dramáticos, de más de 120 m de variación máxima y otras variaciones menores de 11 metros a decenas de metros. En un determinado nivel de mar alto, crecen arrecifes a lo largo de la costa, forman los correspondientes depósitos calizos y los depósitos del lagoon; cuando baja el nivel eustático, los arrecifes recién formados emergen y quedan expuestos a la meteorización y erosión y empiezan a sufrir karstificación. Si el mar vuelve a recuperar su nivel eustático de cuando se formó el arrecife anterior, los nuevos arrecifes ya no van a crecer donde los anteriores, ya que en el periodo de tiempo transcurrido mientras el nivel de mar estaba más

bajo, el sustrato, la isla que está experimentando levantamiento tectónico, ha levantado los arrecifes anteriores y la nueva costa queda a sus pies, a la altura de los antiguos taludes arrecifales. Mientras que crecen los nuevos arrecifes y forman nuevos depósitos sobre los taludes de los arrecifes de la fase previa, el mar excava sobre las calizas de estos últimos un acantilado con una muesca basal y los escalones adquieren una doble configuración de construcción/sedimentación y de modelado geomorfológico. Este proceso se repite varias veces a lo largo del Pleistoceno Medio y Superior.

El número de « escalones » visibles es la consecuencia de las oscilaciones del nivel marino, del levantamiento de esta zona de la isla, y finalmente de la dinámica erosiva en cada nueva subida del nivel marino.

2.1.6.3.3 Edad absoluta y discusión.

La única información válida que se tiene sobre la edad de la Fm. La Isabela procede de las dataciones radiométricas realizadas por Schubert y Cowart (1980) entre Punta Caucedo y San Pedro de Macorís, en la Llanura Costera del Caribe meridional (Tabla 1). Estos autores ofrecen un conjunto de valores de edad para muestras tomadas entre 6 y 7 m de altura, de las que se debe considerar válida la más joven (121 ± 9 ka) ya que la alteración/contaminación de muestras suele implicar el incremento de uranio terrígeno y da como resultado edades más antiguas. Esto sitúa su formación en el Estadio Isotópico Marino 5e (en adelante MIS 5e). Si tomamos como referencia la zona en que esta edad fue determinada (a medio camino entre Boca Chica y San Pedro de Macorís), la terraza datada alcanza 10 m de altitud máxima (en la zona hay otra más baja a 2-3 m). Esto implica un levantamiento de 0,06 a 0.08 mm/año si consideramos la altura de la muestra o la máxima de la terraza, respectivamente. Aplicando esta tasa de levantamiento, el escalón consecutivamente más alto, cuyo techo está a 30 m, tendría una edad de entre 375 ka y 500 ka. Esta pinza de edad sugiere que la terraza se generó en el MIS 11, cuyo pico de nivel de mar está alrededor de 400 ka. (Braga, 2009). Del mismo modo podríamos pensar que la edad de esta plataforma situada a 30 m de altitud se corresponde al interglaciario MIS 9, y que los depósitos de la formación La Barca situados más arriba se correspondan a la subida del nivel del mar MIS 11.

2.1.6.3.4 Edad de los depósitos de la Formación La Isabela en la Hoja La Romana,

En la hoja San Pedro de Macorís, tres niveles principales de plataforma arrecifal pueden ser identificados (Figura 15), el primero se corresponde a la plataforma inferior, situado por debajo de 20 m de altitud; el segundo en torno a 22 m de altitud; y el tercero que se inicia a 30 m de altitud. Según la interpretación previa, los depósitos de plataforma más a muro, situados a menos de 10 m de cota (aproximadamente a la misma altitud que los depósitos datados por Schubert y Cowart, 1980) son los más recientes, y pertenecen al último periodo de subida del nivel del mar en el estadio isotópico 5 (MIS 5). Considerando que los diferentes niveles de plataforma se depositan durante estadio de nivel del mar alto y en un contexto de levantamiento generalizado, la plataforma situada más alto de 20 m ofrece una edad correspondiente al estadio 7. Finalmente, la plataforma más elevada, que se inicia a 30 m de cota, podría quizás corresponder a un estadio isotópico 9 al estadio 11. Considerando un levantamiento de 0,06 a 0.08 mm/año, la ligera variación de cota entre las dos plataformas (menos de diez metros) va en el sentido de una edad correspondiente al estadio isotópico 9.

Una cuarta plataforma, la más alta, situado en la proximidad de la formación Los Haitises, se atribuye a la formación La Barca. Debido a la lógica seguida en los niveles inferiores, ésta podría pertenecer a la formación La Barca al estadio isotópico 11.

En detalle, es posible individualizar varios niveles en el interior de la plataforma inferior (Figura 15). Se tienen en cuenta varias crestas y escalones. Los dos niveles más marcados están situados a 5-6 m, a lo largo de la costa, en torno a 10 m de altitud. Los dos niveles de plataforma, individualizados pero con altitudes muy próximas se atribuyen al estadio isotópico 5. El estadio isotópico 5 está marcado por variaciones de amplitud del nivel mar de alta frecuencia, como por ejemplo, los estadios 5e y 5a. Los diferentes niveles de la plataforma inferior podrían corresponderse con pequeñas variaciones en el interior de un periodo de máximo del nivel del mar. Esto podría explicar las suaves variaciones de altitud entre los niveles. La duración que separa las variaciones en el interior del estadio son relativamente cortas, el levantamiento entre dos máximos del nivel marino sucesivos es escaso.

Otro nivel basal es visible muy puntualmente, en torno a 3 m, por ejemplo en el Malecón de San Pedro de Macorís. Este podría igualmente pertenecer al estadio 5, y haberse depositado durante un periodo de menor nivel marino en el interior de este estadio

interglaciar. Otra interpretación (Braga 2010) se basa en la hipótesis de un levantamiento continuo, atribuye el nivel a una edad mucho más reciente, en torno a 30.000 años. Sin embargo, esta edad se corresponde a un periodo de bajo nivel marino.

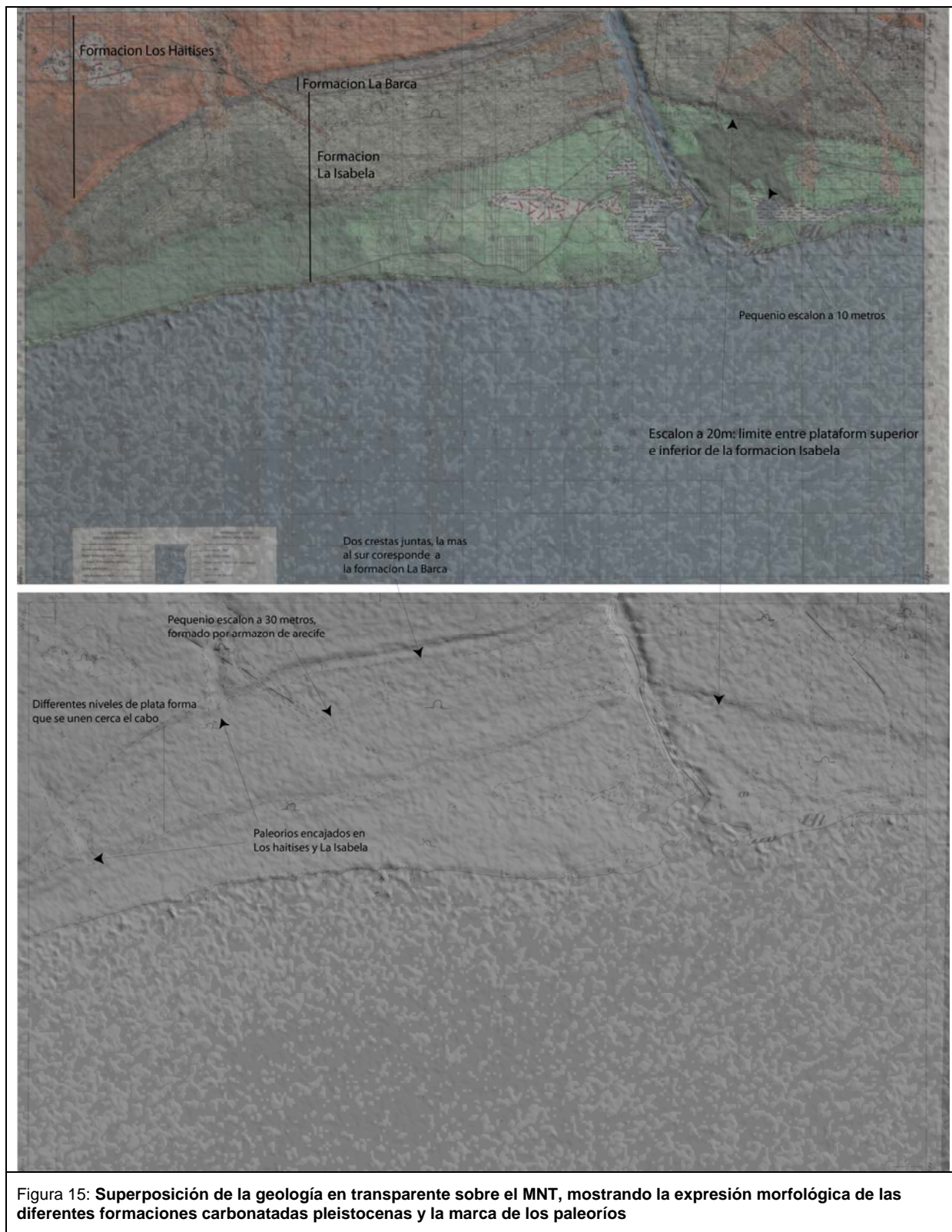
ESTIMACIONES DE EDADES Y TASAS DE ELEVACIÓN EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE
(Basado en datos de Braga, 2010)

FORMACIÓN	TERRAZA MARINA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	SUPERFICIE DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE EQUIVALENTE	COTA (m)		DATACIÓN (ka)	TASA DE ELEVACIÓN (mm/año)	EDAD
				SAN PEDRO-BOCA CHICA	SANTO DOMINGO			
LA ISABELA	r1	5		2		24,1	0,083	PLEISTOCENO SUPERIOR
				3		36,1	0,083	
	r2	5	INFERIOR	6	6		0,050	
				10		121±9	0,083	
	r3	5		12	20	144,6	0,083	
r4	4	INTERMEDIA	30		361,4	0,083	PLEISTOCENO MEDIO	
				50	303,0	0,165		
r5				55	333,3	0,165		
LOS HAITISES	r6?	1	SUPERIOR	60	70	781,0	0,090	PLEISTOCENO INFERIOR
						3.500,0	0,017	PLIOCENO

126 ka
781 ka
1806 ka
3500 ka

121: datación absoluta (Schubert y Cowart, 1982)
332,8: datación estimada en base a las tasas de elevación

Tabla 1: Tasa de elevación y edad de las unidades arrecifales de la Hoja de Boca Chica en el contexto de la Llanura Costera del Caribe occidental



2.1.7 Paleoríos y paleoestuario (6). Arcillas y limos, con arenas, gravas y cantos Pleistoceno (Q).

Esta formación está compuesta estrictamente por sedimentos terrígenos. Contienen una matriz limo-arcillosa roja, relativamente abundante, en la que se encuentran en cantidades variables gravas y pequeños cantos, organizados o no organizados en niveles. Existen pocos cortes buenos en esta formación. Entonces esta habitualmente identificable sólo por el color rojizo de los depósitos y una cantidad variable de cantos y gravas. La potencia de esta formación supera escasamente el metro. La principal particularidad es su extensión relativamente limitada y su asociación con morfología fácilmente identificables en el paisaje. En efecto, estos depósitos se encuentran en el interior, o a menudo en las desembocaduras, de incisiones muy visibles en el paisaje y encajadas en las formaciones pliocenas y cuaternarias.

Estas incisiones están particularmente rellenas de un material limo arcilloso, mientras que los depósitos limo arenosos con gravas y cantos se observan en lóbulos a la salida de las incisiones de los ríos. El conjunto de estos depósitos reposan principalmente sobre los niveles de plataforma superiores (de altitud superior a 20 m), pero se observan igualmente sobre el nivel de plataforma situada en torno a 10 m de altitud. En la hoja San Pedro de Macorís, un encajamiento se observa en diferentes niveles carbonatados, desde los depósitos pliocenos de Los Haitises hasta los depósitos de la plataforma carbonatada superior (superior a 20 m) de la formación Isabela (Figura 15). No encajamiento existe en los niveles de la plataforma inferior.

Estas morfologías y depósitos asociados se corresponden a paleoríos que son la marca de la red hidrográfica anterior a la red actual. Son probablemente el producto de fases de bajada del nivel del mar cuando los depósitos de la formación Isabela anteriores estaban totalmente expuestos y la erosión del continente y sedimentación terrígena se reanudase.

El encajamiento en los depósitos superiores a 20 m de altitud demuestra que los ríos son posteriores a los depósitos de la plataforma superior. La ausencia de encajamiento en la plataforma situada a 10 m sugiere que la dinámica erosiva no estaba activa en el momento de la emersión de estos niveles. La plataforma inferior es atribuida al último estadio interglaciar (MIS 5). Esto sugiere que desde el último estadio interglaciar, los paleoríos estaban abandonados, y que las incisiones están concentradas principalmente en los

grandes ríos actuales (i.e. El Río Higuamo). La presencia de depósitos puntuales a techo de la plataforma a 10 m es probablemente debido a un funcionamiento marginal de la red, por ejemplo asociado a grandes precipitaciones.

Estos paleoríos fueron probablemente activos desde el estadio glacial que precede el depósito de la plataforma situada a 10 m, (i.e MIS 6). Estos cesaron su actividad durante el último estadio interglacial (MIS 5), periodo durante el que se formó la actual red hidrográfica.

2.1.8 Lagunas colmatadas (7). Limos y arenas. Holoceno (Q₄)

Las lagunas colmatadas se corresponden a zonas de plataforma con fuerte cobertura vegetal, frecuentemente muy húmeda. Los depósitos descritos son limos que pueden ser arenosos. Las zonas de laguna colmatada son de extensión relativamente limitada, estos están frecuentemente limitados más abajo por la ruptura de pendiente correspondiente a la plataforma situada en torno a 10 m de cota. Ejemplos de lagunas colmatadas también antiguas se localizan al este del Río Higuamo (Figura 15). Los niveles de plataforma arrecifal y los cordones litorales más recientes son aislados en zonas en depresión que son progresivamente colmatados. Las lagunas colmatadas se corresponden en ese caso con antiguas lagunas.

2.1.9 Terraza aluvial baja y llanura de inundación (8). Limos, arenas y gravas Holoceno (Q₄).

El curso del Río Higuamo se encaja en los depósitos de las formaciones Los Haitises e Isabela. En el interior de estas incisiones se separan los fondos de valle (14), formando el curso actual de los ríos y las terrazas correspondientes al curso mayor de los ríos. En la hoja San Pedro de Macorís, se observan únicamente terrazas aluviales bajas situadas sólo algunos metros (menos de 5 m) sobre los cursos actuales. Estas terrazas están formadas en gran parte de materiales limosos en los que se intercalan bancos más o menos importantes de material grosero (arenas, gravas y cantos, a menudo sedimentados en masa). Esta sedimentación refleja el modo de depósito en el interior de los ríos, marcado por crecidas importantes en respuesta a las fuertes inundaciones estacionales.

2.1.10 Lagunas costeras (9). Limos negros (Q₄).

Estas lagunas se corresponden con zonas planas en depresión, protegidas del mar por los cordones litorales, o por los últimos depósitos de la formación Isabelita. En este último caso, se asientan sobre antiguos lagoons conectados al mar por zonas en depresión. Estas lagunas se localizan principalmente entorno al estuario del Río Higuamo. Todas las lagunas están en curso de relleno por materiales limosos negros (consecuencia de la reducción de materia orgánica) con algunas intercalaciones de arenas arrastrados por el mar durante grandes tormentas o huracanes.

2.1.11 Fondo de valle. (10) Limos, arenas y gravas Holoceno (Q₄).

A causa del régimen torrencial, inducido por las importantes lluvias estacionales, los ríos tienen capacidades de transporte particularmente importantes y pueden cargar grandes cantidades de material de tamaños variados, provenientes de la erosión. Las crecidas actuales actúan sobre los aluviones antiguos y los redepositan en los meandros y a lo largo de los valles. El cauce del río Higuamo está jalonado de cordones más o menos continuos de arenas, gravas y cantos. La composición es función de la naturaleza de los terrenos sobre lo que circula, pero con una gran carga de material del Cretácico Superior.

2.1.12 Marisma baja o manglar (11). Lutitas con abundante vegetación. Holoceno (Q₄)

En las zonas costeras de escaso relieve, particularmente en la desembocadura del Río Higuamo, los manglares pueden extenderse algunos centenares de metros de longitud. Las zonas de manglar están dispuestas a lo largo de los ríos. Estas zonas están caracterizadas principalmente por la presencia de una vegetación típica, muy densa, de plantas adaptadas al medio acuoso. Los depósitos que se identifican son principalmente arcillas y limos con una cantidad variable de arenas. La fuerte antropización actual sobre las zonas costeras de la República Dominicana tiende a reducir la extensión natural de las zonas de manglar.

2.1.13 Playa y cordón litoral actual (12). Arenas y gravas. Holoceno (Q₄).

Las playas actuales son relativamente poco numerosas a lo largo de la costa, ya que se trata fundamentalmente de una costa rocosa formada por los niveles de barrera arrecifal

más recientes. Están situados actualmente a algunos metros de altura por efecto del elevamiento generalizado de la región, y forman pequeños acantilados de pocos metros de altura (2 a 6 m). Las playas están, a veces, presentes en las depresiones entre los acantilados (bahías), donde están asociadas a un cordón litoral debido a la presencia de un río en las inmediaciones. Estas playas están principalmente constituidas de arenas. Sin embargo, las importantes tormentas y huracanes afectan estacionalmente esta zona, transportan hacia la playa cantidades variables de troncos flotando y material coralino arrancado de la barrera arrecifal. Estas tormentas pueden igualmente transportar bloques de varios metros cúbicos. Dada la atracción turística que crea la parte de las playas de la zona estudiada hace que sufra una intensa antropización, particularmente en la región de Guayacanes y Juan Dolio.

2.1.14 Arrecife actual (13). Calizas organógenas y calizas detríticas. Holoceno (Q₄).

Algunos escasos arrecifes existen aún en la actualidad. Estas construcciones coralinas son idénticas a las construcciones fósiles de la formación Isabelita. Cabe destacar únicamente que estas construcciones son mucho menos continuas actualmente que aquellas descritas en las plataformas fósiles estudiadas. Los arrecifes actuales sufren mucho la contaminación por proximidad de villas y tienden a ser escasos.

2.1.15 Antrópico. (14) Actual

Una fuerte antropización está presente en la zona de la villa de San Pedro de Macorís, con la destacada proximidad a la villa de dos grandes tanques cloacales. El resto de la hoja está relativamente poco antropizado, con excepción de la costa entorno a Juan Dolio y Guayacanes, donde se han instalado muchos Resort. Entorno a San Pedro y de Juan Dolio, numerosas canteras abandonadas sirven actualmente de basurero.

3 TECTÓNICA

3.1 ESTRUCTURA

La Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III) se localiza en el sector SE de la Llanura Costera del Caribe, espectacular planicie bajo cuya cobertera sedimentaria plio-cuaternaria se ocultan las estructuras de dirección NO-SE de las cordilleras Central y Oriental. El espesor de esta cobertera sedimentaria es variable, pudiendo señalarse como cifra orientativa los más de 600 m atravesados por los sondeos efectuados en el ámbito de San Pedro de Macorís (Valladares *et al.*, 2006), que también han señalado una profundidad superior a 1.000 m para los materiales del basamento mesozoico-paleógeno. Entre ambos conjuntos se constata la existencia de una serie sedimentaria de algo más de 300 m de potencia, atribuida con reservas al Mioceno.

El mapa de gradiente vertical de la región señala la prolongación en profundidad de las estructuras de dirección NO-SE de las cordilleras (Figura 16; Figura 17), que en el sector oriental de la Llanura Costera se manifiesta a través de un sistema de fracturación que parece guardar relación con la deformación de la Cordillera Oriental. La morfología de la Llanura, con escalonamientos de gran continuidad paralelos al litoral, es el resultado de relación eustatismo-sedimentación y del ascenso generalizado de La Española, durante el Plioceno-Cuaternario, provocando la consiguiente retirada marina. En cualquier caso, en la llanura dicho ascenso se articula sin la actividad de falla alguna.

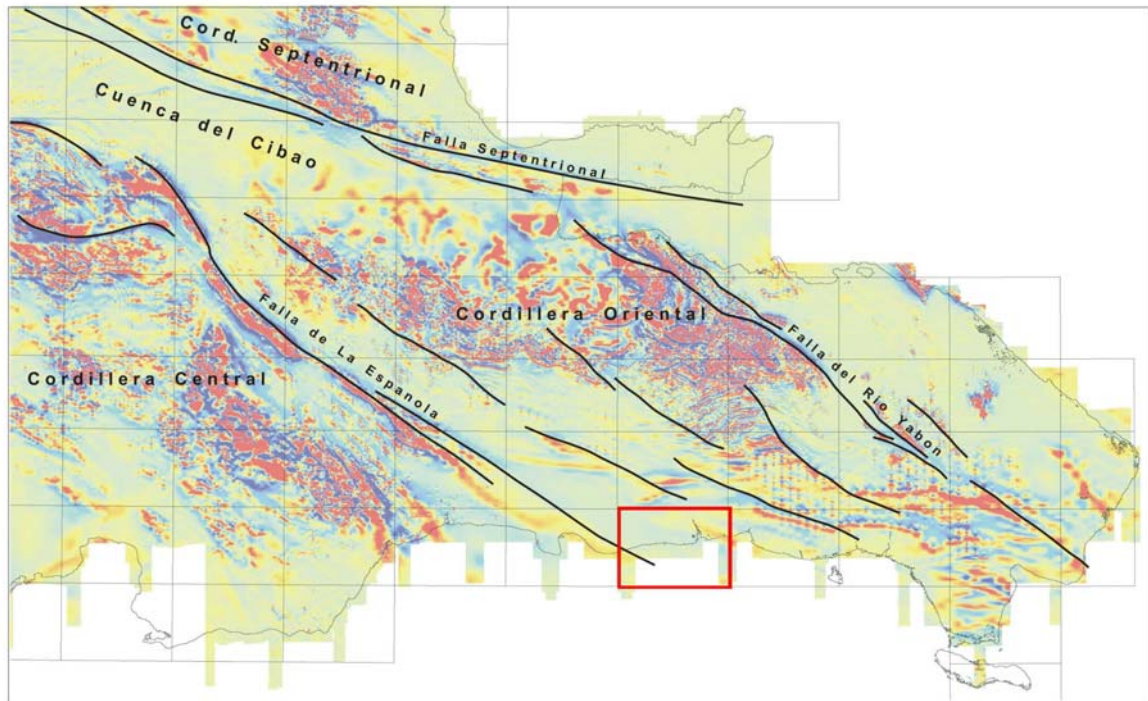
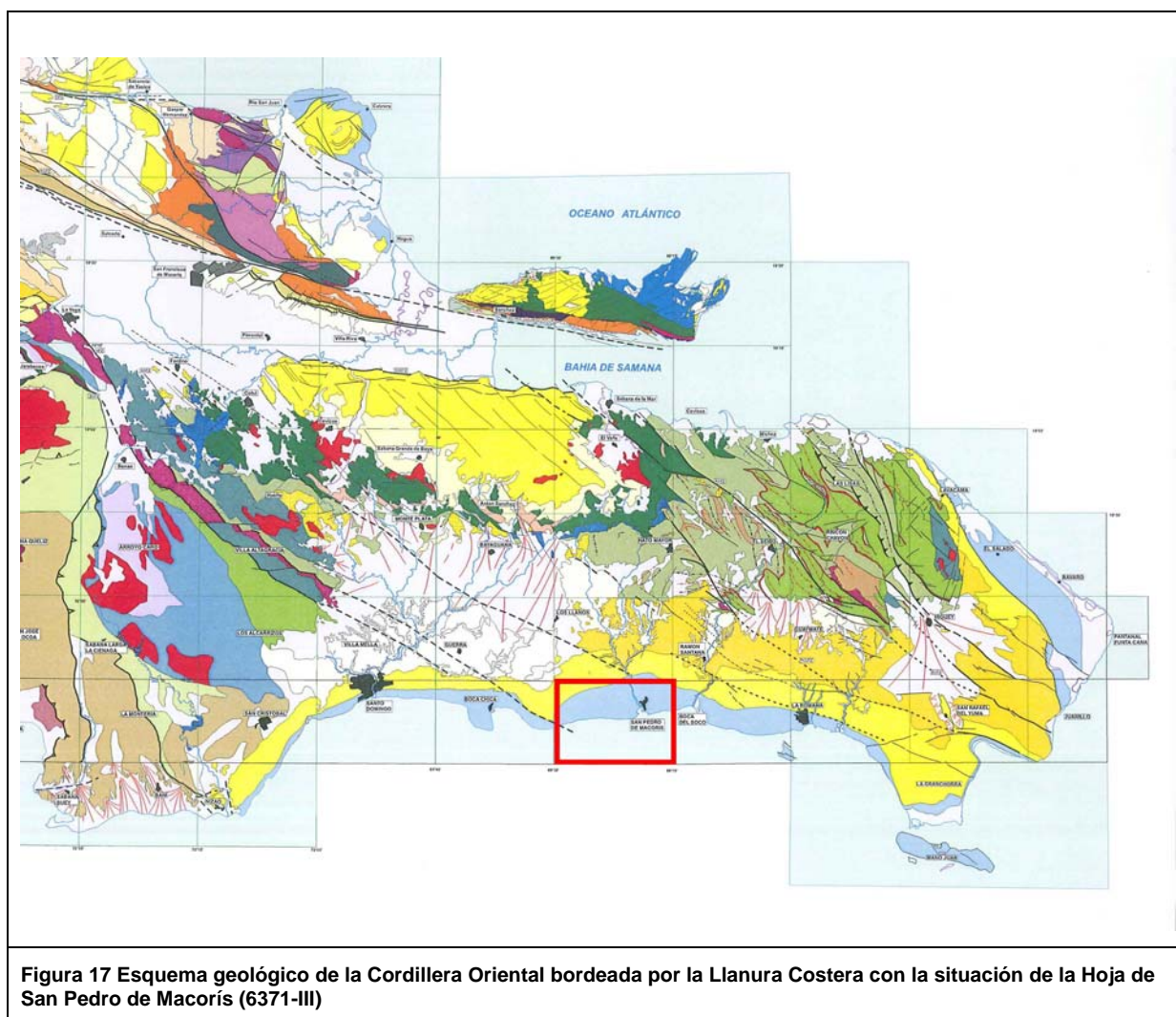


Figura 16: Principales estructuras del subsuelo de la Llanura Costera del Caribe deducidas del mapa de gradiente vertical (vuelo aeromagnético CGG, SYSMIN, 1996), con la posición de la Hoja de San Pedro de Macoris (6371-III)

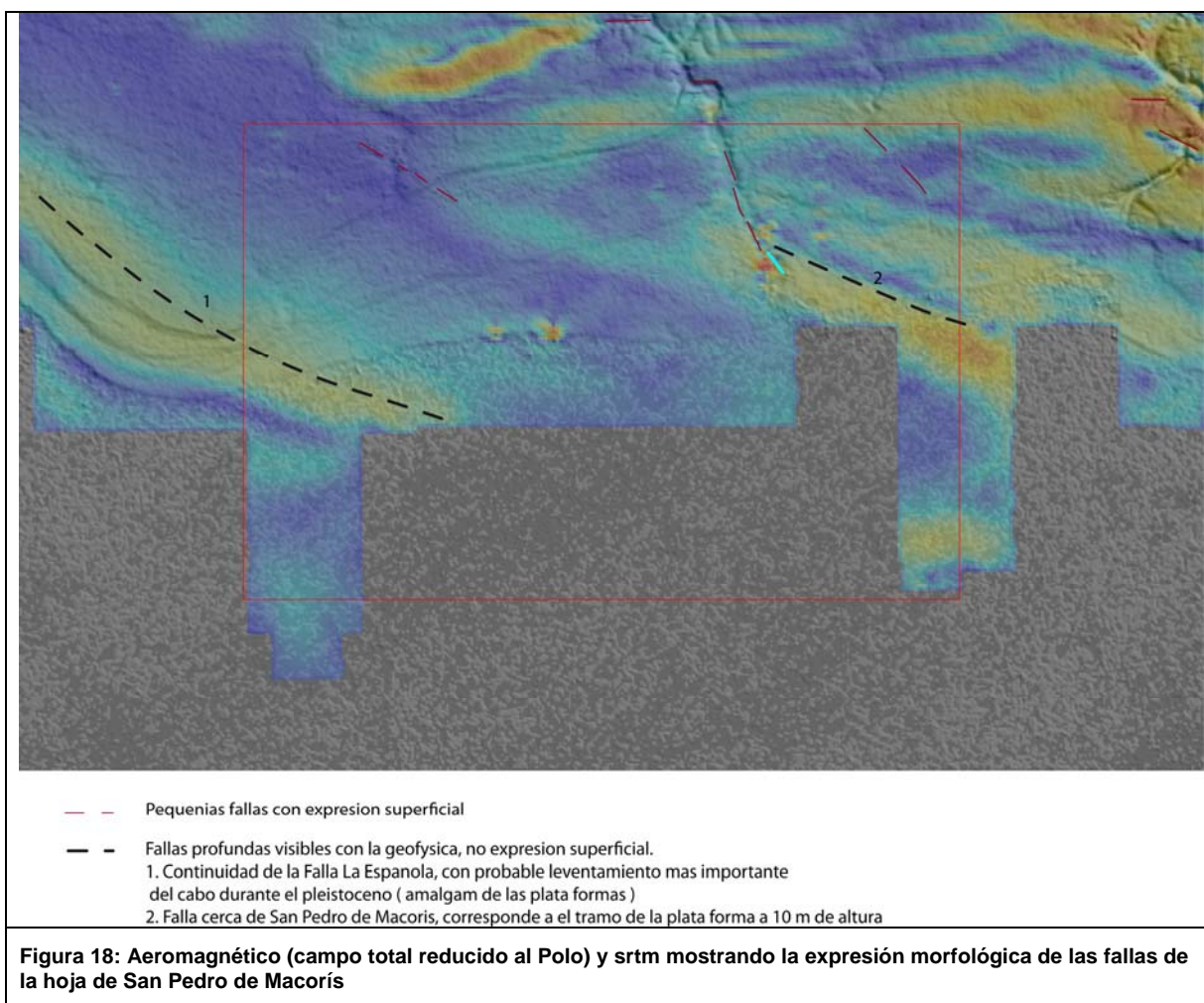


3.2 ESTRUCTURA DE LA HOJA DE SAN PEDRO DE MACORÍS

En el ámbito de la Hoja, el mapa de gradiente vertical refleja la estructuración del sustrato según una dirección preferente NO-SE (Figura 16; Figura 17, Figura 18), identificándose la prolongación de la Falla de La Española en la extremidad oeste de la Hoja, donde su presencia ha sido evidenciada a más de 1.000 m de profundidad (Valladares *et al.*, 2006). Se puede subrayar que esta dirección NO-SE corresponde al tramo de costa entre Boca Chica y la Hoja de San Pedro de Macorís, donde las diferentes unidades de la Fm La Isabela se amalgaman (Figura 18). Lo que sugiere que este cabo ha funcionado como bajío, (con levantamiento más importante) durante todo el Pleistoceno. Cerca de San Pedro de Macorís, un otra falla profunda esta probable, esta falla corresponde al tramo de la costa al sur de San Pedro de Macorís, particularmente a la trama del escalón a 10 m de altura.

En superficie, el cauce del río Higuamo, subraya la dirección de fracturas siguientes NNO-SSE.

Del mismo modo los pequeños paleoríos de las esquinas NO y NE de la Hoja subrayan la dirección NO-SE.



Estas fracturas testificando la indudable actividad geotectónica durante el Cuaternario. El ascenso de la plataforma carbonatada pliocena con respecto al nivel del mar no es justificable únicamente por variaciones del nivel del mar, sino que debe enmarcarse en un proceso de envergadura geodinámica que se refleja en el ascenso de La Española y el consiguiente incremento de su superficie.

Este ascenso se ha producido con tasas de elevación diferentes en los distintos dominios de la isla. En este sentido, pese a la escasez de dataciones existentes en materiales

cuaternarios, los datos aportados por los aterrazamientos marinos asociados a las formaciones La Isabela y Los Haitises, permiten establecer al menos pautas generales y tasas de elevación orientativas (Tabla 1). (ver capítulo Edad de la Isabela: 2.1.6.33)

Por tanto, desde el MIS 5e (117-128 ka) la zona occidental de la Llanura Costera del Caribe ha estado elevándose con una velocidad media bastante moderada de entre 0,050 y 0,165 mm/año.

En cualquier caso, el levantamiento se mantiene desde el cese del depósito de la Fm Los Haitises, es decir, al menos desde el Pleistoceno Inferior, pero la imprecisión sobre la edad de los carbonatos más recientes dentro de esta formación deja muy abiertas las estimaciones sobre tasas de levantamiento, si bien la altitud actual de sus calizas someras puede dar una idea de dichas tasas.

En concreto, en el ámbito de San Pedro de Macorís presentan su altitud máxima en el sector Norte de la Llanura, con una cota próxima a +60 m. Considerando que el depósito de las calizas concluyó en el Pleistoceno Inferior (781 ka), la tasa de levantamiento sería de 0,090 mm/año y si por el contrario, se asume que las calizas dejaron de acumularse y empezaron a emerger al final del Plioceno Inferior (hace 3,5 millones de años, lo que sería el otro extremo del impreciso intervalo de edad en que podemos acotar la formación), la tasa sería de 0,020 mm/año. En el sector de San Pedro de Macorís, donde la cota máxima es de +60 m, la tasa de elevación se reduce a 0,017-0,077 mm/año. En cualquier caso, esta tasa de elevación de 0,017-0,090 mm/años resulta sensiblemente inferior a la experimentada por la Fm Los Haitises en otros lugares de la isla, como las cordilleras Oriental y Septentrional.

4 GEOMORFOLOGÍA

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

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

4.1 ESTUDIO MORFOESTRUCTURAL

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

Sobre la arquitectura labrada por los procesos anteriores han actuado con mayor o menor eficacia la morfogénesis fluvial, lacustre-endorreica, poligénica y marina-litoral.

4.1.1 Formas estructurales

Se distribuyen por todo el ámbito de la Hoja. En el caso de las formas estructurales de origen tectónico se concentran casi exclusivamente en el sector oriental, correspondiendo

fundamentalmente a *fallas* y *fallas supuestas* con expresión morfológica de dirección NO-SE y NE-SO en la distribución de algunos tramos de la red fluvial.

Por otra parte, las morfologías condicionadas por la distinta resistencia ofrecida por los materiales aflorantes a la erosión, o litoestructurales, consisten fundamentalmente en *superficies estructurales degradadas* generadas a techo de niveles calcáreos de la Fm Yanigua y, con mucha mayor extensión, de las Fms Los Haitises y La Barca (Fig. 2.2). En este caso, se trata de la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe (Fig. 2.1), que alberga las cotas más elevadas de la llanura en la región, llegando a alcanzar puntualmente +80 m, si bien son más frecuentes valores de +70 m en la parte oriental del río Soco y de +50 m en la parte occidental. Aunque parece evidente su carácter estructural, es probable que también haya sufrido la acción de la morfogénesis marina-litoral durante su formación.

En sector NE de la Hoja, donde afloran los materiales cretácicos se distinguen otras formas relacionadas con la distinta resistencia a la meteorización, como son: *líneas de capa con indicación de buzamiento, escapes estructurales, resalte en capas horizontales y crestas*.

4.2 ESTUDIO DEL MODELADO

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como el borde de la Cordillera Oriental y la Llanura Costera del Caribe, tiene como resultado una expresión sensiblemente diferente. Así, el modelado de la cordillera es el producto de una evolución presidida por los procesos ígneo-metamórficos y tectónicos acaecidos a partir del Mesozoico, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, morfogénesis fluvial y gravitacional encaminadas a su destrucción y la formación del piedemonte que se reconoce en todo su borde meridional.

Por lo que respecta a la Llanura Costera del Caribe, son los procesos marino-litorales los condicionantes fundamentales de la morfoestructura básica, habiendo actuado sobre ella con mayor o menor efectividad procesos de origen fluvial, kárstico, lacustre-endorreico y poligénico.

4.2.1 Formas gravitacionales

Poseen escasa relevancia debido al predominio de las grandes planicies. Además tampoco se han observado formas cuyas dimensiones permitan su representación. Por una parte, la estructura “masiva” de los afloramientos minimiza su inestabilidad gravitacional y por otra, la meteorización actúa con celeridad a la hora de enmascarar este tipo de formas, haciéndolas prácticamente imperceptibles. Aun así, se han reconocido algunos coluviones en la parte más alta de la llanura, en los bordes de los valles encajados de los ríos Higuamo, Magua y Soco.

También, cabe mencionar las caídas de bloques a favor de los escarpes (paleoacantilados) de las superficies de la franja litoral de la Llanura Costera y de los *cañones fluviales*, no cartografiables en cualquier caso por sus reducidas dimensiones.

4.2.2 Formas fluviales y de escorrentía superficial

Están ampliamente representadas y distribuidas. Poseen una extensa variedad, tanto de formas erosivas como sedimentarias.

Los *fondos de valle* son formas estrechas coincidiendo con canales de estiaje y cauces abandonados, como arroyo Martín, cañada Regajo y afluentes del río Cumayasa y Higuamo, de estos últimos, hay varios casos que actualmente funcionan como barrancos colgados respecto del cauce principal. Actualmente, la incisión fluvial se inicia por la formación de pequeños regueros (*arroyada en regueros*), que canalizan el agua procedente de las fuertes tormentas hacia los barrancos y cañadas. La actividad pretérita de la red fluvial se manifiesta por la existencia de *terrazas*, a las que se asocian *escarpes* más o menos marcados, relacionadas con los ríos Higuamo, Soco y Cumayasa. Se trata de terrazas pequeñas y estrechas puesto que los ríos se encuentran muy incididos en la llanura costera. Los niveles más bajos de estas terrazas se disponen a cotas en torno a +4 m sobre el cauce del río, en tanto que los superiores alcanzan cotas cercanas a +10 m. Otras señales de actividad fluvial son los depósitos *aluviales-coluviales* que se encuentran a los pies de los escarpes marinos, el más representativo en las cercanías de San Pedro de Macorís, donde los cauces de estiaje pierden el caudal por infiltración y conforman los depósitos *aluviales-coluviales*.

Los depósitos más extensos corresponden a retazos de *abanicos aluviales de baja pendiente* y *abanicos aluviales* que, partiendo de la Cordillera Oriental, tapizan la Llanura Costera del Caribe, configurando una monótona e inmensa planicie ligeramente inclinada desde una cota próxima a 100 m al pie de la cordillera hasta 50 m en su sector distal, correspondiente al ámbito septentrional de la Hoja. Mucha menor representación poseen los *conos de deyección*, habiéndose reconocido tan sólo unas pequeñas formas, de orden hectométrico, dispuesta sobre los cauces del río Magua y arroyo Martín.

Entre las formas erosivas se han reconocido: *incisión lineal en cuna y en v*, desarrolladas principalmente a favor de los niveles de margas de la Fm Yanigua y en menor medida en pequeños cauces de estiaje que atraviesan la Fm. Los Haitises, los cuales tienen una rápida pérdida de drenaje; *cañón fluvial*, se forman por el encajamiento de los ríos Soco y Higuamo en las litologías carbonatadas de las Fms. Los Haitises y La Barca; y *cárcavas*, desarrolladas en las litologías detríticas de las unidades cretácicas y de la Fm. Yanigua. El catálogo de las formas erosivas de carácter fluvial se completa con la *erosión lateral del cauce*, que afecta a los meandros de los principales ríos.

El dispositivo paleogeográfico y la litología son los principales condicionantes de la geometría de la red de drenaje, así donde predominan las litologías margosas herencia del *lagoon* plioceno predomina la red dendriforme, al sur, donde están los afloramientos bioconstruidos de las Fms. Los Haitises, La Barca y La Isabela, se encajan los ríos principales (Higuamo y Soco), aunque una parte de los cauces menores se resuelven por infiltración (*pérdida de drenaje*). Esta configuración en el sector oriental, donde ningún curso fluvial ha conseguido atravesar el umbral derivado de las construcciones arrecifales, ha formado una zona endorreica que se extiende hacia la Hoja contigua.

La estructura tectónica aparece como un condicionante de la dirección de los cursos fluviales, siguiendo las directrices principales de la Cordillera Oriental.

Como principales factores en la futura evolución de la red deben tenerse en cuenta: las posibles modificaciones eustáticas del nivel de base; el retroceso de las vertientes; la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella, especialmente en lo que afecta al endorreísmo del sector oriental.

4.2.3 Formas lacustres y endorreicas

Se trata de *lagunas*, *charcas* y *áreas endorreicas*, ampliamente extendidas por toda la Hoja. Por su extensión destaca el área endorreica ubicada en el sector occidental, que se extiende hasta la Hoja contigua pero las lagunas y las pequeñas charcas son las más representadas, principalmente sobre los materiales de la Fm Yanigua. La forma alargada y la distribución alineada de algunas lagunas y charcas sugieren su génesis a partir de antiguos cursos fluviales, en algunos casos mínimamente encajados y prácticamente irreconocibles hoy día, en otros, como en las proximidades de Ramón Santana, se trata de zonas de drenaje deficiente con abundante vegetación. Las lagunas con formas más redondeadas parecen responder a procesos de disolución de los materiales carbonatados del sustrato.

También son abundantes las *lagunas colmatadas o desecadas*, desarrolladas en la terraza baja de la Fm. Isabela, que en periodos húmedos pueden funcionar parcialmente como *áreas pantanosas*. Se forman por la combinación de las fuertes precipitaciones junto con un nivel freático alto que pueden llegar a inundar las zonas más deprimidas dentro de las litologías más margosas de la Fm. Isabela.

4.2.4 Formas marinas-litorales

Determinan la fisonomía de la franja litoral incluyendo el límite meridional de la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe. Sus elementos más destacados son las construcciones biogénicas pertenecientes a la Fm La Isabela, sobre las que se han desarrollado *plataformas de abrasión* que con disposición escalonada de sur a norte y dispuestas en paralelo al litoral, se reconocen por toda la zona. En la parte occidental se distinguen tres niveles a cotas aproximadas de +1-4 m, +4-20 m y +18-50 m, de las cuales las dos últimas constituyen respectivamente las Superficies Inferior e Intermedia de la Llanura Costera del Caribe (Fig. 2.1), si bien, como ya se ha señalado, la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe (+40-70 m), esculpida sobre las Fm Los Haitises y La Barca, puede constituir realmente la plataforma de abrasión más antigua (Fig. 3.1). Hacia la zona oriental, estas dos superficies se pueden subdividir en otras dos menores con cotas aproximadas de +4-12 m y +8-20 m y de +18-30 m y +25-55 m.

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

FORMACIÓN	TERRAZA MARINA	SUPERFICIE DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE EQUIVALENTE	COTA (m)		DATACIÓN (ka)	TASA DE ELEVACIÓN (mm/año)	EDAD	ESTADIO ISOTÓPICO
			JUAN DOLIO	DES. CUMAYASA				
LA ISABELA	r1	INFERIOR	3	2	24,1	0,083	PLEISTOCENO SUPERIOR	MIS 3
	r2		6	8	121±9	0,050		MIS 5e
			10			0,083		
	r3	INTERMEDIA	26	36	313,3	0,083	MIS 9	
	r4				310,3	0,116	MIS 9	
r5	SUPERIOR	40	60	385,5	0,066	MIS 11		
LA BARCA Y LOS HAITISES				r6?	40	60	379,3	0,116
	781,0	0,051	PLEISTOCENO INFERIOR				126 ka	
				781,0	0,077			
				3.500,0	0,011	PLIOCENO	781 ka	
					0,017		1806 ka	
							3500 ka	

121: datación absoluta (Schubert y Cowart, 1982)

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

En el frente de algunos de estos niveles se reconocen crestas arrecifales, pequeñas elevaciones paralelas al paleoacantilado; el caso más evidente es la cresta existente en la autopista del Este a la altura de Ingenio Cristóbal Colón. Las plataformas están delimitadas por *acantilados fósiles*, más o menos degradados, que aparecen como escarpes verticalizados de orden decamétrico a métrico. Por lo que respecta a los *acantilados* actuales, aunque prácticamente continuos a lo largo de toda la zona, poseen una envergadura más modesta, con valores medios cercanos a 3 m, que localmente disminuyen hasta 1 m.

En las desembocaduras de los ríos principales, Higuamo y Soco, aparecen formas relacionadas a la interacción entre el mar y los ríos. Dentro de ambos cauces, que actúan como *canales de marea* hasta más de 5 km tierra adentro se han reconocido *manglares* y *barras de arenas* en sus márgenes. En la propia desembocadura y en la isla Catalina, y como consecuencia de la paleogeografía dejada por la Fm Isabela se han formado pequeñas *albuferas* activas y *albuferas colmatadas*, que están protegidas del oleaje por

estrechos *cordones litorales*. En el caso de las *albuferas* activas mantienen el contacto con el mar por pequeñas *bocas de albuferas*.

Las formas marino-litorales se completan con las *playas*, que pese a su carácter ocasional debido al predominio de la costa acantilada, adquieren notable relevancia en el caso de Juan Dolio y la zona norte de la Isla Catalina.

4.2.5 Formas por meteorización química

Poseen una gran representación en toda la Hoja aunque es más importante en el sector meridional, donde se desarrollan sobre las calizas de las Fms. Los Haitises, La Barca y La Isabela, pudiendo considerarse como un *área con intensa karstificación*. En la parte septentrional la expresión morfológica son pequeñas *dolinas de fondo plano* y escasa profundidad, que se formaron por la disolución parcial del sustrato plioceno. En algunas áreas son tan numerosas que forman pequeños *campos de dolinas* y coalescen formando pequeños *uvalas*. En cualquier caso, la forma más extendida corresponde al *campo de lapíaces* desnudo visible por toda la zona.

Existen evidencias de un notable desarrollo endokárstico, como son las pérdidas de drenaje de los cursos fluviales que alcanzan los afloramientos calcáreos, de entre las que destaca el *sumidero* de la Cañada Regajo. Más evidentes, por la posibilidad de ser visitadas en algunos casos, son las *cuevas*; poseen dimensiones muy variables, pudiendo señalarse como ejemplos la de La Iglesia y Las Maravillas. Esta última, con más de 500 pictografías y una profundidad de 25 metros fue abierta al público en 2002 y habilitada con un sendero de 240 m.

4.2.6 Formas antrópicas

La actividad antrópica constituye una importante característica en diversas zonas, estando relacionada principalmente con la modificación del paisaje debida a los usos del suelo para actividades agropecuarias, labores extractivas, construcción de redes de transporte y asentamientos urbanos o de tipo industrial; localmente, la remoción de materiales y la modificación de la topografía original son intensas, bien allanando, rellenando o ahuecando el terreno.

Aunque obviamente este tipo de actividad es máximo en el ámbito de San Pedro de Macorís y de los centros industriales y turísticos cercanos, no se han representado las modificaciones antrópicas plasmadas en la base topográfica o consistentes en obras civiles o urbanísticas, habiéndose diferenciado exclusivamente aquéllas que han supuesto una modificación sustancial de la topografía y, especialmente, una ganancia de terreno a expensas del mar.

La principal ganancia de terreno al mar es el *malecón* del puerto de San Pedro de Macorís, posee más de 700 m de eje mayor y más de 100 m de eje menor.

5 HISTORIA GEOLÓGICA

Las rocas aflorantes en la Hoja de San Pedro de Macorís registran tan sólo los episodios más recientes de la evolución de La Española, concretamente los acontecidos desde el Plioceno. No obstante, su subsuelo alberga materiales relacionados con los orígenes de la isla, que se remontan a hace más de 130 Ma y que se relacionan con la evolución de la placa del Caribe (Figura 19), desde su inicio como un arco de islas primitivo (Donnelly *et al.*, 1990), hasta su colisión oblicua con la placa de Norteamérica y la traslación a lo largo de fallas transformantes subparalelas al límite de placas.

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

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

Una transgresión importante tuvo lugar al Plioceno (posiblemente al final del Mioceno, con incertidumbres en la datación). A favor de esta transgresión, una sedimentación marina carbonatada se produce en la mayor parte de la zona de estudio y perdura probablemente hasta el Pleistoceno inferior. Una gran parte de la isla estuvo inundada durante este periodo.

Desde el Plioceno hasta el Pleistoceno inferior, los depósitos evolucionan desde el polo continental hasta el polo marino:

- Depósitos continentales, arcillosos y conglomeráticos, identificados únicamente en la zona sudeste de la isla, y denominados Conglomerados de Ramón Santana.
- Depósitos intermedio laguno-marinos formados en gran parte de las margas y de calizas margosas, estos depósitos son conocidos como Fm Yanigua.
- Depósitos marinos carbonatados poco profundos conocidos con el nombre de Fm Los Haitises. Son los únicos depósitos que afloran en la Hoja de San Pedro de Macorís.

El final de la plataforma carbonatada pliocena se efectúa por una emersión generalizada, la edad de los últimos depósitos de esta formación está relativamente mal determinada pero podría ser Pleistoceno inferior.

La edad de los primeros depósitos de la siguiente formación, la formación La Barca; es del mismo modo poco fiable, pero el Pleistoceno medio (estadio isotópico 11, 500.000 años) es posible. Una emersión al final del Pleistoceno inferior hasta mediados del Pleistoceno medio podría proponerse. Esta emersión es acompañada de una alteración de carbonatos, una karstificación previa de los depósitos de la Fm Los Haitises es probable.

La formación La Barca, intermedio entre Los Haitises y La Isabela es la expresión del primero retorno del mar, que sigue un periodo de emersión de Los Haitises. Durante el Pleistoceno se instaura una sedimentación carbonatada de plataforma arrecifal presente en casi todo el contorno de la isla y comúnmente denominada Fm La Isabela.

Estos depósitos son los últimos depósitos marinos de isla donde los más recientes están datados en 100.000 años (estadio isotópico 5). La Fm La Isabela aparece como una serie de plataformas carbonatadas dispuestas en escalera descendientes hacia el mar. Alguno de los niveles se corresponde con la instalación de una plataforma carbonatada de tipo plataforma arrecifal en barrera.

Las diferentes plataformas son probablemente formadas durante las fases de máximas subidas del nivel marino sucesivas. Tras la deposición, estas han sido expuestas durante las fases de bajada de nivel del mar. La disposición en escalera observada parece ser la expresión combinada de fuertes variaciones del nivel del mar (característicos del Pleistoceno superior y de la segunda parte del Pleistoceno medio) y de un levantamiento más o menos continuo de la zona. En ausencia de dataciones, la hipótesis más probable es que el escalonamiento de estas plataformas se corresponda a sus edades, las plataformas más altas serían las más antiguas, y las más bajas las más recientes.

El conjunto de estos niveles de plataforma carbonatada, incluidas las más recientes, están afectados por una alteración y una karstificación importante, como atestigua la presencia de numerosas dolinas y superficies de alteración importantes.

En el dominio continental propiamente dicho, se identifican algunos depósitos de paleoríos o de paleoestuarios con un fuerte contenido en terrígenos. El encajamiento de los ríos de la parte sudeste de la República Dominicana parece realizarse según dos etapas.

- En un primer periodo, anterior al anteúltimo estadio glaciario (MIS 6), varios pequeños paleoríos se individualizan. Estos forman una paleored de drenaje poco madura.
- A partir del último estadio glaciario, parece que la red de drenaje se modifica. Pasó a ser más como la actual donde sólo persisten algunos grandes ríos. Esto significa que los grandes ríos observables actualmente parecen encajarse al menos después del estadio 6.

La actividad tectónica actual se desarrolla en pequeñas fracturas visibles en los depósitos más recientes, y por los seísmos, donde el último de una magnitud Richter 4.5-5 tuvo lugar en la región de Bayahibe en abril de 2010.

6 GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1 HIDROGEOLOGÍA

6.1.1 Climatología e hidrología

6.1.1.1 Climatología

El territorio ocupado por la Hoja de San Pedro de Macorís está afectado por un típico clima tropical, observándose en cualquier caso un efecto suavizador del océano ante los cambios de temperatura.

Según los datos presentados en el informe de Acuater (2000) el clima varía desde las áreas más meridionales de la Llanura Costera del Caribe, caracterizadas parte del año por una evapotranspiración potencial de referencia ETPo mayor que la precipitación, a las zonas húmedas de la Cordillera Oriental con periodos húmedos superiores a 5-7 meses.

El promedio de lluvia anual es de 1370,9 mm; los valores anuales medios tomados en estaciones oscilan entre 873 mm en La Romana y 2688 mm (Presa de Isa, río Haina). El registro concreto oscila en La Romana entre 28 mm y 165 mm. La variación mensual de la precipitación presenta un régimen de tipo bimodal con época lluviosa en la primavera (en términos generales en el mes de Mayo) y en verano-otoño (desde Agosto hasta Noviembre) y con sequía en el invierno y en Junio-Julio; pero si esta variación interanual es bastante homogénea, los meses máximos y mínimos relativos tienen una elevada variabilidad de un lugar al otro, y también entre estaciones bastante cercanas.

La temperatura media del aire presenta valores anuales que fluctúan entre menos de 25°C y más de 26°C. La variación interanual de la temperatura media oscila entre 3 y 4°C, y en general, el período de mayores temperaturas corresponde a los meses de Julio a Agosto y el de mínima a los meses de Enero y Febrero. El registro concreto en El Seibo oscila entre 24,3°C y 28,1°C. El promedio anual de la ETPo es de 1669,4 mm, con valores anuales medios obtenidos en estaciones que oscilan entre 1560 mm (Naranja de China) y 1970 mm (La Romana). El valor de evaporación de tanque A medidos oscilan entre 1482 mm (Naranja

de China) y 1775 mm (El Seibo), todos los meses presentan valores elevados de la evaporación.

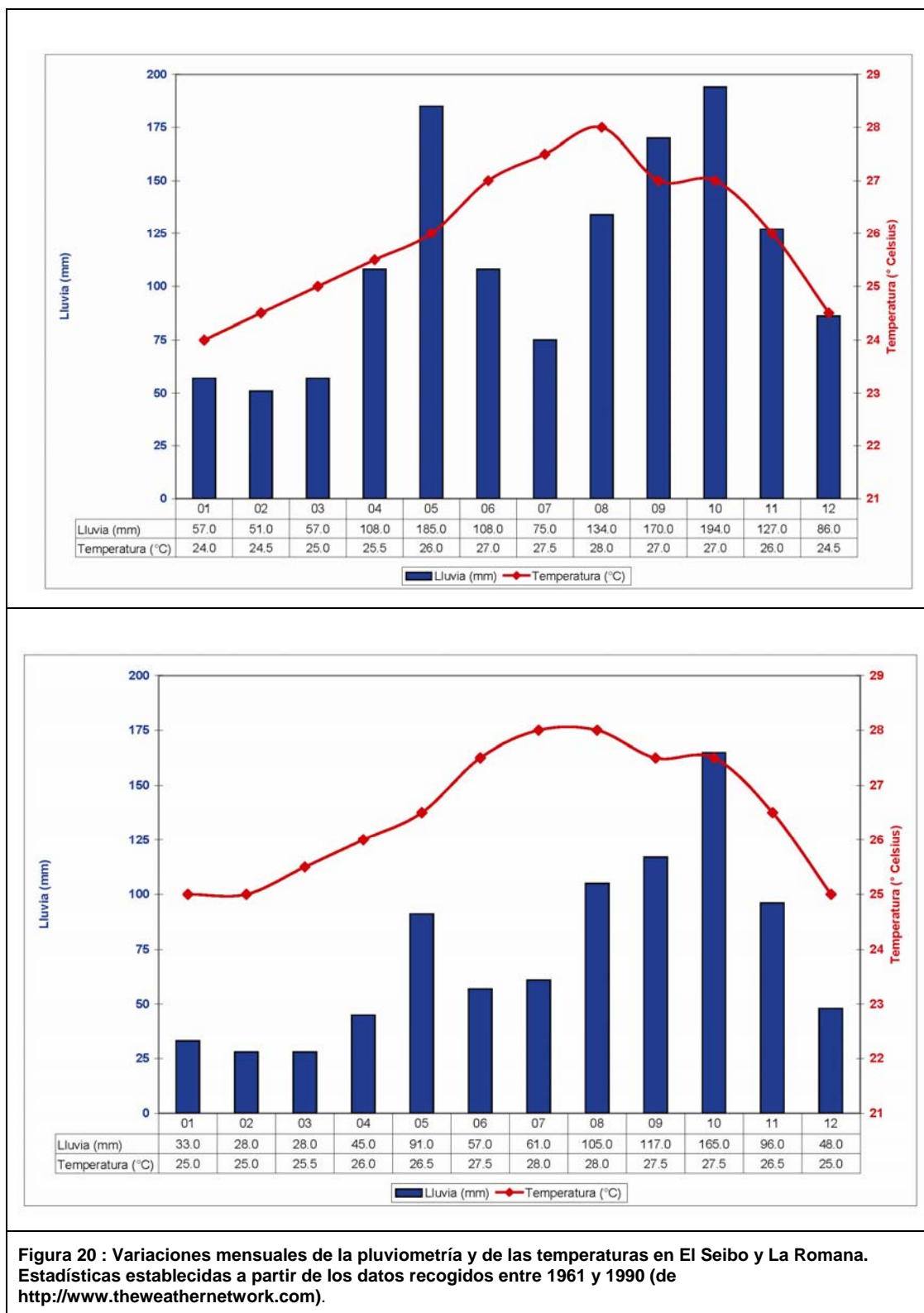


Figura 20 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en El Seibo y La Romana. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990 (de <http://www.theweathernetwork.com>).

6.1.1.2 Hidrología

El territorio de la Hoja de San Pedro de Macorís está ubicado en la cuenca inferior del río Higuamo. El Higuamo, que desemboca en el mar Caribe inmediatamente al oeste de la población de San Pedro de Macorís, presenta una desembocadura en estuario con formación de una estrecha ensenada costera que penetra hacia el interior por algunos kilómetros, con dirección NNO-SSE.

El régimen del río es de tipo torrencial, con caudales de crecidas que pueden ser muy importantes y caudales de estiajes muy débiles. Los datos disponibles (Eptisa 2004) provienen de la estación de aforo Higuamo 1 ($X=465225$; $Y= 2071726$ Hoja Los Llanos)

Los caudales aforados en este punto sufren fuertes variaciones oscilando entre 0.044 y 2.499 m³/s (Tabla 2).

DATOS DE CAUDAL EN m ³ /s												
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Media Anual
1.568	1.277	2.499	0.519	0.153	0.258	0.189	0.561	0.15	0.044	0.181	1917	0.78

Tabla 2: Caudales aforados en la estación Higuamo 1 del río Higuamo (Datos Eptisa 2004)

Las oscilaciones en el caudal medido coinciden plenamente con las variaciones existentes en el registro de precipitaciones. Se observa la existencia de dos periodos de aguas más altas, el desde septiembre a diciembre y el segundo de menor intensidad en mayo. Entre enero y abril y junio y agosto, se localizan los volúmenes de caudal más bajos.

Las aguas superficiales están utilizadas para el abastecimiento en aguas y los usos domésticos de la mayoría de las ciudades y pueblos de la región. La vulnerabilidad a los riesgos de contaminación y la necesidad de tratar estas aguas debería rápidamente conducir las autoridades locales a privilegiar las aguas subterráneas para abastecer las poblaciones.

Se puede notar también la presencia de pequeños ríos antiguos, que no desembocan en la costa actual. Los cauces, muy nítidos en la imagen SRTM, desaparecen a nivel de las terrazas marinas.

6.1.2 Hidrogeología

En la Tabla 3 se resumen las unidades o agrupaciones hidrogeológicas consideradas en la Hoja, señalándose para cada unidad o agrupación hidrogeológica su litología predominante, el grado de permeabilidad y, en su caso, las características de los acuíferos que albergan, además de algunas observaciones puntuales.

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

- *Formaciones porosas*, que constituyen acuíferos de *permeabilidad alta a muy alta* y productividad alta. Son los conjuntos calcáreos plio-pleistocenos (Fms. La Isabela, Los Haitises y La Barca), afectados por una intensa karstificación.
- *Formaciones porosas*, que constituyen *acuíferos de permeabilidad alta*, pero de productividad limitada debido a sus dimensiones. Corresponden a los depósitos de terrazas.
- *Formaciones de muy baja permeabilidad y sin acuíferos significativos*. Se trata de los depósitos de arcillas de descalcificación que se han desarrollan desde el Pleistoceno hasta el Actual.

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES CARTOGRÁFICAS	LITOLÓGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
CUATERNARIO	Terrazas y llanura de inundación	8, 10	Arenas, limos y gravas	Alta por porosidad intergranular	Acuíferos libres de productividad limitada
	Arcillas de descalcificación y dolinas	2	Arcillas	Muy baja por abundancia de arcillas	Impermeable
	Fm La Isabela	4, 5	Calizas arrecifales	Alta por porosidad intergranular y karstificación	Acuífero libre extenso que descarga al mar
PLIOCENO	Fm Los Haitises	1	Calizas arrecifales	Muy alta por porosidad intergranular y karstificación	Acuífero libre extenso de elevada productividad que pueden alimentar a algunos acuíferos cuaternarios

Tabla 3: Cuadro resumen de las unidades o agrupaciones hidrogeológicas de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)

La zona se enmarca en la Unidad Hidrogeológica “Planicie Costera Oriental” (Acuater, 2000) que muestra unos límites meridional y oriental abiertos, con aportación al mar Caribe y al océano Atlántico (Figura 21; Figura 22).

Las Fms. Los Haitises y La Isabela constituyen la mayor parte de los afloramientos y a la vez son los acuíferos principales, por lo que la práctica totalidad de las elevadas precipitaciones se traduce en escorrentía subterránea, con aportes al mar y voluminosos aprovechamientos para actividades humanas urbanas e industriales, al tratarse de una zona muy poblada y de desarrollo económico en la actualidad. La permeabilidad de la Fm Isabela es ligeramente inferior a la de Los Haitises, debido a un grado menor de karstificación (Tabla 3).

Los datos piezométricos de la región, con isopiezas decrecientes hacia el litoral, confirman el drenaje hacia el mar Caribe, encontrándose el nivel piezométrico de toda la Hoja a una cota inferior a +1 m sobre el nivel del mar (Acuater, 2000).

Las aguas subterráneas muestran una vulnerabilidad alta a muy alta (Acuater, 2000), apreciándose una notable intrusión marina (Rodríguez y Febrillet, 2006) por efecto de las intensas explotaciones subterráneas

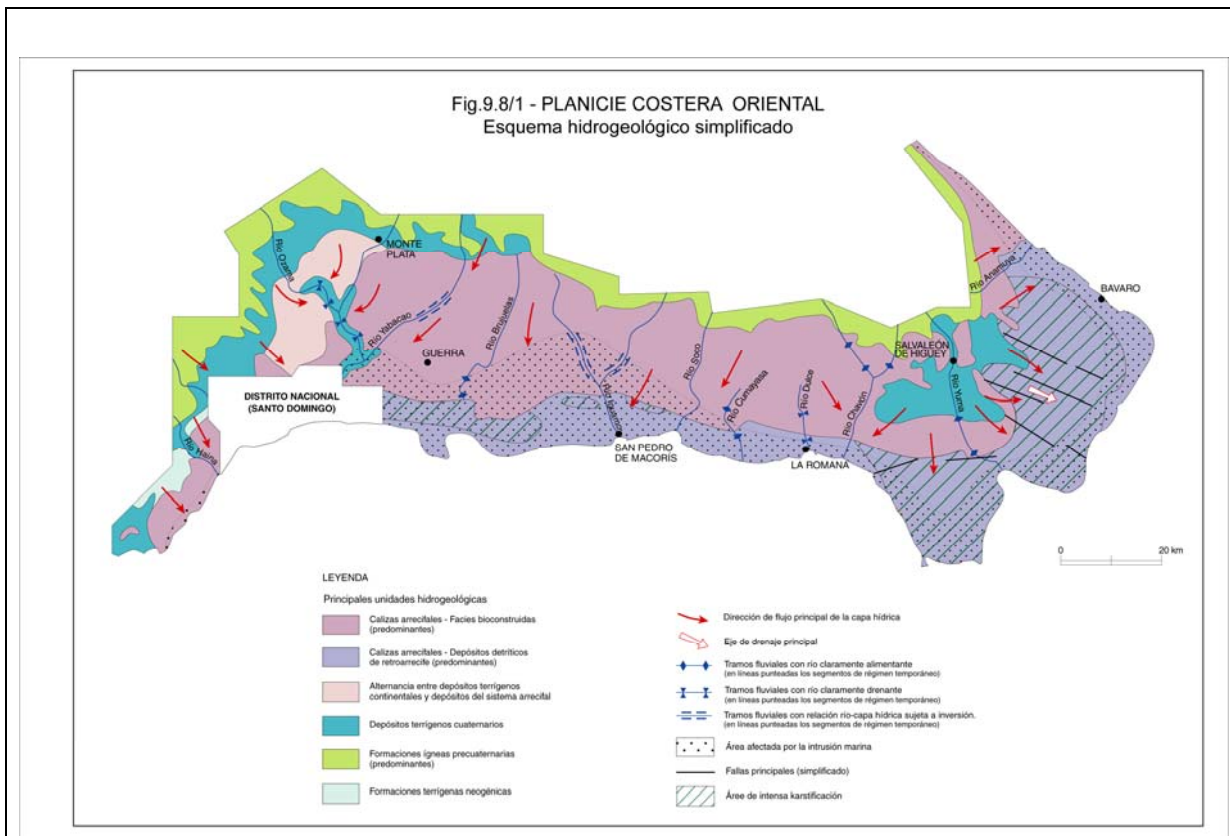


Figura 21 Esquema hidrogeológico simplificado de la Planicie Costera Oriental (Acuater, 2000)

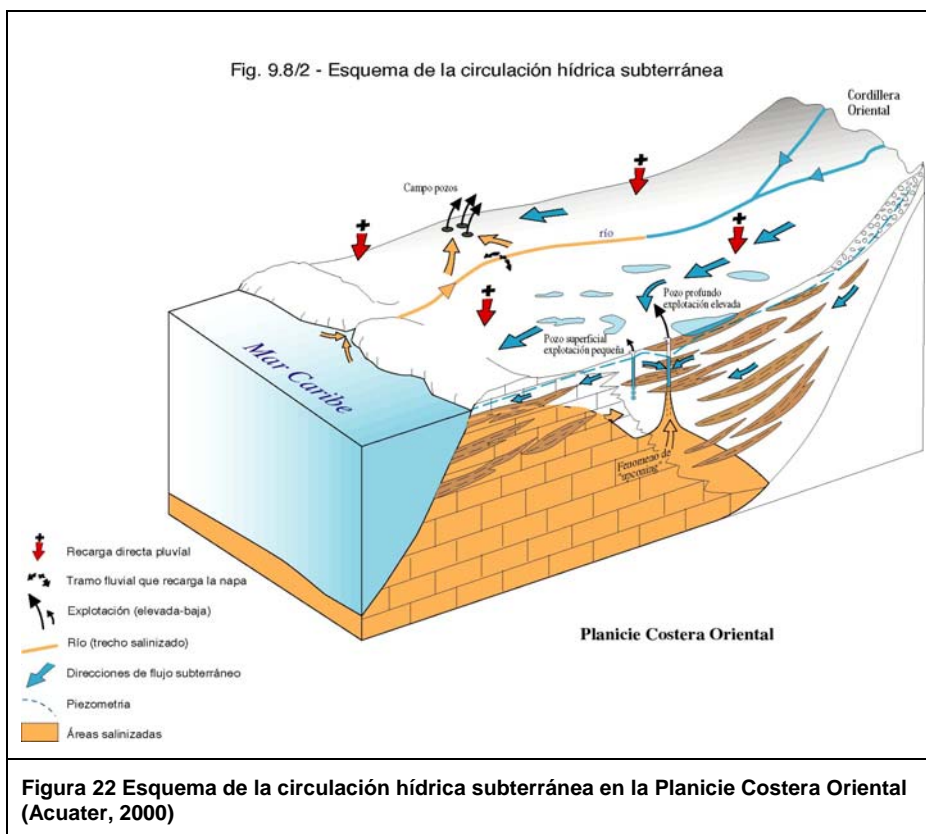


Figura 22 Esquema de la circulación hídrica subterránea en la Planicie Costera Oriental (Acuater, 2000)

6.2 RECURSOS MINERALES

6.2.1 Indicios minerales

Los indicios identificados en la Hoja de San Pedro de Macorís corresponden exclusivamente al grupo de las rocas Industriales (

Numero	Lat	Long	UTM (WGS84/Z19)		Sustancia	Formación	Actividad	Tamaño	Utilización
			X	Y					
101EL9931	18,443367	-69,426242				La Isabela	Abandonada	100x100	
101EL9935	18,491361	-69,46159	451272	2044611	Áridos	Los Haitises	En actividad	100x50	Obras públicas y construcción
101EL9936	18,473536	-69,388066	459029	2042621	Áridos	La Isabela	Abandonada	200x100	Obras públicas y construcción
101EL9939	18,473368	-69,449661	452526	2042617	Áridos	Contacto La Isabela/ Los Haitises	Abandonada	500x200	Obras públicas y construcción
101EL9940	18,484269	-69,483319	448976	2043833	Áridos	Los Haitises	En actividad	300x200	Obras públicas y construcción
101LE9016	18,458517	-69,278736	470569	2040938		La Isabela	Basurero	400x300	
101EL8581	18,493422	-69,257437	472824	2044797	Áridos	La Barca	En actividad	100x100	Obras públicas y construcción
101EL8582	18,497549	-69,254116	473175	2045253	Áridos	Los Haitises	Abandonada	50x100	Obras públicas y construcción

Tabla 4).

6.2.1.1 Rocas Industriales

La actividad extractiva se limita a canteras de materiales relacionados con obras de distinto tipo. Por una parte, de tipo urbanístico, con extracción de bloques de carácter ornamental, y por otra, ligadas a la ejecución de obras relacionadas principalmente con la red de comunicaciones, tanto en lo que se refiere a construcción, como reparación y mantenimiento

Las explotaciones son de dimensiones reducidas. Sus materiales son aprovechados como áridos de machaqueo o roca ornamental, como puede apreciarse en numerosas edificaciones de la zona.

Numero	Lat	Long	UTM (WGS84/Z19)		Sustancia	Formación	Actividad	Tamaño	Utilización
			X	Y					
101EL9931	18,443367	-69,426242				La Isabela	Abandonada	100x100	

101EL9935	18,491361	-69,46159	451272	2044611	Áridos	Los Haitises	En actividad	100x50	Obras públicas y construcción
101EL9936	18,473536	-69,388066	459029	2042621	Áridos	La Isabela	Abandonada	200x100	Obras públicas y construcción
101EL9939	18,473368	-69,449661	452526	2042617	Áridos	Contacto La Isabela/ Los Haitises	Abandonada	500x200	Obras públicas y construcción
101EL9940	18,484269	-69,483319	448976	2043833	Áridos	Los Haitises	En actividad	300x200	Obras públicas y construcción
101LE9016	18,458517	-69,278736	470569	2040938		La Isabela	Basurero	400x300	
101EL8581	18,493422	-69,257437	472824	2044797	Áridos	La Barca	En actividad	100x100	Obras públicas y construcción
101EL8582	18,497549	-69,254116	473175	2045253	Áridos	Los Haitises	Abandonada	50x100	Obras públicas y construcción

Tabla 4: Canteras de materiales de construcción de la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III)

6.2.1.2 Descripción de las Sustancias.

En todos los casos se han explotado calizas, ya sean arrecifales o brechoides, agrupadas en capas o en bancos, pertenecientes a las Fms. Los Haitises y La Isabela. Aunque su espesor es variable, en todos los casos sobrepasan la decena de metros. Las activas se encuentran alejadas de los núcleos urbanos y de las redes de comunicación principales, lo que disminuye notablemente su impacto visual, estando bien comunicadas a través de pistas.

6.2.2 Potencial minero

6.2.2.1 Rocas Industriales y Ornamentales.

Como se ha señalado, la actividad en este sector está ligada al campo de las obras en general, tanto en lo que se refiere a construcción, como a reparación y mantenimiento. Los litotectos existentes en la Hoja poseen grandes reservas y son susceptibles de aprovechamiento futuro, al menos en las zonas menos urbanizadas, tal como acontece hoy en día. En cualquier caso, la demanda dependerá directamente del dinamismo del sector de la construcción, tanto a nivel urbanístico como de infraestructuras y obras civiles.

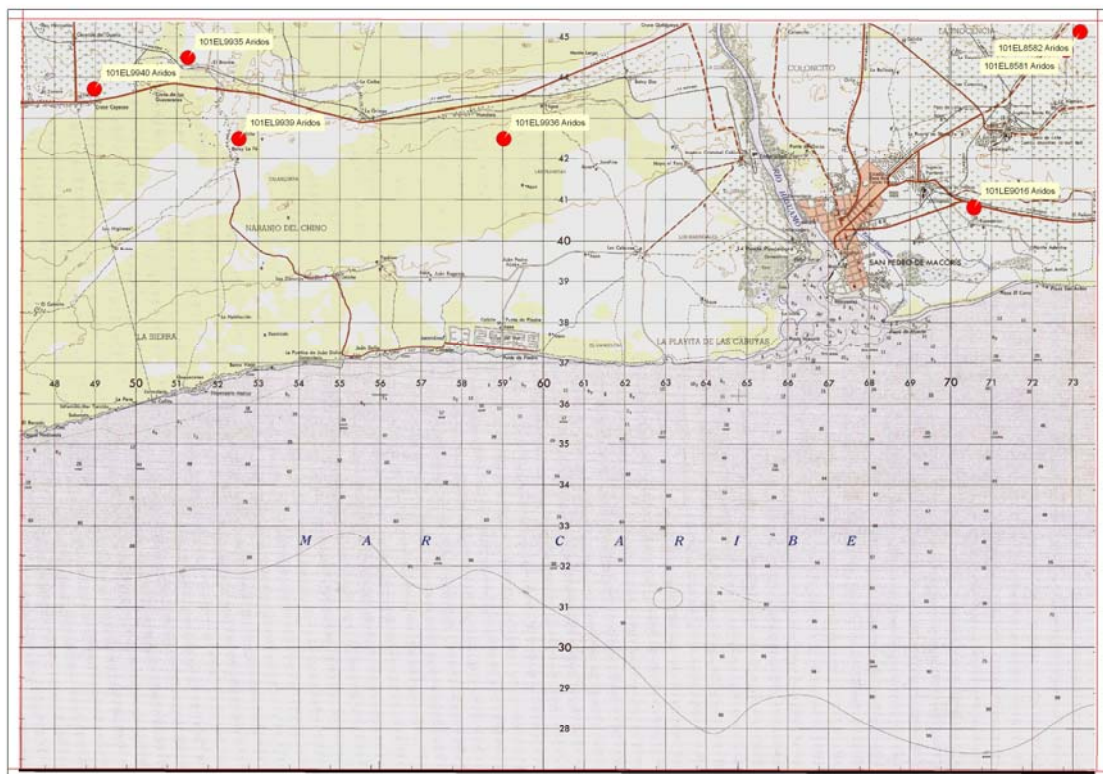


Figura 23: Localización y importancia de los principales canteras de la Hoja San Pedro de Macoris (6371-III)..

7 LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

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

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

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

7.1 RELACIÓN DE LOS L.I.G.

En la Hoja de San Pedro de Macorís (6371-III) se ha inventariado 1 Lugar de Interés Geológico que ilustra la geología de la Llanura Costera del Caribe (Figura 24):



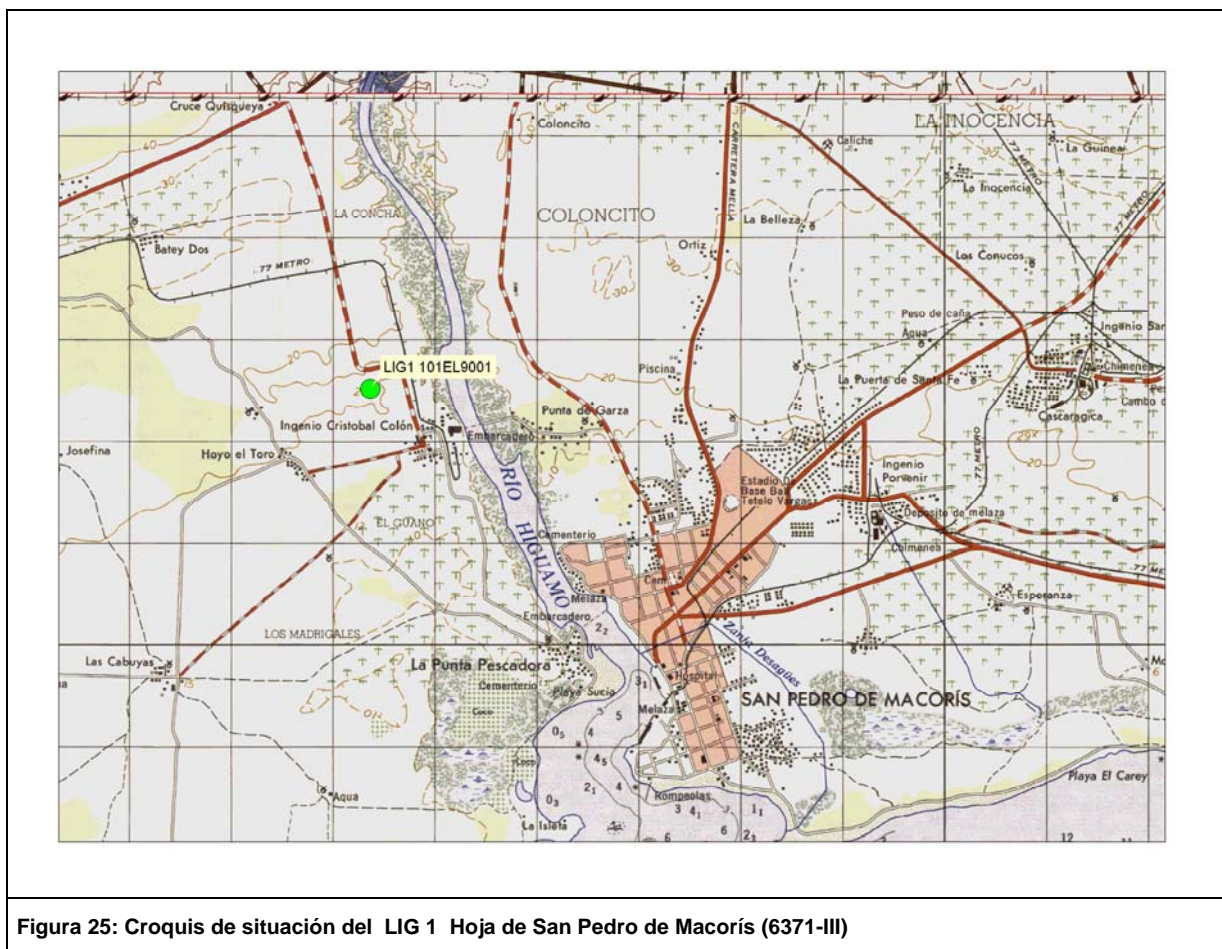
Figura 24: Localización del Lugar de Interés Geológico (LIG) de la Hoja de San Pedro de Macoris (6371-III)

7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS LUGARES

Se describe el L.I.G. considerado, señalando el tipo de interés en función de su contenido (tectónico, estratigráfico, paleontológico...), de su posible utilización (científico, didáctico, económico o turístico), así como de su ámbito de influencia (local, regional, nacional o internacional).

7.3 LIG 1: CALIZAS ARECIFALES DE LA FM LA ISABELA (PLATAFORMA SUPERIOR)

7.3.1 Croquis de situación



7.3.2 Acceso

Un pequeño corte situado en el talud de la autopista que forma la circunvalación de San Pedro de Macorís. Este corte se identifica inmediatamente tras sobrepasar Ingenio Cristóbal Colón, y se sitúa a la altura de un pequeño monte. El acceso es sencillo, el único peligro es que es necesario aparcar en el borde de la autopista.

7.3.3 Contenido y Motivación

Su contenido principal es de tipo sedimentológico; por su utilización, posee interés científico y didáctico y su ámbito de utilización es regional

Este corte es característico de depósitos de barrera arrecifal de la plataforma superior. Como es frecuentemente el caso a lo largo de la Llanura Costera del Caribe, los depósitos de barrera arrecifal están asociados a una morfología particular del paisaje, los depósitos

estrictamente arrecifales forman una cresta en el paisaje, sobre la ruptura de pendiente que constituye el límite con la plataforma inferior. En el corte se identifican los corales más corrientes encontrados en las barreras arrecifales de la formación Isabela: *Acropora*, *Montastrea*, *C. Natans* (Foto 16.). Una gran parte de ellos desplazados probablemente por el hecho de una agitación importante (tormentas y huracanes). Este corte muestra depósitos intermedios entre biohermo (construcción en el lugar) y biostroma (corales desplazados). Detrás de los depósitos muy ricos en corales se observan calizas más margosas más pobres en corales que parecen anunciar los depósitos de lagoon situados más atrás (Foto 17).



Foto 16: Formación la Isabela plataforma superior, Armazón o parches de corales (4b), destacan los numerosos corales desplazados.



Foto 17: Formación la Isabela plata forma superior, Armazón o parches de corales (4b). Vista de la zona situada detrás de las calizas arrecifales, mucho menos rica en corales que anuncian los depósitos de lagoon.

Numero	Coord. geográficas	
	LAT	LONG
101EL9935	18,491361	-69,46159
101EL9936	18,473536	-69,388066
101EL9960	18,473843	-69,33756
101EL8553	18,43497	-69,298251
101EL8562	18,443838	-69,272408
101EL8569	18,456072	-69,244205
101EL8579	18,487615	-69,256655
101EL8581	18,493422	-69,257437

Tabla 5: Coordenadas de los puntos citados en el texto (muestra, foto, etc.).

8 BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- BARRET, W. (1962).** Emerged and submerged shorelines of the Dominican Republic. Rev. Geog., Inst. Panam. Geog. e Hist., 30, 51-77.
- BOISSEAU, M. (1987).** Le flanc nord-est de la Cordillere Centrale Dominicaine (Española, Grandes Antillas). Un édifice de nappes Crétacé polyphase. Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, París, 200 pp.
- BOWIN, C. (1960).** Geology of central Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 211 pp.
- BRAGA, J.C. (1960).** Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto 1B. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 73 pp.
- BROUWER, S.B., BROUWER, P.A. (1982):** Geología de la región ambarífera oriental de la Republica Dominicana. 9ª Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, Republica Dominicana. Memorias, 1: 303-322.
- CGG (COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE) (1999):** Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.
- DE LA FUENTE, S. (1976).** Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 pp.
- DE ZOETEN, R. (1988).** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Tesis Doctoral, Universidad de Texas, Austin, 299 pp.
- DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNAIZ HUERTA, P.P. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-I (Antón Sánchez) y Memoria correspondiente. Proyecto de

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

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

DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA (DGM), BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR); COOPERACIÓN MINERA DOMINICO-ALEMANA (1991). Mapa geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.

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

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

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

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

GARCIA SENZ, J., MONTHEL J., DIAZ DE NEIRA , J., HERNAIZ HUERTA, P.P., JOSE PEDRO CALVO SORANDO, ESCUDER VIRUETE J., (2007). Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. Boletín geológico y minero, Vol. 118, Nº 2, págs. 269-291

GEISTER, J. (1982). Pleistocene reef terraces and coral environments at Santo Domingo and near Boca Chica, southern coast of the Dominican Republic. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 689-703.

HERNAIZ, P.P. (2004). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6272-III (Monte Plata) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República

Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

ITURRALDE. (2001): Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. *Caribbean Journal of Science*, 37, 3-4: 141-167.

LOBON J.L.G. AYALA C., (2007). Cartografía geofísica de la República Dominicana: datos de densidad, susceptibilidad magnética y magnetización remanente. *Boletín geológico y minero*, Vol. 118, N° 2, 2007, págs. 175-194

LEA, D.W., MARTIN, P.A., PAK, D.K., SPERO, H.J. (2002). Reconstruction a 350 ky history of sea-level using planktonic Mg/Ca and oxygen isotope records from a Cocos Ridge core. *Quaternary Science Reviews*, 283, 283–293.

LEBRÓN, M.C., MANN, P. (1991). Geologic Map of the Eastern Dominican Republic. En MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (eds.). *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper, 262, 401 pp.

MANN, P. (1983). Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Tesis Doctoral. Universidad de Nueva York, Albany, 688 pp. (Inédito).

MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F., Eds. (1991). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 401 pp.

MARCANO, E., TAVARES, I. (1982). Formación La Isabela, Pleistoceno temprano. *Publicaciones especiales Museo Nacional de Historia Natural*, 3, Santo Domingo, 30 pp.

MERCIER DE LEPINAY, B. (1987). L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles). Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, 378 pp. (Inédito).

MONTHEL, J. (2004). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6372-III (El Valle) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

- MONTHEL, J., CAPDEVILLE, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-II (Bayaguana) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- MONTHEL, J., NICOL, N., FONDEUR, L., GENNA, A. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-IV (Sabana Grande de Boyá) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo
- NAGLE, F. (1966).** Geology of the Puerto Plata area, Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 171 pp. (Inédito).
- PÉREZ-ESTAÚN, A., HERNAIZ, P.P., LOPERA, E., JOUBERT, M., Eds. (2007).** Geología de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 118-2, 155-413.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., TAVARES, I., GARCÍA CORTES, A., HERNAIZ, P.P., Eds. (2002).** Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica, 37, 77-80.
- PROINTEC (1999).** Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- RODRÍGUEZ, H., FEBRILLET, J.F. (1982).** Potencial hidrogeológico de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 117-1, 187-200.
- SCHUBERT, C., COWART, J.B. (1982).** Terrazas marinas del pleistoceno a lo largo de la costa suroriental de la Rep. Dominicana: cronología preliminar. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 681-688.
- VALLADARES, S., LÓPEZ, J.G., SÁNCHEZ, J., DOMÍNGUEZ, R., PROL, J., MARRERO, M., TENREYRO, R. (2006):** Evaluación preliminar del potencial de hidrocarburos de la Republica Dominicana. Centro de Investigaciones del Petróleo. 129 pp. (Inédito).
- VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P., CALKINS, F.C. (1921).** A Geological Reconaissance of the Dominican Republic. En Editora de Santo Domingo. Colección de Cultura Dominicana de la Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Santo Domingo, 18 (1983), 268 pp