



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL  
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOLÓGICO  
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA  
ESCALA 1:50,000  
  
LOS LLANOS  
(6371-IV)**

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)
- Ing. Jacques Monthel (BRGM)

#### MICROPALEONTOLOGÍA Y PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

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

#### PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE ROCAS ENDÓGENAS Y METAMÓRFICAS

- Dr. Javier Escude Viruete (IGME)

#### 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 San Pedro de Macorís (6371) y Memoria adjunta,
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de San Pedro de Macorís (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 Los Llanos (6371-IV) está situada en el margen Sur de la Cordillera Oriental y se desarrolla principalmente en la Llanura Costera del Caribe.

El substrato del Cretácico Superior aflora solamente un poco en el límite Norte Oeste de la Hoja. Muestra solamente turbiditas siliciclásticas, potentes y monótonas, de la Fm Las Guayabas. El Cretácico está fracturado por fallas NO-SE. La hoja está situada entre la Falla Paso Cibao-Lechuga al este y la Falla Española al oeste.

La plataforma carbonatada Plio-Pleistocena de la Llanura Costera del Caribe comprende a muro potentes y repetitivos horizontes de conglomerados poligénicos poco consolidados (Conglomerados de Ramón Santana). Éstos se intercalan e interdigitan con las margas y las calizas arcillosas de la Fm Yanigua y las calizas bioclásticas de la Fm Los Haitises. Las calizas arrecifales de Los Haitises han sido reconocidos al Sur de la Hoja, donde constituyen una franja de algunos kilómetros de longitud.

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.

Los recursos de agua son importantes, principalmente en el valle aluvial del río Higuamo, aunque también en las calizas karstificadas de la cobertera sedimentaria Plio-Pleistocena. La actividad minera extractiva en las calizas está principalmente limitada para el mantenimiento de las carreteras.

## **ABSTRACT**

The Los Llanos map area (Sheet 6371-IV) is located at the southern edge of the Eastern Cordillera and mainly extends over the Caribbean Coastal Plain.

The Late Cretaceous substratum only crops out at the northeastern edge of the map. It consists of thick monotonous siliciclastic turbidite of the Las Guayabas Formation. This substratum is affected by two NW-SE faults. The area of the map is situated between two major faults the Paso Cibao-Lechuga Fault to the east and the Espanola fault at the west

The Caribbean Coastal Plain Plio-Pleistocene carbonate shelf contains, at its base, thick recurrent beds of poorly consolidated polygenic conglomerate (Ramón Santana Conglomerate). This intercalates and interfingers with the marl and limestone of the Yanigua Formation and the bioclastic limestone of the Los Haitises Formation. The Haitises reef limestone has been recognised in the southern part of the area where it forms a fringe several kilometres wide.

This perfectly tabular cover has been modified by supergene alteration and 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.

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 mainly limited to the quarrying of limestone for road and track maintenance.

## INDICE

MAPA GEOLÓGICO .....	1
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA.....	1
ESCALA 1:50 000.....	1
Santo Domingo, R.D., Enero 2007/Diciembre 2010 .....	1
CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA .....	2
MICROPALEONTOLOGÍA Y PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS .....	2
PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE ROCAS ENDÓGENAS Y METAMÓRFICAS.....	2
SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTOS DE COLUMNAS .....	2
GEOMORFOLOGÍA .....	2
TELEDETECCIÓN .....	2
INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA.....	3
DIGITALIZACIÓN, CREACIÓN DE LA ESTRUCTURA SIG Y EDICIÓN DE LOS MAPAS..	3
DIRECTOR DEL PROYECTO.....	3
SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA .....	3
SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA.....	3
INDICE.....	7
FIGURAS.....	11

TABLAS .....	12	
FOTOS .....	12	
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1	Situación geográfica.....	2
1.2	Marco geológico regional.....	3
1.3	Antecedentes bibliográficos .....	7
1.4	Metodología .....	8
<b>2</b>	<b>ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA .....</b>	<b>11</b>
2.1	El Cretácico Superior.....	11
2.1.1	<u>Fm Las Guayabas. Areniscas y lutitas bien estratificadas (1). Coniaciano-Santoniano. K<sub>2</sub>.....</u>	<u>14</u>
2.2	El Plioceno-Pleistoceno .....	16
2.2.1	<u>Generalidades.....</u>	<u>16</u>
2.2.2	<u>Los Conglomerados de Ramón Santana: conglomerados, areniscas, arcillas y limos (8). Plioceno-Pleistoceno inferior. N<sub>2</sub> – Q<sub>1-3</sub> .....</u>	<u>20</u>
2.2.2.1	Características de esta formación.....	20
2.2.2.2	Variación de potencia y relación con las otras entidades geológicas .....	23
2.2.2.3	Cartografía de los conglomerados de Ramón santana.....	24
2.2.2.4	Particularidades de esta unidad en el SE de la República Dominicana.....	26
2.2.3	<u>Fm Yanigua. Margas y calizas margosas (9). Plioceno-Pleistoceno. N<sub>2</sub> – Q<sub>1-3</sub>..</u>	<u>28</u>
2.2.3.1	Calizas micríticas con abundantes foraminíferos o calizas margosas (3). Plioceno-Pleistoceno inferior. N <sub>2</sub> – Q <sub>1-3</sub> .....	28
2.2.3.2	Margas y calizas margosas (4). Plioceno-Pleistoceno inferior. N <sub>2</sub> – Q <sub>1-3</sub> .....	29
2.2.4	<u>Fm Los Haitises Plioceno-Pleistoceno Calizas bioclásticas y calizas margosas (5). Calizas arrecifales (6). .....</u>	<u>30</u>

2.2.4.1	Fm Los Haitises. Calizas bioclásticas y calizas margosas (5). Plioceno-Pleistoceno. $N_2 - Q_{1-3}$ .....	31
2.2.4.2	Fm Los Haitises. Calizas arrecifales (6). Plioceno-Pleistoceno. $N_2 - Q_{1-3}$ .....	33
2.2.4.3	Cambios laterales de facies entre las unidades de Los Haitises .....	36
2.2.4.4	Interpretación y distribución de depósitos pliocenos a lo largo de un modelo de depósito.....	37
<u>2.2.5</u>	<u>Arcillas de descalcificación con gravas de hierro y manganeso (7a); fondos de dolinas (7b). Pleistoceno- Holoceno. <math>Q_4</math> .....</u>	<u>38</u>
<u>2.2.6</u>	<u>Abanico aluviales (Cantos, gravas, arenas y limos (8). Pleistoceno- Holoceno. <math>Q_4</math> .....</u>	<u>43</u>
<u>2.2.7</u>	<u>Formación La Barca (9). Calcarenitas, calizas margosas con corales, localmente con gravas, arcillas y limos. Pleistoceno (Q) .....</u>	<u>45</u>
2.2.7.1	Descripción.....	45
2.2.7.2	Expresión morfológica de la formación La Barca:.....	49
2.2.7.3	Edad de la formación La Barca .....	49
2.2.7.4	Implicaciones en términos de historia de la elevacion: .....	50
<u>2.2.8</u>	<u>Paleoríos y paleoestuarios (10) Arcillas y limos con arenas, gravas y cantos. Pleistoceno (Q) .....</u>	<u>51</u>
<u>2.2.9</u>	<u>Terrazas aluviales altas (11), limos arenas y gravas. ....</u>	<u>51</u>
<u>2.2.10</u>	<u>Terrazas aluviales bajas y Llanura de inundación (12). Cantos, gravas, arenas y limos. Holoceno. <math>Q_4</math>.....</u>	<u>52</u>
<u>2.2.11</u>	<u>Fondo de valle. Cantos, gravas, arenas y lutitas (13). Holoceno. <math>Q_4</math>.....</u>	<u>52</u>
<b>3</b>	<b>TECTÓNICA .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Marco geodinámico .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2</b>	<b>Estructura de la Cordillera Oriental.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3</b>	<b>Características de las principales estructuras y unidades tectónicas de la Hoja “Los Llanos” .....</b>	<b>67</b>

<b>4</b>	<b>GEOMORFOLOGÍA</b> .....	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>Estudio morfoestructural</b> .....	<b>69</b>
4.1.1	<u>Formas estructurales</u> .....	<u>69</u>
<b>4.2</b>	<b>Estudio del modelado</b> .....	<b>70</b>
4.2.1	<u>Formas gravitacionales</u> .....	<u>71</u>
4.2.2	<u>Formas fluviales y de escorrentía superficial</u> .....	<u>71</u>
4.2.3	<u>Formas lacustres y endorreicas</u> .....	<u>73</u>
4.2.4	<u>Formas marinas-litorales</u> .....	<u>73</u>
4.2.5	<u>Formas por meteorización química</u> .....	<u>74</u>
<b>5</b>	<b>HISTORIA GEOLÓGICA</b> .....	<b>76</b>
<b>6</b>	<b>GEOLOGÍA ECONÓMICA</b> .....	<b>81</b>
<b>6.1</b>	<b>Hidrogeología</b> .....	<b>81</b>
6.1.1	<u>Datos climáticos</u> .....	<u>81</u>
6.1.2	<u>Red hidrográfica</u> .....	<u>83</u>
6.1.3	<u>Naturaleza e interés de los principales acuíferos</u> .....	<u>83</u>
6.1.3.1	El sustrato cretácico .....	84
6.1.3.2	La cobertera carbonatada de la Llanura Costera del Caribe .....	84
6.1.3.3	Los depósitos continentales cuaternarios .....	84
<b>6.2</b>	<b>Recursos minerales</b> .....	<b>85</b>
6.2.1	<u>Indicios minerales</u> .....	<u>85</u>
6.2.2	<u>Canteras de materiales</u> .....	<u>85</u>
<b>7</b>	<b>LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO</b> .....	<b>88</b>
<b>7.1</b>	<b>Relación de los L.I.G.</b> .....	<b>88</b>
<b>7.2</b>	<b>L.I.G. n° 1: Formaciones Los Haitises y La barca, cantera cemex</b> .....	<b>89</b>

7.2.1 Croquis de situación.....	89
7.2.2 Acceso : .....	89
7.2.3 Contenido y Motivación.....	89
<b>8 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>94</b>

## FIGURAS

Figura 1 : Esquema fisiográfico de la Española y localización de la Hoja de Los Llanos. ....	5
Figura 2 : Esquema geológico de la Española y localización de la Hoja de Los Llanos (mod. de Lewis J.F. y Draper G., 1990, in Pérez-Estaún A. et al – 2007).....	5
Figura 3 : Esquema geológico del Este de la Cordillera Oriental Dominicana. ....	10
Figura 4: Corte estratigráfico sintético de las unidades estratigráficas y las facies del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental (García-Senz J. et al, 2007).....	12
Figura 5: Nomenclatura estratigráfica usada por distintos autores para describir la sucesión del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental (García-Senz J. et al, 2007). ....	13
Figura 6 : Corte sintético NS de la plataforma carbonatada del SE de la República Dominicana.....	19
Figura 7 Cortes geológicos NS de la Hoja Los Llanos .....	19
Figura 8 : SRTM de la Cordillera Oriental mostrando una erosión más intensa al Norte de la zona de afloramientos de los Conglomerados de Ramón Santana, en particular en la Hoja del Seibo. ....	27
Figura 9 : Modelo de depósito (rampa) válido para el intervalo Plioceno-Pleistoceno inferior y equivalente con las formaciones cartografiadas, (mod. de Braga J.C., 2009). ....	38
Figura 10 : 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).....	53
Figura 11 : Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. et al., 2002). ....	54
Figura 12 : 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). ....	54
Figura 13 : Posición de La Isla de La Española y relación de los principales cizallamientos sinistros con la falla transformante Polochic/Caimán (Dolan J.F. et al, 1998). ....	55
Figura 14 : Corte geológico regional entre la Cordillera Oriental Dominicana y la plataforma de las Bahamas. La interpretación de la línea sísmica T7N es de Edgar N.T. (1991), y se ha migrado usando los datos de velocidad del citado autor. El límite de placas marcado por focos de terremotos y la línea sísmica 12 se han extraído de Dolan J.F. et al. (1998). El perfil muestra la Fm Los Ranchos y la tonalita en el núcleo de la cordillera, elevados sobre la placa subducida y erosionados por la Fm Don Juan (discordancia pre-Eoceno) y las fallas transformantes terciarias que limitan la Bahía de Samaná. ....	58
Figura 15 : Campo magnético total reducido al polo (Lobon y Ayala, 2007, modificado) , localización de la Cordillera Oriental y de las principales zonas de falla de la República Dominicana.....	59

Figura 16 : Cortes geológicos seriados (I-I' a IV-IV') de la Cordillera Oriental Dominicana. .	62
Figura 17 : Cortes geológicos seriados (V-V' a VIII-VIII') de la Cordillera Oriental Dominicana.....	63
Figura 18 : Modelo analógico de un “restraining stepover” y su similitud con la zona al Este de la Falla de Yabón (McClay & Bonora, 2001; García Senz & Pérez-Estaún, 2008). ..	66
Figura 19 : Campo total reducido al polo, SRTM y esquema estructural del Mapa de Los Llanos.....	68
Figura 20 : 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).....	77
Figura 21 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en Hato Mayor y San Pedro de Macorís. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990 (de <a href="http://www.theweathernetwork.com">http://www.theweathernetwork.com</a> ). .....	82
Figura 22 : Localización e importancia de los principales canteras de la Hoja Los Llanos. Los números permiten su correlación con la Tabla 2.....	87
Figura 23 : Croquis de situación del LIG 1. Formaciones Los Haitises y La Barca, cantera Cemex. ....	89

## TABLAS

Tabla 1: Caudales aforados en la estación Higuamo 1 del río Higuamo (Datos Eptisa 2004) .....	83
Tabla 2 : Características de las canteras de la Hoja Los Llanos. Los números permiten su correlación con la Figura 22 : .....	86
Tabla 3 : Coordenadas de los puntos citados en el texto (muestra, foto, etc. ).....	93

## FOTOS

Foto 1: Afl. 86JM9158. Alternancias decimétricas de areniscas y lutitas bien estratificadas de la Fm Las Guayabas. ....	16
Foto 2 : Conglomerado de Ramón Santana. Nivel discontinuo conglomerado matriz soportado: gravas y cantos poligénicos en una matriz limolítica y arcillosa. Plio-Pleistoceno inf. Pt182.....	22
Foto 3 : Conglomerados con matriz carbonatada y megaripples en el interior de la formación Yanigua. Pt 523. ....	23
Foto 4 : Margas limosas beige. Pt 180. ....	30
Foto 5 : Marga limosa beige con cufus pt. 527.....	30
Foto 6 : Calizas bioclásticas localmente margosas con grandes moluscos y gasterópodos. Cantera al Norte de Ingenio Consuelo(Pt44) .....	32
Foto 7 : 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 (Braga J.C., 2009) .....	35
Foto 8: Calizas coralinas con pequeños corales acumulados ( pt 22) .....	36
Foto 9: Calizas coralinas micríticas con pequeños corales más dispersos (pt 42) .....	36

Foto 10: Foto aérea (Google Earth) mostrando el inselberg de calizas coralinas, rodeado de arcillas rojas y de numerosas dolinas.....	41
Foto 11: Calizas coralinas (6) de la formación Los Haitises en la cantera de Batey Paloma, la facies con pequeños corales abundantes es característica de la unidad de calizas coralinas. ....	42
Foto 12: Arcillas marmóreas, indican una importante alteración. (pt 950, Cantera al Oeste de Los Llanos). ....	42
Foto 13: Dolina rellena de arcillas rojas en el interior de las calizas de Los Haitises (pt 943). ....	43
Foto 14: Contacto entre la formación Los Haitises y la formación La Barca, cantera Cemex, pt 27.....	47
Foto 15: Vista general de techo de la cantera Cemex, mostrando el contacto (y la discordancia) entre la formación Los Haitises y la formación La Barca. Pt 27.....	48
Foto 16: Detalle de la formación La Barca: destaca la organización en láminas de muy escasa pendiente. Todos los huecos se corresponden con fragmentos de corales disueltos. ....	48
Foto 17: Nivel con stylophora abundantes en las calizas coralinas (6) de la formación Los Haitises.....	91
Foto 18: Contacto entre formación Los Haitises (calizas coralinas, 6) y formación la Barca (9). ....	91
Foto 19: Detalle de la formación La Barca : destaca la organización en láminas de muy escasa pendiente. Todos los huecos se corresponden con fragmentos de corales disueltos. ....	92
Foto 20: Vista general del contacto entre la formación de Los Haitises y la formación La Barca. Destaca la inclinación de los depósitos de playa situados directamente sobre la superficie erosiva formada a techo de la formación Los Haitises. ....	93

# 1 INTRODUCCIÓN

Debido al carácter incompleto y no sistemático de la cartografía 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 de la década pasada, 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. El Programa SYSMIN tiene como objetivo primordial favorecer el desarrollo del sector geológico-minero y mejorar las condiciones de vida de la población frente a los fenómenos sísmicos, la contaminación de las aguas subterráneas y la degradación del medio ambiente generada por las explotaciones mineras en la República Dominicana. Como continuación de los proyectos de Cartografía Geotemática desarrollados dentro del programa SYSMIN I, denominados C (1997-2000), K (2002-2004) y L (2002-2004), 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, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN, del Proyecto de “Cartografía Geotemática en República Dominicana” y de dos Ampliaciones.

El objetivo general del Proyecto consiste en la producción de mapas geológicos a escala de 1:50 000 y otros mapas geotemáticos a escala de 1:100 000 siguiendo una normativa precisa en cuanto a su realización. Se trata de continuar la provisión de información geocientífica por el Estado en forma de mapas geológicos y temáticos (mapas geomorfológicos, mapas de recursos minerales, y mapas de procesos activos), bases de datos y otra información que sirve como base para la selección y delimitación de áreas a explorar, la selección de métodos de exploración y para la evaluación de los resultados, así como para el uso de tierras, evaluación de riesgos geológicos y prevención de desastres, entre otros.

Las dos ampliaciones del Proyecto original incluyen, entre otros trabajos, la elaboración de 20 hojas geológicas a escala 1:50 000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100 000:

- **Sabana Buey** : Sabana Buey (6070-I);

- **Baní** : Nizao (6170-I), Baní (6170-IV);
  
- **Santo Domingo** : Guerra (6271-I), Boca Chica (6271-II), Santo Domingo (6271-III), Villa Mella (6271-IV);
  
- **San Pedro de Macorís** : Ramón Santana (6371-I), Boca del Soco (6371-II), San Pedro de Macorís (6371-III), Los Llanos (6371-IV);
  
- **La Granchorra** : La Granchorra (6470-I), Mano Juan (6470-II);
  
- **La Romana** : Higüey (6471-I), San Rafael del Yuma (6471-II), La Romana (6471-III), Guaymate (6471-IV);
  
- **Juanillo** : Juanillo (6571-III), Pantanal (6571-IV);
  
- **Bávaro**: Bávaro (6572-III).

## 1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja a escala 1:50.000 de Los Llanos se sitúa en la parte sur oriental de la República Dominicana. La zona Norte pertenece a la provincia de Hato Mayor y la parte Sur a la Provincia de San Pedro de Macorís. Esta región situada al Sur de la Cordillera oriental es relativamente plana y desciende con una pendiente suave hacia el Mar Caribe. La fisiografía de la Hoja se caracteriza por una topografía muy plana, la mayor parte de la zona se sitúa entre 20 y 40 m de altitud, y por la presencia de numerosos grandes cursos de agua. Los escasos relieves se localizan esencialmente en la parte Nordeste de la hoja, donde las altitudes aumentan ligeramente, iniciando los relieves más importantes del sur de la Cordillera Oriental, y donde los ríos se encajan un poco más profundamente.

En detalle, la fisiografía de la Hoja se caracteriza por un número relativamente restringido de ríos encajados en esta zona relativamente plana. La mayoría de estos ríos se localizan principalmente en el norte de la Hoja. Son permanentes como consecuencia de la fuerte pluviometría de la región. Estos ríos y arroyos se unen al sur de la hoja en el Río Higuamo. Entre los ríos, se desarrollan los influvios o mesetas ligeramente encajadas. Las partes Este y sobre todo Oeste de la hoja, muy planas, se caracterizan por la escasez de los cursos de

agua y la presencia de numerosas lagunas de tamaños variables que constituyen pequeños puntos de aguas poco profundas, esto sugiere una circulación kárstica y / o endorreica relativamente importante.

Desde el punto de vista administrativo, el territorio de la Hoja comprende las Provincias de Hato Mayor (al N), y de San Pedro de Macorís (al S).

La economía de la región se basa en el cultivo de la caña de azúcar cuyas plantaciones pertenecen a las compañías que se establecen entorno de San Pedro de Macorís.

Gran parte de la actividad económica de la región se desarrolla alrededor de estas empresas, y las principales localidades de la región: Ingenio Consuelo, Quisqueya, Los Llanos, así que los diferentes bateyes existentes están directamente asociados con la explotación de caña de azúcar.

La densidad de población es relativamente baja. 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 todo lo largo de las carreteras y de las plantaciones.

El clima tropical es cálido y muy húmedo, con un corto período seco entre Febrero y Marzo y abundantes precipitaciones entre Mayo y Junio. Este clima es responsable de una vegetación particularmente frondosa y de una importante alteración arcillosa del sustrato rocoso.

## **1.2 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).

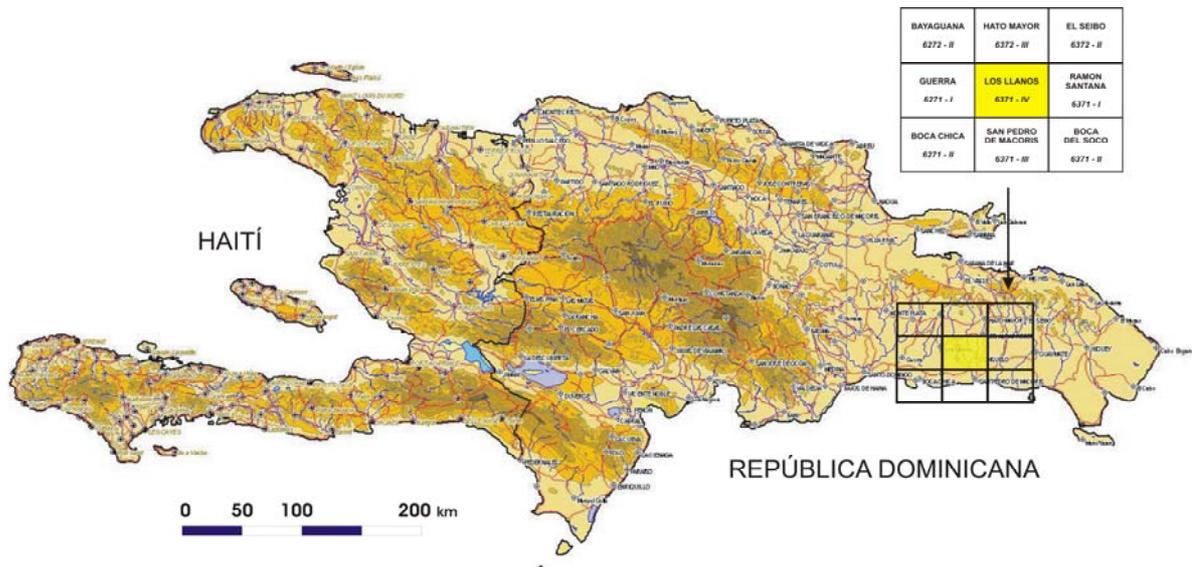


Figura 1 : Esquema fisiográfico de la Española y localización de la Hoja de Los Llanos.

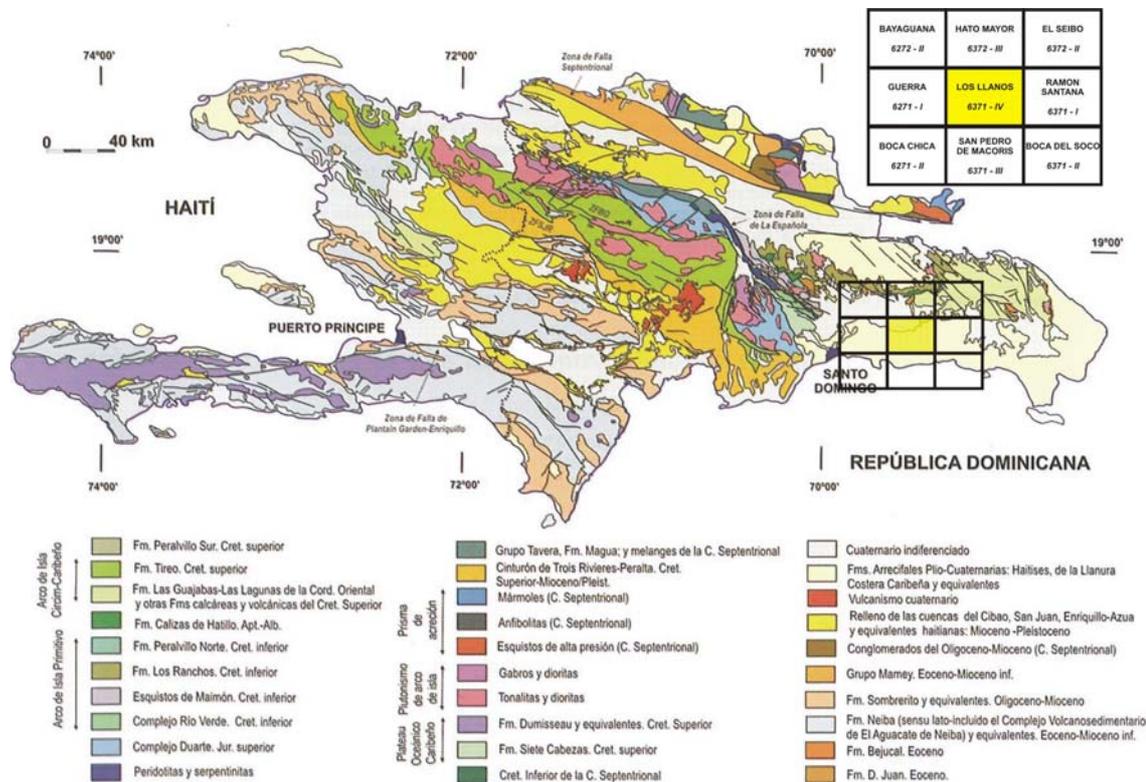


Figura 2 : Esquema geológico de la Española y localización de la Hoja de Los Llanos (mod. de Lewis J.F. y Draper G., 1990, in Pérez-Estaún A. et al – 2007).

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). 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 km<sup>2</sup> según Lebrón M.C. y Perfit M.R., 1994) de la aglomeración de terrenos que componen La Española (Mann P. *et al.*, 1991). 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 antiforame, 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 de 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.

### **1.3 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS**

Las primeras observaciones geológicas se remontan a finales del siglo XIX. (Gabb W.M., 1881) incluye un corte transversal de la Cordillera Oriental en el que interpreta correctamente la existencia de un sustrato de rocas cretácicas y una cobertera delgada discordante de rocas terciarias. Casi 100 años después, aparecen varias publicaciones sobre la geología de La Española (Douglas R.C., 1961; Blesch R.R., 1966) que culminan en la tesis de Bowin C. (1966) y su publicación posterior de 1975. Al final de esta etapa se conoce mejor el Cinturón Intermedio que la Cordillera Oriental, como muestra la cartografía de síntesis de Bowin C. (1975) donde la geología de la Cordillera Oriental se compone de un Cretácico

indiferenciado, un Terciario reciente y afloramientos puntuales de rocas ígneas; y la estructura se reduce a medidas dispersas de orientaciones y a la traza cartográfica de dos fallas principales.

La tesis de Bourdon L. (1985), añade un detalle considerable al conocimiento de la Cordillera Oriental, principalmente en los aspectos estratigráficos, paleontológicos y en la petrología de las rocas ígneas. El mapa geológico 1:100 000 que la acompaña representa las formaciones más significativas y ha sido reproducido con pocos cambios en las cartografías de síntesis de Lebrón M.C. y Mann P. (1991) y de la Dirección General de Minería y el BGR alemán (Toloczyki M. y Ramírez I., 1991).

Los estudios temáticos en la Cordillera Oriental se centran en la geología y geoquímica de la Fm Los Ranchos debido a su contenido en metales preciosos (Informes internos de Falconbridge Dominicana, 1988; Kesler S.E. *et al.*, 1991; Russell N. y Kesler S.E., 1991 entre otros). Las rocas volcánicas del Cretácico Superior y el plutón de tonalita de El Valle han sido estudiados desde un punto de vista petrológico, geoquímico y geocronológico por Kesler S.E. *et al.* (1991); Bourdon L. (1985); Bellon H. *et al.* (1985); Lebon M.C. (1989); Lebon M.C. y Perdit M.R. (1993); Kesler S.E. *et al.* (1991).

Los trabajos cartográficos realizados en el marco del programa Sysmin (Proyecto L, 2002-2004) han hecho progresar considerablemente el conocimiento geológico de la Cordillera Oriental, con el levantamiento de 10 Hojas de escala 1:50 000. Han sido objeto de publicaciones de síntesis, en particular los relativos a la estratigrafía del Cretácico Superior (García-Senz J. *et al.*, 2007), a la génesis de la Fm Los Ranchos (Escuder Viruete J. *et al.*, 2007), a la tectónica (García-Senz J. *et al.*, 2007) y a la evolución geomorfológica de la Cordillera (Díaz de Neira J.A. *et al.*, 2007). En esta memoria, se ha utilizado amplios extractos de dichos trabajos.

## 1.4 METODOLOGÍA

El trabajo de campo se efectuó entre Octubre de 2008 y Marzo de 2009. Se apoyó en el estudio de fotos aéreas a escala aproximada de 1:30 000. Las imágenes de satélite de Google Earth, y los modelos numéricos del terreno (SRTM) accesibles vía Global Mapper, han sido del mismo modo de gran utilidad, en particular para precisar la traza de las principales características morfológicas de la Llanura Costera del Caribe. Todos los

afloramientos, así como los accesos utilizados en vehículo, se georeferenciaron utilizando sistemáticamente un GPS Garmin 60. Los trabajos de gabinete se realizaron a medida que avanzaban la cartografía utilizando el software Arcview y el soporte topográfico, a escala de 1:50 000 (Mapa Topográfico Nacional).

Se ha utilizado la información académica en forma de tesis y de publicaciones en revistas especializadas; informes internos de investigación minera y trabajos de hidrogeología aplicada.

Para la identificación y seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes ha sido de gran utilidad el Mapa Aeromagnético de la República Dominicana (Compagnie Générale de Géophysique, 1999).

De forma coordinada con la elaboración de la Hoja, se diseñó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos Susceptibles de Constituir Riesgos Geológicos del cuadrante correspondiente, a escala 1:100 000.

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 Geológico y Minero de España y la Dirección General de Minería de la República Dominicana e inspirada en el modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50 000, 2ª serie (MAGNA).

Las principales dificultades encontradas, durante la elaboración de la cartografía geológica, estuvieron ligadas a las condiciones de afloramiento muy mediocres, por el hecho del fuerte recubrimiento vegetal, principalmente sobre toda la Llanura Costera del Caribe completamente recubierta por las plantaciones de caña de azúcar. Para realizar la cartografía se utilizó principalmente la red hidrográfica.



## 2 ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA

El territorio de la Hoja de Los Llanos está recubierto principalmente por las formaciones carbonatadas Plio-Cuaternarias que se prolongan hasta la Llanura Costera del Caribe. Esta es una zona tabular recubierta por las calizas Plio-Pleistocenas de la Fm Los Haitises. Las arcillas generadas por la alteración de los carbonatos son importantes para el cultivo de la caña de azúcar.

Al Norte de esta Hoja afloran los terrenos más antiguos (Cretácico Superior) en relación con la Cordillera Oriental. Está constituido por turbiditas silicio-clásticas y carbonatos de la Fm Las Guayabas. Forman el zócalo de la cobertera Plio-Cuaternaria.

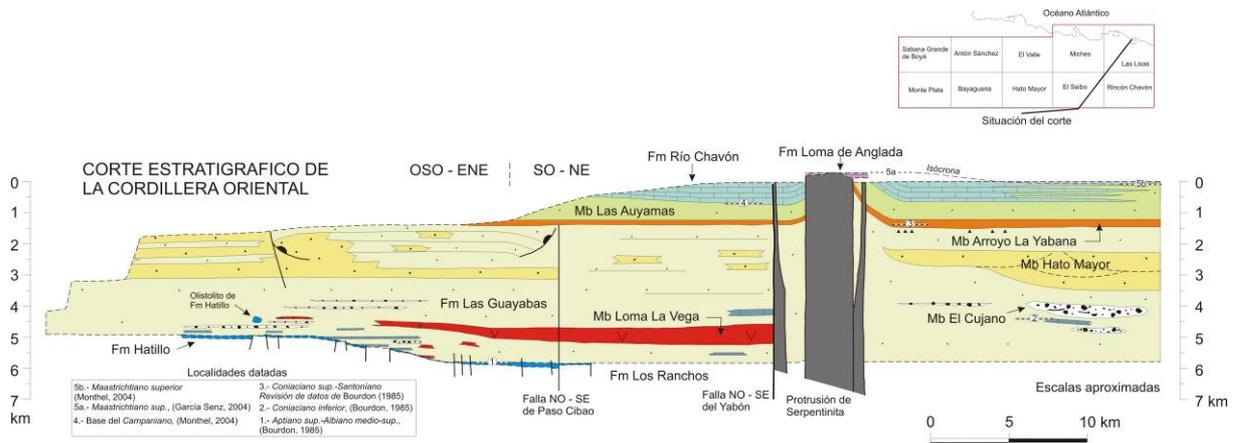
El conjunto está cubierto por coluviones cuaternarios provenientes de la alteración de los relieves de la Cordillera Oriental.

### 2.1 EL CRETÁCICO SUPERIOR

En la Cordillera Oriental, el Cretácico Superior está representado por potentes series de rocas volcanoclásticas agrupadas mayoritariamente en la Fm Las Guayabas (Lebrón M.C. y Mann P., 1991). La secuencia del Cretácico Superior está limitada por dos discordancias. La inferior, sobre la Fm Caliza de Hatillo, es un contacto que asciende y desciende en la serie estratigráfica, con saltos bruscos que coinciden con fallas. La superior es una discordancia bajo la Formación Don Juan (Eoceno) (Bowin C., 1966; Bourdon L., 1985) que trunca pliegues contractivos, llegando a erosionar a todo el Cretácico Superior.

Dentro del conjunto mayoritariamente volcanoclástico se diferencian diversas litologías que permiten la subdivisión estratigráfica: areniscas epiclásticas y tobas, lavas, radiolaritas y calizas. Bourdon L. (1985) ha cartografiado y descrito estas litologías con el apoyo de dataciones, agrupándolas en dos unidades, El Seibo y El Oro, separadas por un cabalgamiento este-oeste. Posteriormente, Lebrón M.C. y Mann P. (1991) proponen una nomenclatura estratigráfica formal que prescinde de la división de El Seibo y El Oro, pero no soluciona el problema de correlación a ambos lados del cabalgamiento.

Las nuevas cartografías del proyecto SYSMIN (2003-2004) contienen avances en el conocimiento estructural y en la definición de los límites lito y cronoestratigráficos de las unidades, que permiten por primera vez unificar la estratigrafía de la Cordillera Oriental (García-Senz J. *et al*, 2007).



**Figura 4: Corte estratigráfico sintético de las unidades estratigráficas y las facies del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental (García-Senz J. *et al*, 2007).**

Ahora, en el Cretácico Superior, se diferencian (Figura 4):

- la Fm de areniscas de Las Guayabas, con areniscas finas-medias de color oscuro, estratificadas en capas regulares planoparalelas. Dentro de esta Formación, las subdivisiones diferenciadas comprenden: el Mb Loma La Vega (lavas, brechas tobáceas y cineritas); el Mb El Cujano (conglomerados) y el Mb Hato Mayor (brechas y areniscas gruesas, turbidíticas);
- la Fm de silexitas de Arroyo La Yabana;
- la Fm de calizas de Río Chavón, que consiste predominantemente en capas de calcarenitas y calizas margosas con intercalaciones de areniscas y lutitas. Su base es transicional con el Mb de lutitas de Las Auyamas;
- la Fm de calizas de Loma de Anglada, con areniscas carbonatadas y calizas masivas de plataforma.

UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR DE LA CORDILLERA ORIENTAL DOMINICANA

Bourdon (1985)		Mann y Lebrón (1991)		Este artículo (2007)		
Flysch calcáreo de La Mina	Areniscas calcáreas maastrichtienses	Fm Río Mana	Fm La Mina	Fm de Calizas de Loma de Anglada	Maastrichtiense	
	Calizas maastrichtienses	Fm Loma de Anglada		Fm de Calizas de Río Chavón	Campaniense	
	Serie calcárea y volcanodetrítica	Fm Bejucalito		Mb de Lutitas de Las Auyamas		
Serie detrítica del Coniaciense inferior	Calizas	Fm Río Chavón		Fm de Silexitas de Arroyo La Yabana	Santonienne	
	Serie volcano-detrítica y volcánica	Intercalación silícea	Mb Arroyo La Yabana	Fm de Aren. de Las Guayababas	Mb de Areniscas de Hato Mayor	Coniaciense
		Conglomerado de rocas ultrabásicas	Fm Río Cuarón		Mb de Volcan. de Loma La Vega	
			Fm El Cujano			
			Mb Loma La Vega			
(Unidad del Oro)	(Unidad del Seibo)				Fm de Calizas de Hatillo	Cenomaniense - Turoniense
					Albiense	

**Figura 5: Nomenclatura estratigráfica usada por distintos autores para describir la sucesión del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental (García-Senz J. et al, 2007).**

La bioestratigrafía del Cretácico Superior utiliza foraminíferos plantónicos, radiolarios y ammonoideos. Debido a la restricción batimétrica, los rudistas aparecen y son útiles únicamente al final del Cretácico. El piso Cenomaniano no se ha podido separar del Albiano. El Turoniano Inferior-Medio está representado por la zona de *Helveto-globotruncana helvética*, reconocida por Bourdon L. (1985) en una muestra de turbiditas calcáreas del tramo inferior de la Fm Río Chavón, aunque se trata con seguridad de fósiles resedimentados que yacen sobre depósitos asignados al Coniaciano por el mismo autor. Es el caso de los ammonites del Coniaciano inferior de la sub familia de los Peroniceratinae recogidos en capas de calizas intercaladas entre el Mb El Cujano (Bourdon L. et al, 1983; 1984; Bourdon L., 1985). La atribución al Coniaciano propuesta por Bourdon para el Mb Arroyo La Yabana se basa en una asociación de radiolarios cuestionable que mezcla formas del Cretáceo Superior. El estudio de foraminíferos plantónicos y radiolarios recogidos en sucesión vertical en la Hoja de El Seibo permite asignar al Santoniano los niveles suprayacentes al Mb de Volcanitas de Loma La Vega y acotar el límite Santoniano-Campaniano próximo a la base de la Fm Río Chavón (Monthel J., 2004). El Maastrichtiano se ha reconocido por fauna bentónica de sulcoperculinas y orbitoideos en la Fm Loma de Anglada (Bourdon L., 1985; García Senz J., 2004, Serra-Kiel J. et al, 2007) y por rudistas de la asociación *Titanosarcolithes* (Pons J.M. et al, 2005). El Maastrichtiano superior se ha

reconocido en la Fm Rio Chavón por foraminíferos planctónicos de la biozona de *Abathomphalus mayaroensis* (García Senz J. *et al*, 2007).

La sección estratigráfica está dominada por detríticos volcánicos. El volumen de detríticos de origen sedimentario es insignificante en unidades situadas bajo las radiolaritas del Miembro Arroyo La Yabana, pero se incrementa en rocas más recientes provenientes de una plataforma de carbonatos. Los foraminíferos plantónicos, radiolarios y ammonoideos presentes en la sección del Cretácico Superior indican un ambiente de mar profundo, con excepción de la Formación Loma de Anglada que termina el ciclo deposicional. Las estructuras sedimentarias son características de transporte por gravedad, ya sea por corrientes turbidíticas o por flujos en masa en abanicos submarinos. La escasez de datos de paleocorrientes y la dificultad de ordenar las variaciones de tamaño de grano en términos de proximal a distal impiden por el momento la reconstrucción de los sistemas deposicionales.

Se considera que el contexto tectónico y deposicional del sedimento del Cretácico Superior es una cuenca de antearco desarrollada sobre el arco volcánico de la Formación Los Ranchos (Bourdon L., 1985; Mann P. *et al.*, 1991 y otros autores) y rellena por detríticos procedentes del arco volcánico y de un basamento metamórfico comparable al que actualmente existe en la Península de Samaná.

### **2.1.1 Fm Las Guayabas. Areniscas y lutitas bien estratificadas (1). Coniaciano-Santoniano. K<sub>2</sub>.**

La localidad tipo propuesta por Lebron y Mann (1991) es el corte La Jagua-Los Cacaos descrito por Bourdon (1985) en la Hoja de Hato Mayor del Rey (UTM, X: 04645; Y: 20790) situada en el centro de la Cordillera. Hay que remarcar, no obstante, que este corte representa únicamente a los primeros 200 metros del total de 4,3 km de espesor de la formación. La base es un contacto litológico brusco y discordante a escala cartográfica, que superpone areniscas de granos volcánicos y calcáreos sobre calizas con rudistas o con nódulos de silex de la Fm Hatillo, o sobre rocas volcánicas de la Fm Los Ranchos. El techo de la formación se ha definido como la última capa de areniscas bajo las silexitas de la Fm Arroyo La Yabana (García-Senz J. *et al*, 2007).

La Fm Las Guayabas se compone de una sucesión monótona de areniscas y areniscas feldespáticas de color oscuro y pelitas dispuestas en capas regulares plano-paralelas

centimétricas a métricas limitadas por superficies bien marcadas. Es frecuente la laminación paralela de decantación, menos frecuente la secuencia de Bouma incompleta con granoclasificación y laminación ripple y relativamente raras las barras, flutes, las estructuras de carga y la bioturbación. La parte inferior de la formación presenta pliegues de slump, fallas extensivas sinsedimentarias, un olistón métrico de calizas de la Fm Hatillo y coladas de cantos y bloques entre 10-30 cm de diámetro, máxima 100 cm, de rocas volcánicas porfídicas equivalentes en facies, y posiblemente en edad, al Mb el Cujano. La parte inferior de la formación intercala adicionalmente lutitas silíceas, tobas y calizas pelágicas.

La parte media-alta de la formación por encima de las lavas del Mb Loma La Vega se caracteriza por un incremento del espesor de los cuerpos areniscosos intercalados entre facies finas y por la presencia de conglomerados y brechas en cuerpos laxos de gran continuidad lateral. Se interpretan como lóbulos de turbiditas densas que provienen de un área fuente rica en arena y cantos, del tipo abanico deltaico colgado sobre el talud.

Las características petrográficas de las areniscas indican una composición homogénea, rica en fragmentos líticos, feldespatos y filosilicatos. La compactación ha producido una pseudomatriz que incrementa relativamente la proporción de cuarzo, que no obstante permanece muy baja. De acuerdo con la clasificación de Folk se trata de areniscas líticas y feldespatolíticas, con el predominio de fragmentos de rocas volcánicas (basaltos y otras rocas volcánicas indiferenciadas) y cantidades menores, aunque significativas, de fragmentos metamórficos y sedimentarios. Estos últimos son principalmente de silexita y caliza. Destaca la presencia constante, aunque en baja proporción, de olivino y augita como detriticos de rocas básicas a ultrabásicas. En conclusión, la petrografía de las areniscas y de los clastos sugiere que se está erosionando el arco magmático y su sustrato metamórfico así como fragmentos emplazados del manto peridotítico.

La Formación Las Guayabas contiene globotruncanidos, heterohelicidos y radiolarios, frecuentemente recristalizados o silicificados. Bourdon (1985) cita en su base un canto retrabajado con *Favusella* (*Hedbergella*) *washitensis* con un rango entre el Albiano Inferior y el Cenomaniano. La edad de la base de la formación ha de ser más moderna que este canto retrabajado y se sitúa por conveniencia en el Cenomaniano. Asimismo, una muestra situada pocos metros sobre el techo del Mb de volcánicos de Loma La Vega ha proporcionado *Globigerinelloides* sp., *Globotruncanita stuarti*, *Marginotruncana pseudolinneiana* y *Marginotruncana* cf. *undulata*, atribuible al Santoniano.



**Foto 1: Afl. 86JM9158. Alternancias decimétricas de areniscas y lutitas bien estratificadas de la Fm Las Guayabas.**

## **2.2 EL PLIOCENO-PLEISTOCENO**

### **2.2.1 Generalidades**

En la Hoja de Los Llanos, las formaciones plio-pleistocenas están representadas principalmente por las formaciones marinas de margen litoral a las cuales se les atribuye una edad Pliocena a Pleistocena inferior, y de formaciones estrictamente continentales posteriores a las formaciones precedentes y atribuidas por tanto, a un periodo post-Pleistoceno Inferior.

Los sedimentos del Plioceno-Pleistoceno pertenecen a 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 en relación con las plataformas están diferenciados en depósitos de plataforma carbonatada denominadas Calizas de Los Haitises y formaciones margosas con influencia continental más marcada (Formación Yanigua). Una parte del conocimiento de la estratigrafía del Plioceno se debe al interés representado por el ámbar, de frecuente abundancia en la formación 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.

En la parte sudeste de la Isla, tres formaciones han sido diferenciadas: los Conglomerados de Ramón Santana, definidos por primera vez en esta zona, la Fm Yanigua y la Fm Los

Haitises (Figura 6, Figura 7). En el interior de este última se han diferenciado tres unidades, una unidad bioclástica, una unidad arrecifal y una unidad calcarenítica mixta (esta última no siendo visible a muro de la Fm Los Haitises y no aflora en la Hoja de Los Llanos).

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 edades obtenidas sobre la formación Los Haitises sobre la base bioestratigráfica de los foraminíferos bentónicos, ofrecen una edad Miocena superior a Pliocena 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 formación Los Haitises, la presencia de *Acropora palmata* (observación de J.C. Braga), especie que aparece en el curso del Pleistoceno Inferior demuestra que la Fm de Los Haitises se depositó justo en el Pleistoceno Inferior. En consecuencia, la Fm Los Haitises puede tener una edad Pliocena (véase Mioceno Superior) a Pleistoceno Inferior.

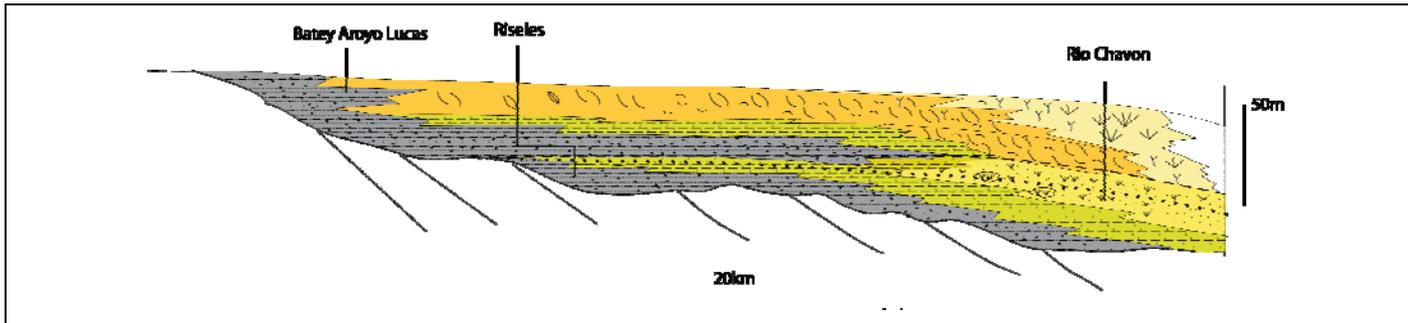


Figura 6 : Corte sintético NS de la plataforma carbonatada del SE de la República Dominicana

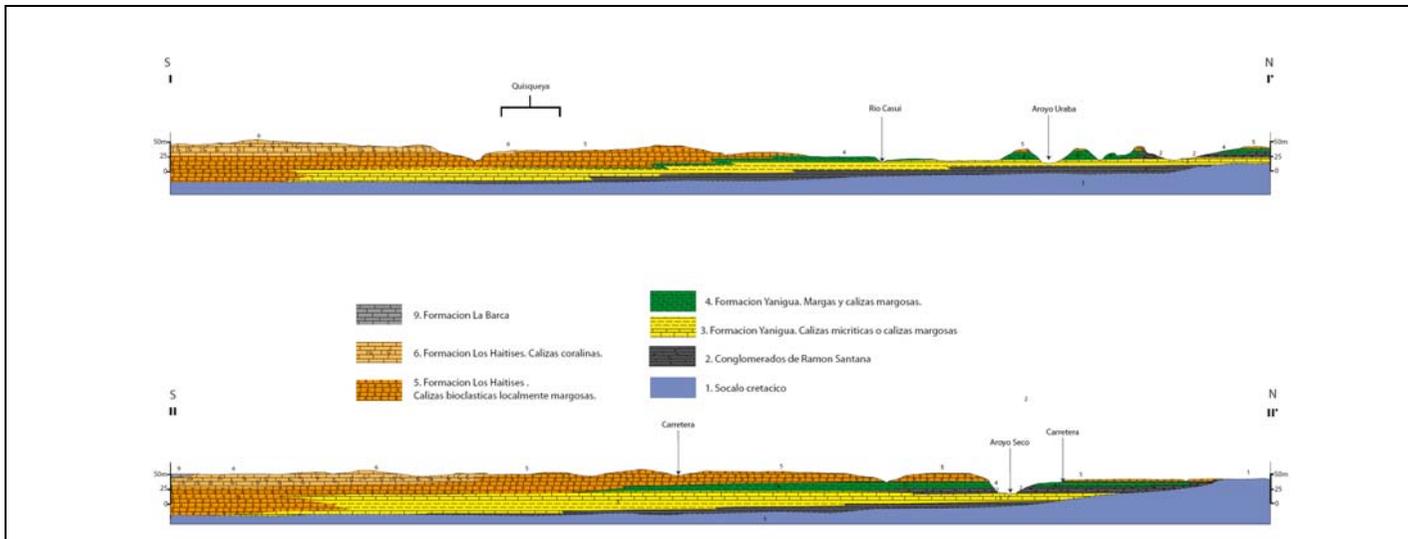


Figura 7 Cortes geológicos NS de la Hoja Los Llanos

Los Conglomerados de Ramón Santana se interpretan como depósitos continentales a fluvio-deltaicos. La Fm Yanigua se interpreta en un contexto marino-lagunar de baja energía. La Fm Los Haitises se corresponde a depósitos de plataforma carbonatada, interna por la unidad bioclástica y abierta en la unidad arrecifal. Los Conglomerados Ramón Santana son transgresivos sobre el sustrato ante-plioceno, pasando lateralmente a la Fm. Yanigua, transgresiva sobre estos conglomerados. Sin embargo, en respuesta a una bajada importante en el nivel marino los Conglomerados de Ramón Santana se observa igualmente en progradación a aquellos de la Fm Yanigua (Figura 6). La Fm de Los Haitises es transgresiva sobre el conjunto de los depósitos.

Al final de la sedimentación de la Fm Los Haitises (probablemente durante el Pleistoceno Inferior) una gran parte del sudeste de la Isla se eleva justo a la posición actual. Ese es el caso del conjunto de la zona cubierta por la Hoja Los Llanos. La zona es el lugar de una sedimentación continental principalmente representada por los depósitos de conos aluviales más o menos distales, arrastrando material proveniente de la Cordillera Oriental en proceso de levantamiento. Del mismo modo, esta continentalización está 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 fondo de valle). La edad de los depósitos como las alteraciones y erosión están mal definidos, y son consecuencia de múltiples fases entre la inmersión de la plataforma desde el Pleistoceno Inferior a la actualidad. La incisión de la red fluvial es, según los datos disponibles al Sur de la zona (Hoja Boca del Soco), relativamente reciente, probablemente Pleistoceno Superior (estadio isotópico 5). Las terrazas se desarrollan probablemente en edad Pleistoceno Superior a Holoceno.

## **2.2.2 Los Conglomerados de Ramón Santana: conglomerados, areniscas, arcillas y limos (8). Plioceno-Pleistoceno inferior. N2 – Q1-3**

### **2.2.2.1 Características de esta formación**

Los Conglomerados de Ramón Santana se distinguieron por primera vez en la cartografía de las Hojas de Guaymate, Ramón Santana y Los Llanos. Han sido denominados con el

---

nombre de la Hoja de Ramón Santana donde los afloramientos son muy visibles, particularmente al Norte de ésta, a los bordes del río Soco.

Esta formación aflora mal en la Hoja de Los Llanos. Está constituida de arcillas rojas, arenosas a gravosas, en las cuales se intercalan niveles conglomeráticos decimétricos ricos en cantos flotantes (Foto 2). En el interior de los niveles conglomeráticos, los elementos están a menudo desorganizados. La matriz de estos conglomerados es areno-gravosa con una cantidad variable de limos y arcillas, y no están litificados. Los cantos son únicamente elementos de rocas ante-pliocenas, de origen sedimentario o metamórfico, procediendo del zócalo de la Cordillera Oriental y de los depósitos del Cretácico superior. El tamaño de los elementos de estos conglomerados varía desde las gravas hasta bloques que alcanzan 20 cm de diámetro. Los cantos son la fracción granulométrica más abundante. Estos niveles son totalmente azoicos.

Las características de esta unidad se corresponden a un depósito continental. Los niveles conglomeráticos podrían corresponderse bien a conos aluviales, o bien a niveles fluvio-deltaicos. Los niveles más arcillosos parecen corresponderse con depósitos de llanura aluvial. Ningún paleosuelo ha sido claramente identificado en los niveles más finos (que afloran muy mal) pero cuya existencia es probable. Estas arcillas podrían igualmente corresponder con los depósitos laguno-marinos más limitados, sin embargo la ausencia total de fauna sugiere que estos depósitos no sufrieron influencia marina.



**Foto 2 : Conglomerado de Ramón Santana. Nivel discontinuo conglomerado matriz soportado: gravas y cantos poligénicos en una matriz limolítica y arcillosa. Plio-Pleistoceno inf. Pt182.**



Foto 3 : Conglomerados con matriz carbonatada y megaripples en el interior de la formación Yanigua. Pt 523.

#### 2.2.2.2 Variación de potencia y relación con las otras entidades geológicas

Los Conglomerados de Ramón Santana es la más proximal (la más continental) de la serie Pliocena. En las tres Hojas donde han sido encontrados, se observa en contacto con el substrato ante-plioceno. Este es el primer depósito de la transgresión Pliocena y la primera formación en contacto con el zócalo, la cual bajó y niveló los relieves pre-existentes. Son muy lenticulares en morfología.

Tras esta primera transgresión, esta unidad alterna con los otros depósitos pliocenos laguno-marinos y marinos, avanzando hacia el mar o retrocediendo hacia el continente en función de las bajadas y subidas de nivel marino. Los Conglomerados de Ramón Santana se observan encerrados “en sándwich” entre los depósitos marinos más internos, la Fm Yanigua en la parte inferior, y las unidades bioclásticas de Los Haitises en la superior. Esta

intercalación se corresponde con la expresión de una bajada importante en el nivel del mar que provoca un avance importante de los depósitos continentales hacia el Sur.

Muy al Norte de las tres Hojas, constituye frecuentemente el único depósito Plioceno; la transgresión marina no alcanza esta zona y no deposita material carbonatado. La Figura 6 muestra las relaciones entre ellos, el zócalo y los otros depósitos del Plioceno.

Esta unidad presenta una potencia muy variable (inferior al metro a 40 metros según la localización). Una característica general es que se reduce progresivamente del Norte hacia el Sur. Al Sur, presenta intercalaciones de niveles de gravas, y tiene probablemente una potencia inferior a 10 m en las inmediaciones de Los Llanos. Por el contrario tiene una cuarentena de metros de potencia en la proximidad de Batey Arroyo Lucas. Al ir hacia el Norte, esta misma unidad adelgaza progresivamente hacia el Norte en dirección del contacto con el zócalo.

El hecho de que los Conglomerados de Ramón Santana sean los depósitos más internos del conjunto de la sedimentación Pliocena, permite sugerir las variaciones de potencia siguientes:

- Cuando esta unidad está en contacto con el zócalo, se corresponde con el primer relleno de los relieves del substrato ante-plioceno. Estos relieves son probablemente caóticos, es posible que esta unidad sea lenticular y presente potencias muy variables.
- Cuando los Conglomerados de Ramón Santana están intercalados entre las unidades carbonatadas, se corresponden con un avance (progradación) de depósitos continentales hacia el Sur, son gruesos hacia el Norte y se reducen progresivamente hacia el Sur como lo muestra los cortes de la Figura 6.

### 2.2.2.3 Cartografía de los conglomerados de Ramón santana.

El fuerte contenido en arcilla así como el carácter no endurecido hacen de esta formación un nivel muy blando, poco resistente a la erosión que afloran muy mal y, a menudo, muy difícil de identificar. Se corresponden con la mayoría de los relieves muy suaves, de escasa pendiente, los cuales contrastan con los relieves de las formaciones carbonatadas (cf. Infra).

---

A menudo solamente el carácter rojo de las arcillas y la presencia de cantos indican la presencia de esta unidad. Además de la mala calidad de afloramiento, varios problemas pueden aparecer para reconocer con certeza y localizar sus límites precisos:

- Puede ser difícil de diferenciar esta formación de otros depósitos continentales como los niveles de terraza y abanicos cuaternarios que se depositan en la serie pliocena. El argumento distintivo más importante es la presencia de depósitos carbonatados pliocenos sobre estos conglomerados. En efecto los Conglomerados de Ramón Santana están rodeados por carbonatos (de la formación Yanigua o los Haitises) que se generan tras el retorno del mar favorecido por una importante transgresión.
- Un problema importante se reconoce al Norte de las Hojas, cuando ningún depósito carbonatado existe sobre estos conglomerados, o la transgresión marina no alcanzando estas zonas, o la erosión ha preservado las calizas. Es difícil diferenciar, por falta de afloramientos de buena calidad, los Conglomerados de Ramón Santana de los depósitos continentales cuaternarios. En este caso, la elección se hizo al integrar el conjunto de los depósitos continentales en una formación comprensiva, discutiremos de esta elección después de la descripción de los abanicos aluviales.

La posición del contacto entre los Conglomerados de Ramón Santana y las formaciones carbonatadas suprayacentes marinas, es a menudo identificable por la presencia de facies calcareníticas groseras con grava y cantos terrígenos. Estos se corresponden con facies de playa y son el resultado del retrabajo de material continental durante la transgresión marina. La aparición de los niveles calcareníticos característicos permite posicionar con exactitud el contacto entre las dos formaciones. En proximidad al contacto entre los conglomerados de Ramón Santana y las formaciones carbonatadas, los conglomerados con matriz caliza con contenido del zócalo pueden ser encontrados en los depósitos carbonatados (Foto 3). Los conglomerados son matriz-soportados o muestran una organización según megaripples, que sustentan de una deposición rápida bajo condiciones de alta energía. Estos representan las descargas terrígenas en el interior de los depósitos carbonatados marinos y demuestran la proximidad de los depósitos continentales de la formación Conglomerados de Ramón Santana.

En la parte inferior los Conglomerados de Ramón Santana recubren la Fm Yanigua. En este caso es muy difícil distinguir con precisión el límite, los cantos han sido a menudo retrabajados en las pendientes.

#### 2.2.2.4 Particularidades de esta unidad en el SE de la República Dominicana

Los Conglomerados de Ramón Santana han sido reconocidos únicamente en las Hojas de Los Llanos, Ramón Santana y Guaymate y no han sido reconocidos entre las Hojas adyacentes. Destaca sin embargo un nivel conglomerático reducido es a menudo identificado a muro de la formación Yanigua (Brouwer y Brouwer, 1980) lo que parece un equivalente, al menos parcial, de los Conglomerados de Ramón Santana. El hecho que estos conglomerados no hayan sido identificados en las Hojas adyacentes puede deberse a varias razones:

- La ausencia de afloramientos de esta unidad. Las tres Hojas en cuestión son aquellas en que los ríos están más encajados y muestran la serie pliocena más completa. En la mayoría de las Hojas sólo la parte superior de la serie pliocena, los carbonatos, son visibles. Los Conglomerados de Ramón Santana presentes a muro de la formación carbonatada o intercalada entre las formaciones carbonatadas, no son entonces visibles.
- La dificultad de distinguir entre conglomerados Pliocenos y depósitos continentales Pleistocenos. Al Norte, cuando esta unidad se asienta directamente sobre el sustrato, es complicado distinguir entre las formaciones continentales post-pliocenas (abanicos, terrazas). Este punto se discutió con anterioridad. Muy al Norte, allí donde la transgresión marina no ha invadido la zona y deposita sedimentos carbonatados, es muy difícil de distinguir estos dos conjuntos. En las Hojas situadas al norte de la zona presentada aquí es pues posible que una parte de los niveles asignados a abanicos cuaternarios se correspondan en realidad a los Conglomerados de Ramón Santana.
- Una unidad más desarrollada que en las otras zonas. Esta última hipótesis, no excluyendo las anteriores, es que los conglomerados estén presentes únicamente en estas zonas a causa de la llegada de terrígenos más importantes. El importante influjo de terrígenos proveniente de la Cordillera Oriental traería el depósito de facies

continentales en esta zona en particular, más que a las zonas localizadas al Este u Oeste donde depósitos menos energéticos atribuibles a la Fm Yanigua se depositaron (en particular los niveles de ámbar están completamente ausentes en el SE de la República Dominicana). Esto requiere que la Cordillera Oriental esté más erosionada en esta zona que las adyacentes, aportando así más material. Esta hipótesis se apoya por la forma de los relieves de la Cordillera. Sobre los modelos numéricos de terreno (Figura 9), se ha observado efectivamente en la zona norte de afloramiento de los Conglomerados de Ramón Santana, la Cordillera Oriental presenta los relieves más acentuados, sugieren una erosión más importante de esta zona. Esto podría vincularse con litologías diferentes pero sobre todo con velocidades de levantamiento más importante de la Cordillera Oriental en esta zona.

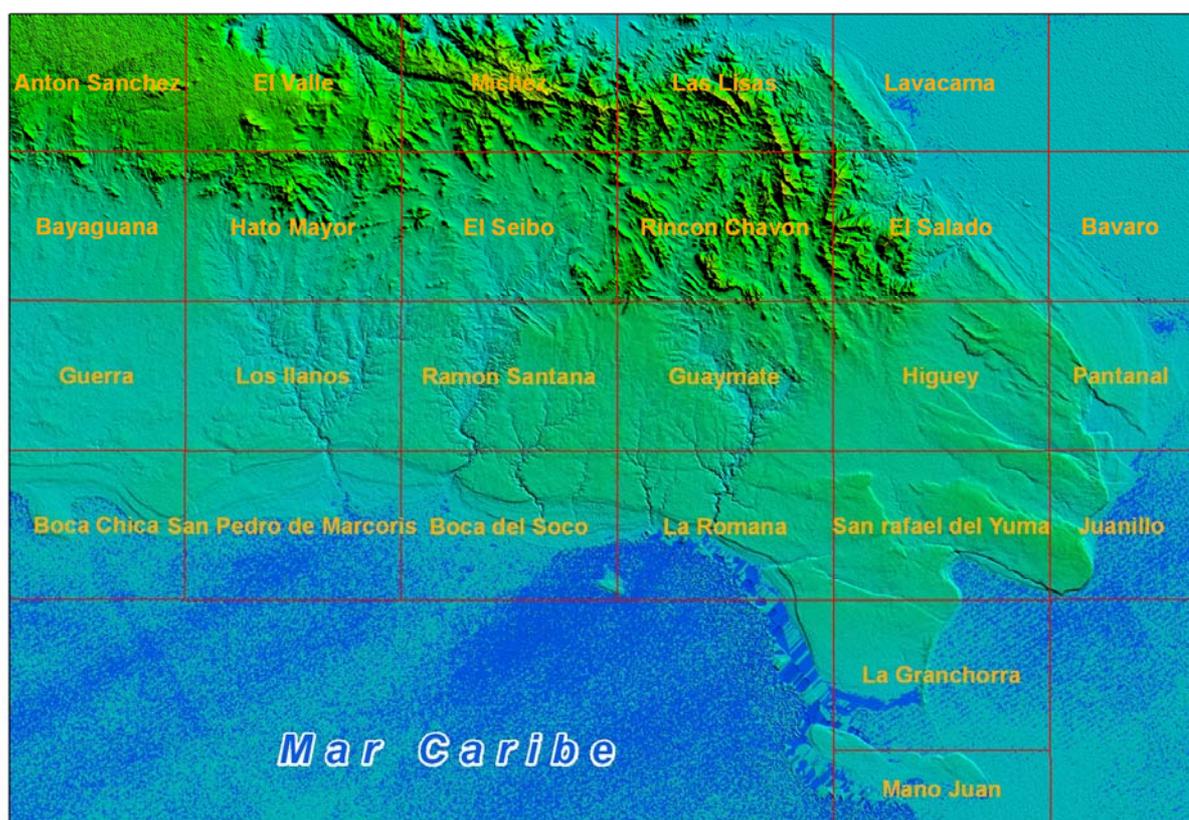


Figura 8 : SRTM de la Cordillera Oriental mostrando una erosión más intensa al Norte de la zona de afloramientos de los Conglomerados de Ramón Santana, en particular en la Hoja del Seibo.

### 2.2.3 Fm Yanigua. Margas y calizas margosas (9). Plioceno-Pleistoceno. N<sub>2</sub> – Q<sub>1-3</sub>

En la Hoja de Los Llanos, la formación Yanigua está dividida en dos unidades:

- Una unidad inferior constituida de calizas muy margosas con un nivel métrico de calizas micríticas con abundantes foraminíferos,
- Una unidad superior de margas y de calizas margosas.

Las unidades están separadas por una intercalación de Conglomerados de Ramón Santana.

#### 2.2.3.1 Calizas micríticas con abundantes foraminíferos o calizas margosas (3). Plioceno-Pleistoceno inferior. N<sub>2</sub> – Q<sub>1-3</sub>

Esta unidad se encuentra entorno al contacto con los Conglomerados de Ramón Santana. Se constituyen por calizas margosas o margas en el interior de las cuales es frecuente un banco masivo de calizas masivas micríticas. El cual es a menudo el único nivel aflorante. Las calizas margosas pueden contener faunas abundantes de gasterópodos y moluscos de gran talla. Las calizas micríticas contienen otros moluscos y gasterópodos de tallas variables con una fauna abundante de foraminíferos, principalmente bentónicos:

Algunos foraminíferos planctónicos se encuentran, son muy escasos y son formas juveniles de Globigerinidae.

Los foraminíferos bentónicos son frecuentes, son principalmente individuos con organismo porcelanoso (*Archaiasinida*, *Miosorites americanus* (CUSHMAN), *Miarchaias floridanus* (HOTTINGER), *Quinqueloculina* spp., *Triloculina* sp.) pequeños Discorbidae son comunes, *Rosalina* sp.

Esta unidad es de escasa potencia, del orden de la decena de metros, pasa hacia el sur a la unidad de calizas bioclásticas de la formación Los Haitises y hacia el norte hacia los conglomerados de Ramón Santana (**Figura 7**).

### 2.2.3.2 Margas y calizas margosas (4). Plioceno-Pleistoceno inferior. N2 – Q1-3

Esta formación está constituida principalmente de margas amarillas y verdes (Foto 4) en las cuales se intercalan niveles métricos de calizas margosas. Algunos niveles calcareníticos con gravas y cantos, marcando la proximidad de la formación de Conglomerados de Ramón Santana, pueden ser identificados en la parte inferior de la formación (Foto 4). Las margas de la formación Yanigua pueden, en ciertos niveles, presentar faunas marinas particulares tales como gasterópodos, conchas de ostras de gran tamaño, grandes foraminíferos y cufus (Foto 5). Los conjuntos faunísticos son frecuentemente monoespecíficos. Los depósitos de esta formación están a menudo muy bioturbados. El conjunto de características de faunas y de actividades biológicas observadas (gran tamaño, monoespecíficas) demuestran unas condiciones del medio muy particulares, a menudo encontradas en ambientes muy restringidos (lagoons, lagunas).

La potencia de estas margas varía relativamente poco. Se adelgaza progresivamente hacia el Sur (o pasan lateralmente a facies de Los Haitises) y hacia el Norte (o pasan a los Conglomerados de Ramón Santana). Entre estos dos adelgazamientos, la potencia es del orden de 20 m. La potencia máxima pasa raramente de 25 m.

Debido a su litología, esta formación aflora muy mal. Corresponde con relieves suaves y muy poco inclinados. Los suelos en estas margas son muy cohesivos, en temporal de lluvia.

El límite de las margas de la Fm Yanigua y las facies bioclásticas de Los Haitises es comúnmente muy progresivo, las facies bioclásticas se convierten progresivamente en margas. Debido a las condiciones de afloramiento el límite con los Conglomerados de Ramón Santana son difíciles de posicionar.



Foto 4 : Margas limosas beige. Pt 180.



Foto 5 : Marga limosa beige con cufus pt. 527.

#### **2.2.4 Fm Los Haitises Plioceno-Pleistoceno Calizas bioclásticas y calizas margosas (5), Calizas arrecifales (6).**

La Fm Los Haitises está compuesta de depósitos casi exclusivamente calizos. Algunos niveles más margosos pueden ser encontrados, principalmente en la proximidad de la Fm Yanigua. Los Haitises representan grandes superficies en las Hojas del SE de la República Dominicana. Estos son siempre ricos en faunas, relativamente variados, que cambian mucho de Norte a Sur. En la Hoja de Los Llanos, dos unidades, que pasan lateralmente de una a la otra, han sido distinguidas:

- Calizas bioclásticas localmente margosas con grandes moluscos, calizas bioclásticas y calizas margosas en situación más proximal, al Norte, que se corresponden con las condiciones más internas;
- Calizas coralinas más distales, bioconstruidas, limitadas al Sur de la Hoja.

Las dos unidades pasan lateralmente de la una a la otra. Las formaciones carbonatadas, que forman una superficie importante de la Hoja Los Llanos, están muy alteradas, karstificadas y afloran muy mal, a menudo bajo la forma de inselbergs (cf. párrafo arcillas de descalcificación y fondos de dolinas).

#### 2.2.4.1 Fm Los Haitises. Calizas bioclásticas y calizas margosas (5). Plioceno-Pleistoceno. N<sub>2</sub> – Q<sub>1-3</sub>

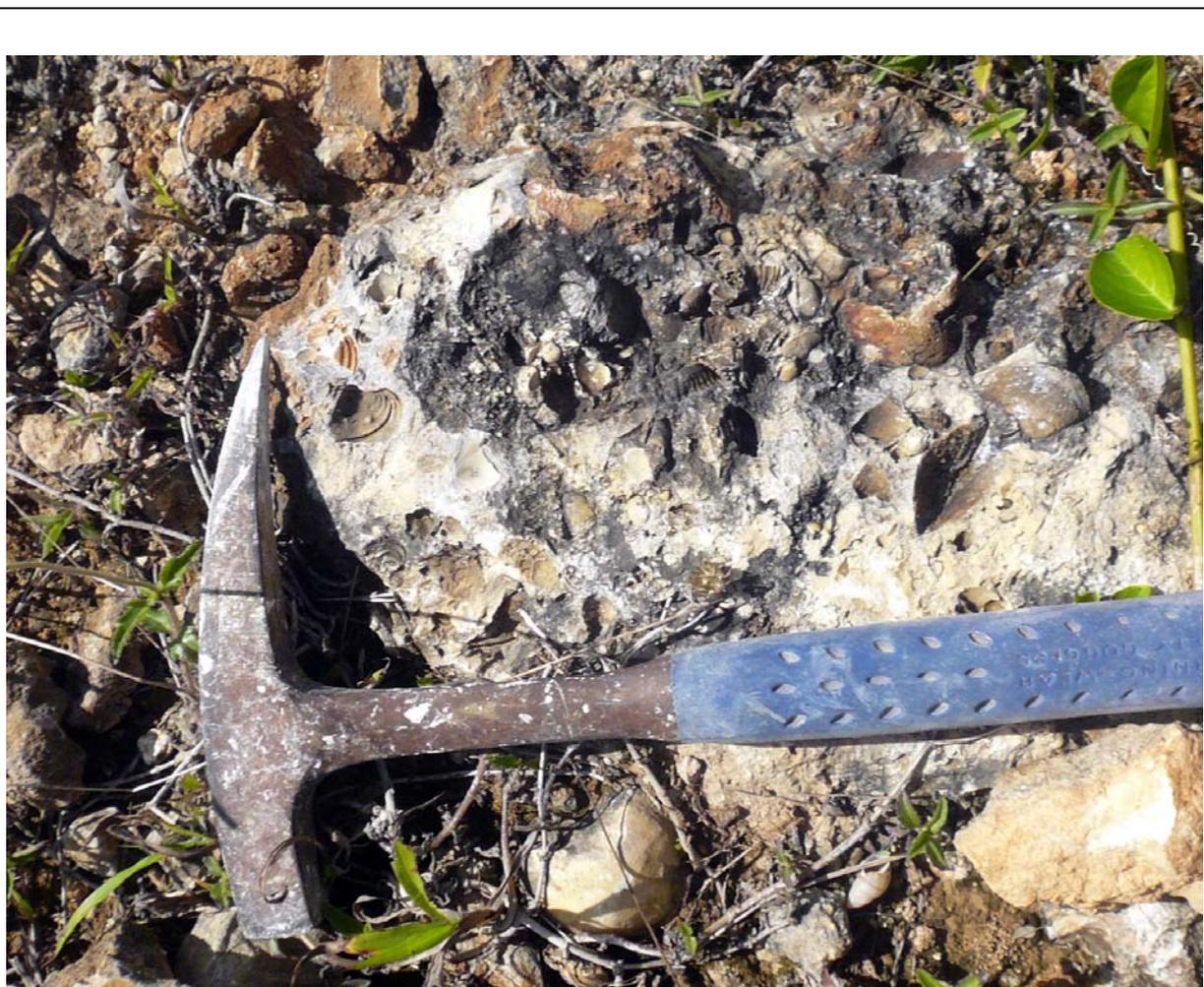
Las calizas bioclásticas presentan la variabilidad litológica y faunística más importante. Varían entre calizas micríticas más o menos margosas, calizas muy finas (packstones muy finas) y finalmente calcarenitas gruesas (grainstones) que pueden contener elementos terrígenos (gravas en la mayor parte de los casos).

Estos depósitos presentan asociaciones de faunas particulares:

- Las facies finas y margosas son habitualmente ricas en moluscos y gasterópodos de talla muy grande, (alcanzando 10 cm) ( Foto 6)
- las calcarenitas muy finas son frecuentemente ricas en moluscos de talla variada, gasterópodos, foraminíferos planctónicos raros, y foraminíferos bentónicos entre los cuales las formas hialinas son las más abundantes como por ejemplo de las muestras 86 EL 9042-2 donde figuran:
  - muy raros foraminíferos planctónicos (especímenes de Globigerinidae juveniles)
  - frecuentes foraminíferos bentónicos especialmente de pequeñas formas con organismo porcelanoso así como (pequeños Textulariidae, *Quinqueloculina* sp. *Triloculina* sp. *Spiroloculina* ? sp. *Miliolinella* ? pequeños fragmentos de Archaiasinae, *Miarchaias floridanus* (HOTTINGER))
- las calizas gruesas contiene elementos mal clasificados que son la mayoría de los restos de debris de fauna, debris de moluscos, gasterópodos y foraminíferos y son frecuentes de briozoarios son a veces observables. Esta facies es escasa en la hoja de Los Llanos.

Algunos corales solitarios (*Montastrea*) de gran talla están a menudo presentes en las calizas margosas y las calcarenitas finas.

Con excepción de las calcarenitas gruesas, los depósitos de esta unidad bioclástica están muy bioturbadas. Esta unidad es a menudo masiva en afloramiento, algunos niveles más bioclásticos y más bioturbados se pueden observar. Las calizas, en particular las calizas finas y margosas son fácilmente erosionables.



**Foto 6 : Calizas bioclásticas localmente margosas con grandes moluscos y gasterópodos. Cantera al Norte de Ingenio Consuelo(Pt44)**



Foto 6: Calizas margosas con moluscos y algunos corales pt 81

#### 2.2.4.2 Fm Los Haitises. Calizas arrecifales (6). Plioceno-Pleistoceno. N<sub>2</sub> – Q<sub>1-3</sub>

Estas calizas coralinas están esencialmente constituidas por corales, a los cuales se asocian en cantidades variables de gasterópodos y de moluscos. Entre los corales, los Acropora son dominantes. Estas calizas arrecifales fueron definidas de la siguiente manera por Braga J.C. (2009):

« 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 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-parallelas, 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 m de espesor del conjunto Acropora del grupo *A. cervicornis* y *Stylophora* son los corales más importantes (Foto 7), 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. »

Niveles mayores a estas formas pueden encontrarse. El conjunto de esta formación parece formada por parches de coalescencia de niveles bioconstruidos.

La matriz de estas calizas es fina y micrítica, puede ser más granulosa y bioclástica en el seno de la unidad de calizas bioclásticas. Esta unidad es particularmente masiva y dura, el único banco desarrollado está formado por los niveles con corales de mayor talla. Es común la presencia de huecos en la roca por la disolución de los corales. Esta formación es muy porosa y permeable.

Esta unidad, resistente a la erosión forma frecuentemente la cima de los acantilados excavados por los grandes ríos y compone las mesetas que se forman en las zonas relativamente llanas en el interior.

Las variaciones laterales de facies son muy raras en el interior de esta unidad, las mismas facies se localizan a varios kilómetros según la dirección proximal-distal (N-S), y varias decenas de kilómetros en lateral (E-W). De Sur a Norte, sin embargo frecuentemente hay una evolución hacia facies finas micríticas, más pobres en corales, únicamente constituidas por pequeños corales de tipo Acropora Cervicornis, luego zonas desprovistas de fauna, hacia facies más y más ricas en bioclastos, justo en la transición hacia la unidad de calizas bioclásticas.



**Foto 7 : 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 (Braga J.C., 2009)**

	
<p><b>Foto 8: Calizas coralinas con pequeños corales acumulados ( pt 22)</b></p>	<p><b>Foto 9: Calizas coralinas micríticas con pequeños corales más dispersos (pt 42)</b></p>

### 2.2.4.3 Cambios laterales de facies entre las unidades de Los Haitises

Las dos unidades pasan de una a otra muy progresivamente (Figura 6), las calizas bioclásticas se sitúan al Norte mientras que las calizas coralinas se encuentran al Sur. El límite entre las dos unidades es muy difuso y progresivo, ha sido localizado generalmente donde la cantidad de bioclastos es superior a la de corales. Las malas condiciones de afloramiento de las calizas debido a la alteración aumentan la dificultad de posicionar con precisión este límite. Esto debe ser considerado por tanto como indicativo.

Un cambio en la vegetación se asocia a veces a la transición entre las calizas coralinas y las calizas bioclásticas. El desarrollo de prados parece el paisaje natural sobre las calizas bioclásticas. Sin embargo, el cultivo de caña de azúcar ha sido establecido por todas las zonas relativamente planas, que constituyen la zona cartografiada, independientemente del tipo de substrato geológico.

La potencia de la unidad de calizas coralinas es poco variable, disminuyendo de manera progresiva al paso a facies bioclásticas, la potencia de estas dos unidades combinadas es relativamente constante y se reduce progresivamente hacia el norte pasando a las formaciones más internas (Fm Yanigua y Conglomerados de Ramón Santana).

Al Norte, las calizas bioclásticas están en contacto con los depósitos más internos. De un modo general, en la parte inferior, son transgresivos sobre la Fm Yanigua; que es intermedia entre los depósitos de calizas bioclásticas y los Conglomerados Ramón Santana. En la parte superior, las calizas bioclásticas de Los Haitises están directamente en contacto, y en transgresión sobre los Conglomerados de Ramón Santana. El paso entre ambas formaciones es una facies calcarenítica rica en elementos terrígenos, gravas y cantos, en la que las laminaciones planas son frecuentes y que se corresponden con facies de playa

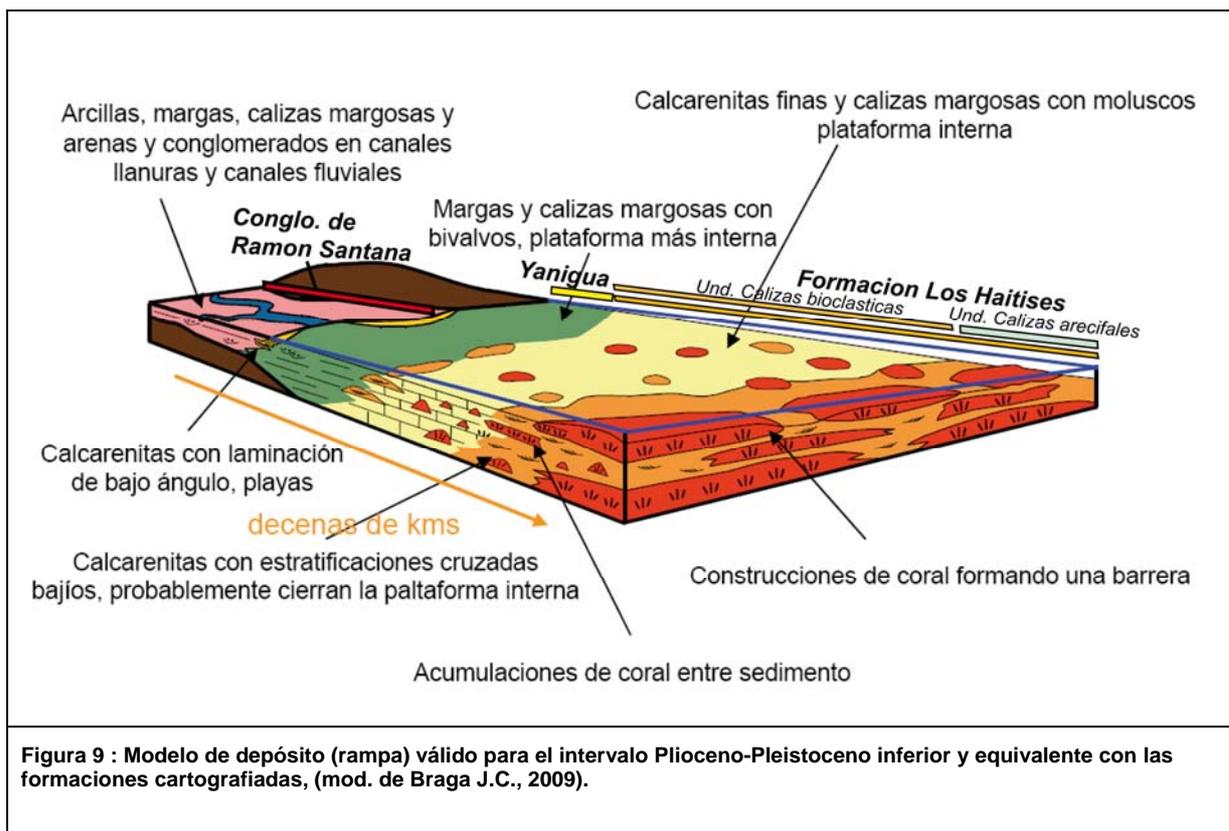
Ninguna transición de calizas coralinas de Los Haitises hacia un ámbito más distal (hacia el Sur) fue observado.

#### 2.2.4.4 Interpretación y distribución de depósitos pliocenos a lo largo de un modelo de depósito.

El conjunto de Los Haitises se corresponde con un depósito de una plataforma carbonatada con una longitud de varias decenas de kilómetros en la dirección proximal-distal. Las dos unidades diferenciadas se corresponden con facies internas (calizas bioclásticas) y a facies externas (calizas coralinas). Los depósitos coralinos se asemejan a parches coalescentes de material coralino. La relativa invariabilidad de los depósitos coralinos a lo largo de kilómetros se corresponde con depósitos de barrera en rampa. Los depósitos bioclásticos situados tras la zona de bioconstrucciones son características de facies internas, de tipo lagoon. Las facies micríticas margosas con grandes moluscos y gasterópodos son típicas de facies protegidas donde las condiciones del medio (oxigenación) son muy particulares y estresantes para los organismos. Las facies más calcareníticas son frecuentes en la posición más proximal, y parecen corresponderse con depósitos más energéticos próximos a la playa.

El conjunto de formaciones pliocenas se ordenan sobre un perfil de barrera en los que las calizas de Los Haitises constituyen los depósitos marinos y la unidad de las calizas arrecifales, los depósitos marinos más abiertos. Los Conglomerados de Ramón Santana

constituyen los depósitos más continentales. Las margas de la Fm Yanigua se corresponden con un dominio intermedio laguno-marino situado entre estos dos límites. Las margas han sido principalmente depositadas durante la primera transgresión que constituye el primer recubrimiento generalizado de la zona. Las transgresiones posteriores se producen por un perfil más aplanado, y parece que los medios laguno-marinos se desarrollan menos. La Figura 9 representa la distribución de estos depósitos sobre un perfil proximal-distal.



### 2.2.5 Arcillas de descalcificación con gravas de hierro y manganeso (7a); fondos de dolinas (7b). Pleistoceno- Holoceno. Q<sub>4</sub>

Arcillas rojas y de limos con potencias variables, métricas a plurimétricas, de, son frecuentemente observables en las cimas de las grandes superficies planas que forman la mayor parte de la Hoja. Estas superficies están frecuentemente constituidas por las calizas de Los Haitises, que generalmente muestran una intensa alteración (Foto 10). Las dolinas, que son una de las características de esta alteración, son frecuentes. Las arcillas rojas son habitualmente ricas en gravas de hierro y manganeso, que se corresponden con pisolitos formados como residuos de alteración. Las arcillas y limos observados sobre las calizas, son interpretados como los productos de alteración de las formaciones carbonatadas pliocenas.

En estas arcillas, es posible encontrar elementos mucho más gruesos (arenas y gravas) que se podrían corresponder a un aporte de material alóctono por los abanicos aluviales. Es posible que en algunas zonas las arcillas rojas observadas sean el producto de una mezcla entre los productos de alteración in situ y un aporte vía abanico distal. La parte esencial de material parece corresponderse a residuos a alteración. Esta alteración, es como veremos más adelante, probablemente activa después de la emersión de las calizas de Los Haitises (probablemente emergidos en el curso del Pleistoceno Inferior - Medio) y muy polifásico.

Esta alteración parece particularmente importante en las zonas muy planas localizadas en la hoja de Los Llanos. Se observan grandes zonas donde sólo son observables las arcillas rojas, mezcladas con cantos de hierro y manganeso que son igualmente residuos de disolución. En estas superficies planas, los escasos relieves muy suaves que existen se corresponden con inselbergs de calizas, que han escapado a la disolución. El entorno de Batey Paloma es un buen ejemplo. Un inselberg aislado es visible (Foto 10), formado por calizas coralinas de Los Haitises, las cuales son explotadas como piedra ornamental (Foto 11). Este inselberg está rodeado de una zona plana (Foto 10) con numerosas dolinas recubiertas de arcillas rojas con cantos de hierro y de manganeso. En el contacto sur del inselberg, se observa una pequeña laguna, cuya morfología sugiere que se corresponde con una pérdida de la red hidrográfica (Foto 10). Esta pérdida es debida a la intensa alteración y karstificación que afecta y disuelve una parte de las calizas situadas en torno a este inselberg.

Las arcillas rojas y marrones están frecuentemente abigarradas. Esta marmorización de arcillas es típica de niveles que han sufrido una alteración importante.

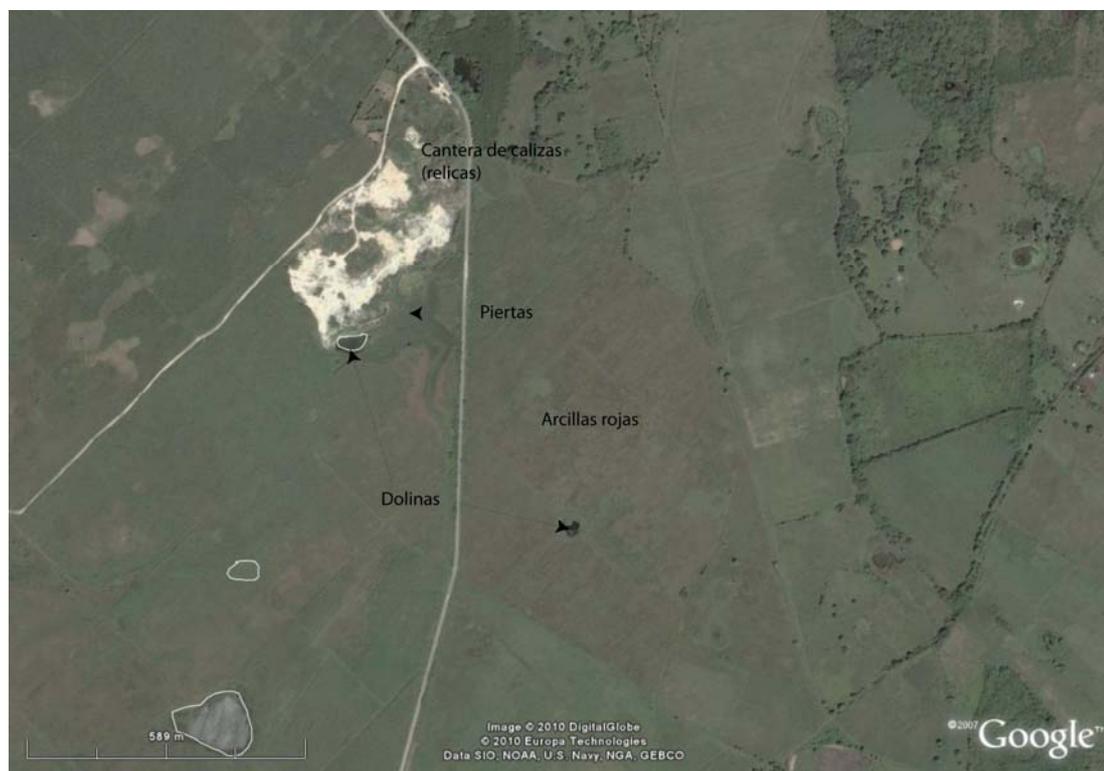
La importante alteración visible en las grandes superficies planas es menos marcada donde actúan las pendientes y una red de drenaje. Parece que la estabilidad de las grandes zonas planas favorece la alteración in situ.

Estas zonas tienden a funcionar como cuencas endorreicas en las cuales el conjunto de finos (donde las arcillas, y probablemente las arcillas de decalcificación, son erosionadas y transportadas) son sedimentados y preservados. Si la alteración de carbonatos es bien visible, es más difícil saber que parte de las arcillas rojas encontradas son debidas a la alteración in situ o aportadas. En ese caso, a menudo se ha elegido identificar una zona de litología arcillosa, que se corresponde con una mezcla de productos de alteración in situ y de sedimentación de finos transportados por escorrentía.

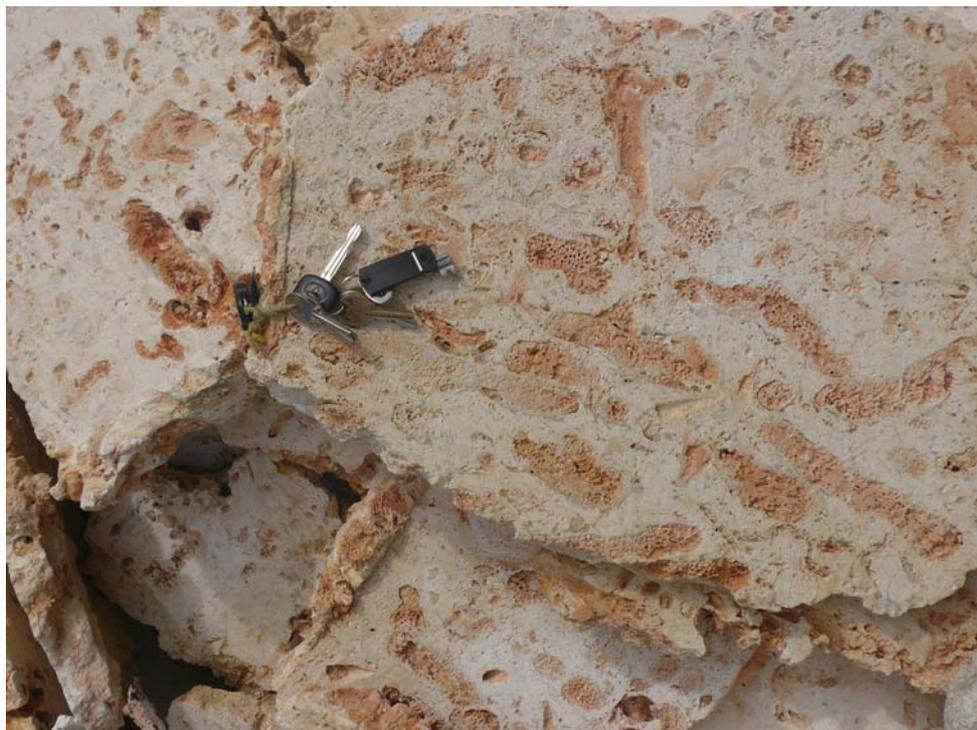
Las dolinas (7b) son relativamente frecuentes en el conjunto de la zona donde hay calizas. Las dolinas son particularmente abundantes en los depósitos de la formación Los Haitises (Foto 13). Estas son bien visibles en el paisaje particularmente desde las fotos tomadas en altura. Se trata generalmente de depresiones de tamaño variado (desde algunos metros hasta más de 100 m) y de forma aproximadamente elíptica. Estas depresiones pueden estar rellenas de arcilla roja o de depósitos limosos estando aún abiertas y conectadas a redes kársticas más o menos desarrolladas. Las dolinas están frecuentemente rellenas por parches que se corresponden posiblemente a zonas relativamente extendidas donde abundan las dolinas, probablemente conectadas en profundidad a grandes redes kársticas. Las dolinas están además alineadas según las direcciones preferenciales que sugieren las direcciones de fracturación según los ejes tectónicos principales. Las fracturas pueden guiar la circulación de fluidos y el desarrollo de la karstificación. En la Hoja de Los Llanos, las dolinas están totalmente llenas de material proveniente o de los residuos de disolución de carbonatos (arcillas rojas de decalcificación) o bien de productos generados por la escorrentía (limos, arenas finas). Se forman entonces en grandes zonas de depresión, correspondiente a las lagunas, de muy poca profundidad donde el agua se estanca. Asociadas a estas dolinas se pueden observar a veces las zonas de pérdida, como en el Batey Paloma.

Asociadas a la alteración, sobre las formaciones pliocenas y posiblemente sobre los abanicos, se observan localmente los indicios de una ferruginización « in situ », comparable a una costra laterítica. Se observa en las zonas planas relictas correspondientes a un previo periodo de peneplanación. Pueden encontrarse principalmente al norte de Los Llanos, a una altitud de 60 m. Ese es el caso entorno del pueblo de Sabana de Campiño, en la llanura de Cabeza de Agua. Sobre algunos metros de potencia, la roca toma el aspecto de una brecha litificada, con matriz de hidróxidos de hierro, y cuyos componentes (gravas y cantos de coluviones) están completamente lavados y argilitizados. Bajo esta brecha, se observa frecuentemente la presencia de arcillas moteadas o abigarradas. Estas facies son otra expresión de la importante alteración que tiene lugar desde la emersión de esta zona.

La edad de la alteración está mal definida, se inicia probablemente con la emersión de la formación Los Haitises (posiblemente a partir del Pleistoceno inferior-medio). Lo que parece confirmarse por las observaciones en el Sur de la Hoja de Los Llanos (cf. párrafo formación La Barca) que muestran que la formación Los Haitises sufre una primera fase de alteración previa al depósito de la formación La Isabela, de edad Pleistoceno medio a reciente.



**Foto 10: Foto aérea (Google Earth) mostrando el inselberg de calizas coralinas, rodeado de arcillas rojas y de numerosas dolinas.**



**Foto 11: Calizas coralinas (6) de la formación Los Haitises en la cantera de Batey Paloma, la facies con pequeños corales abundantes es característica de la unidad de calizas coralinas.**



**Foto 12: Arcillas marmóreas, indican una importante alteración. (pt 950, Cantera al Oeste de Los Llanos).**



Foto 13: Dolina rellena de arcillas rojas en el interior de las calizas de Los Haitises (pt 943).

### 2.2.6 Abanico aluviales (Cantos, gravas, arenas y limos (8). Pleistoceno-Holoceno. Q<sub>4</sub>)

Un abanico aluvial ha sido cartografiado en la parte nordeste de la Hoja en contacto con la hoja de Guerra. Se trata de una lengua de varios cientos de metros de potencia alargada según la dirección norte sur. Este abanico se observe sobre Los Haitises y Yanigua. Se trata de un abanico distal. Los depósitos están esencialmente constituidos por materiales finos (limos y arcillas) con algunos pasos decimétricos más groseros formados por arenas y algunos cantos terrígenos. Estos depósitos son negros a marrones (probablemente dependiendo de su grado de oxidación).

El abanico cartografiado se sitúa probablemente en la prolongación sur de los abanicos proximales cartografiados en la hoja situada al norte (Hato Mayor del Rey). Una dinámica importante es necesaria para transportar los componentes groseros de los abanicos

---

proximales, por el contrario, los componentes de los abanicos proximales son fácilmente movilizables, por ejemplo por escorrentía asociada a precipitaciones importantes.

Los abanicos distales forman a menudo grandes zonas muy planas de depósitos finos, situadas en la prolongación y entorno a los abanicos proximales. Estos depósitos colmatan los relieves preexistentes. Entonces el abanico cartografiado aquí tiene probablemente potencias variables pero escasas, desde algunos metros de potencia hasta menos de un metro.

La presencia de zonas muy planas parece ser la consecuencia del estilo de sedimentación de estos depósitos finos así como la alteración de los depósitos subyacentes. La alteración aplana progresivamente los relieves preexistentes mientras que los limos colmatan los últimos relieves que perduran. Es a menudo difícil diferenciar claramente los abanicos aluviales (más limosos) de los productos de alteración in situ de las formaciones carbonatadas (más ricas en arcillas rojas). Además, es probable que los abanicos aluviales movilicen material proveniente de la alteración, pero también que ocurra una mezcla de los materiales aportados por los abanicos distales y los productos de alteración in situ. El no reconocimiento de la alteración previa haría considerar que todas las arcillas rojas limosas encontradas son depósitos de abanicos. En esta Hoja se ha decidido cartografiar en abanico las zonas con dominio limoso que forma un relieve ligeramente ondulado.

Dando el carácter limoso y arcilloso de estos depósitos, son muy poco permeables. Las zonas donde ocurran estos depósitos están caracterizadas por las grandes superficies de agua estancada, bajo la forma de grandes zonas húmedas o bien bajo la forma de lagunas poco profundas de extensión variable. Estas superficies son zonas favorables para el desarrollo de plantaciones de caña de azúcar.

La edad de estas formaciones de piedemonte es difícil de precisar sin ningún elemento de datación existente, además estos depósitos se corresponden con una dinámica sedimentaria que actualmente está activa, aunque con menor intensidad. En consecuencia, a aquellos abanicos que son depositados sobre la formación Los Haitises no se les puede atribuir una edad post-Pleistoceno inferior.

---

## **2.2.7 Formación La Barca (9). Calcarenitas, calizas margosas con corales, localmente con gravas, arcillas y limos. Pleistoceno (Q)**

### **2.2.7.1 Descripción**

Esta formación está representada por depósitos de una importante variedad litológica y faciológica, y está definida por su posición intermedia entre las formaciones de Los Haitises e Isabela. Ésta ha sido definida en la Hoja Los Llanos, la columna tipo de esta formación se localiza en la cantera Cemex, al sur de esta Hoja.

Ha sido localizada únicamente en el extremo sur de la Hoja en contacto con los depósitos pliocenos y en una altitud situada en torno a 50 m. Es poco potente, raramente más de 10 m, a menudo menos de 5 m.

Donde las condiciones de afloramiento lo permiten (i.e en las canteras con un frente de trabajo suficientemente importante), es posible observar que esta formación descansa directamente sobre la formación Los Haitises. A veces, esta última está frecuentemente alterada, y una ligera discordancia angular puede ser identificada.

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.

---

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

La cantera Cemex permite observar numerosas diferentes facies de la formación La Barca, su organización y el contacto con la formación Los Haitises subyacente.

El contacto entre la formación La barca y la formación Los Haitises se identifica con una ligera discordancia (Foto 15) 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.

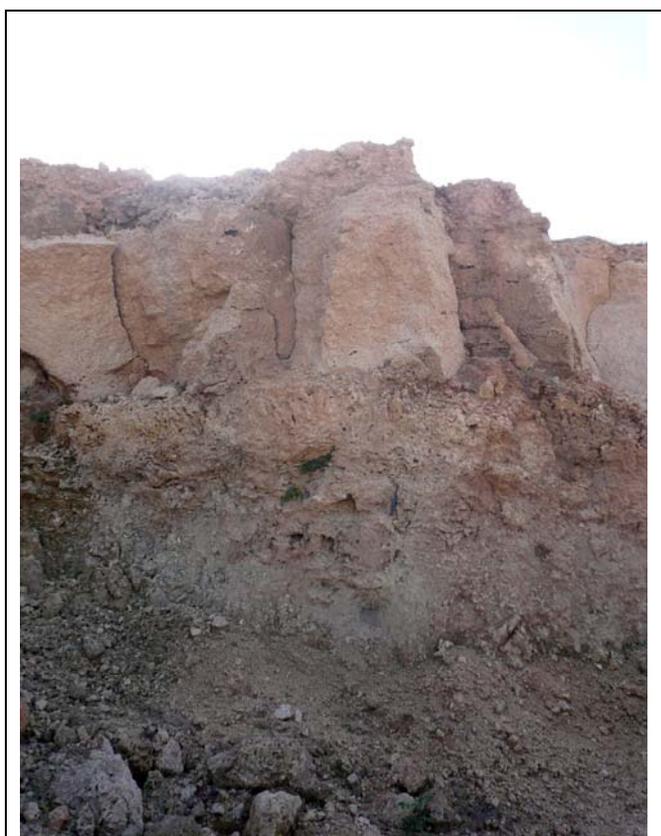
Los primeros bancos de la formación La Barca están constituidos esencialmente de debris de corales. Los elementos coralinos están bajo la forma de cantos resultantes de trozos de corales rodados y debris de corales de talla arena y grava. Estos niveles están organizados según láminas de varios centímetros de potencia, conglomeráticos, a menudo granodecrecientes (Foto 16). Todos ellos están ligeramente inclinados hacia el mar. Estas láminas son características 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 15).

- 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 un termo de cambio entre las formaciones Los Haitises y La Isabela.

Lateralmente esta formación aflora relativamente mal y es diferenciada de la formación Los Haitises principalmente en base a la morfología del paisaje. Hacia el este de la cantera, esta se carga puntualmente de material terrígeno (esencialmente de gravas y pequeños cantos correspondientes a un material de edad Cretácico superior).



**Foto 14: Contacto entre la formación Los Haitises y la formación La Barca, cantera Cemex, pt 27.**



Foto 15: Vista general de techo de la cantera Cemex, mostrando el contacto (y la discordancia) entre la formación Los Haitises y la formación La Barca. Pt 27

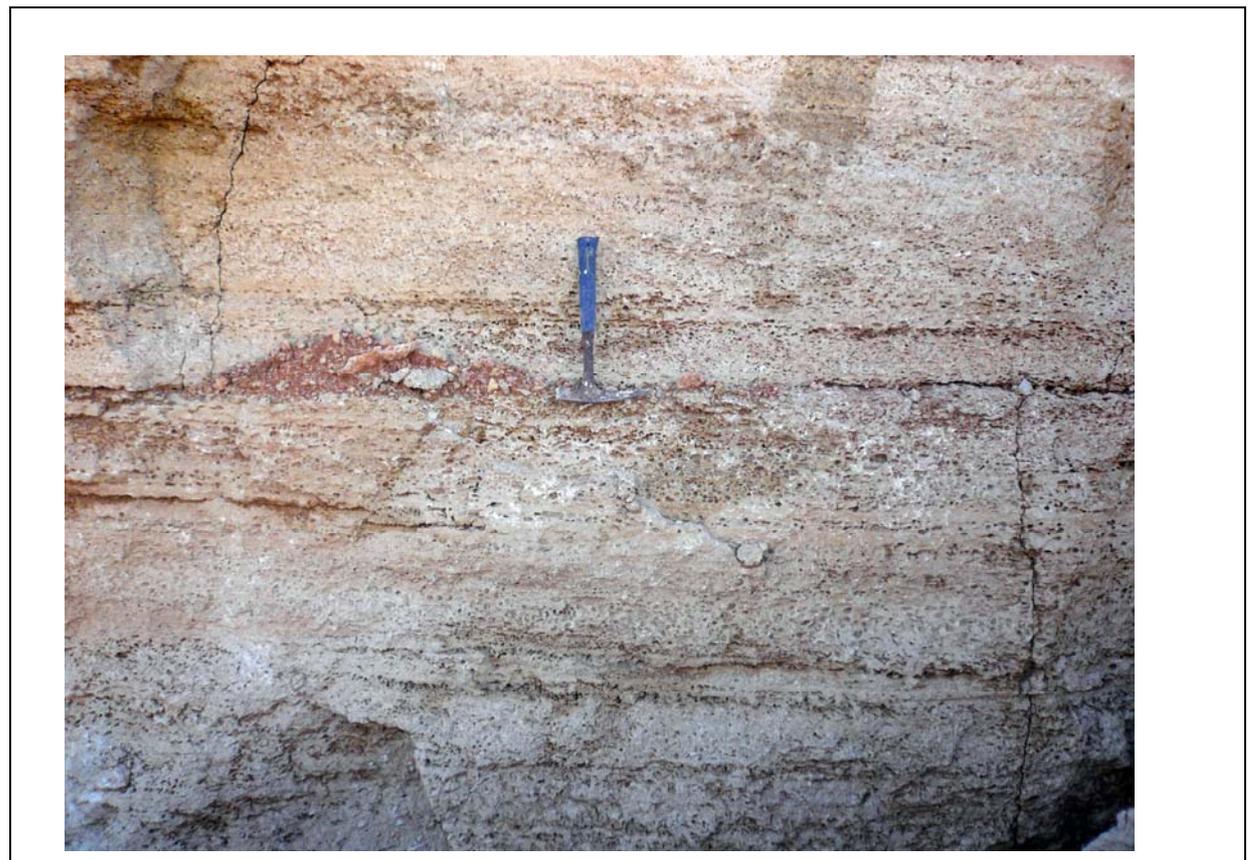


Foto 16: Detalle de la formación La Barca: destaca la organización en láminas de muy escasa pendiente. Todos los huecos se corresponden con fragmentos de corales disueltos.

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.

#### 2.2.7.2 Expresión morfológica de la formación La Barca:

En la Llanura costera del Caribe, 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.

Otro caso, únicamente encontrado al oeste del Río Higuamo, es la existencia de dos crestas sucesivas separadas por una zona plana. En esta zona, como se ha observado en la cantera Cemex, la formación La Barca se corresponde con el desarrollo de una completa secuencia de plataforma carbonatada. La morfología visible en el paisaje podría ser una expresión de ello.

#### 2.2.7.3 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.

#### 2.2.7.4 Implicaciones en términos de historia de la elevación:

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.

### **2.2.8 Paleoríos y paleoestuarios (10) 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. No existe ningún corte de esta formación en la Hoja de Los Llanos. Sin embargo es frecuentemente reconocible por el color rojo de los depósitos y por una cantidad más o menos importante 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. Se reconocen en el interior de las incisiones que cortan los niveles de carbonatos subyacentes. Sólo un paleorío ha sido observado en los Hoja de Los Llanos, el cual se continúa algunos kilómetros al sur en la Hoja de San Pedro de Macorís. Aunque no alcanza el mar lo que demuestra que se corresponde con una paleored hidrográfica que fue abandonada al menos antes del Holoceno. El paleorío se encaja en el interior de la formación La Barca y su prolongación al sur corta la parte superior (la más antigua) de la formación Isabela.

### **2.2.9 Terrazas aluviales altas (11), limos arenas y gravas.**

Dos niveles de terrazas pueden ser individualizados en la parte alta del Río Higuamo y del Río Magua. Un nivel de terrazas altas, situado entre 6 y 10 m sobre el cauce actual, y un nivel de terrazas bajas situadas solamente algunos metros sobre el cauce de los ríos.

Los depósitos están constituidos fundamentalmente por lutitas y, en menos proporción, por niveles arenosos que presentan algunos horizontes de gravas y cantos. Están a menudo cubiertos por arcillas lixiviadas y por suelos orgánicos gris-negros de algunos decímetros de potencia, y recubiertos de prados dedicados a la ganadería. Los niveles de terrazas altas

muestran una extensión más larga que el cauce de los ríos (mayor cauce), y han sido re-escavadas antes de la deposición de las terrazas bajas. Las terrazas altas registran un primer estadio de encajamiento de los ríos.

#### **2.2.10 Terrazas aluviales bajas y Llanura de inundación (12). Cantos, gravas, arenas y limos. Holoceno. Q<sub>4</sub>**

Los principales ríos de la Hoja de Los Llanos están bordeados por niveles de terrazas aluviales bajas de extensión variable, y donde localmente desarrollan zonas de inundación de varias centenas de metros de extensión. Las terrazas están formadas en gran parte de material limoso en el cual se intercalan niveles más o menos importantes de materiales groseros constituidos de arena gravosa y cantos, a menudo sedimentados en masa. Esta sedimentación refleja el modo de depósitos en el interior de los ríos, marcado por las importantes crecidas en respuesta a las fuertes inundaciones estacionales. Están a menudo cubiertos por arcillas lixiviadas y por suelos orgánicos gris-negros de algunos decímetros de potencia, y recubiertos de prados dedicados a la ganadería.

#### **2.2.11 Fondo de valle. Cantos, gravas, arenas y lutitas (13). Holoceno. Q<sub>4</sub>**

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 de los ríos 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.

### 3 TECTÓNICA

#### 3.1 MARCO GEODINÁMICO

La isla de La Española forma parte del archipiélago de las Antillas Mayores. Desde el punto de vista geodinámico, esta región está ubicada en el límite norte de una pequeña placa, la Placa Caribe que desempeña el papel de una zona de tapón entre la Placa de América del Norte, la Placa de América del Sur y las pequeñas placas del Pacífico este; Placa Cocos y Placa Nazca. (Figura 10).

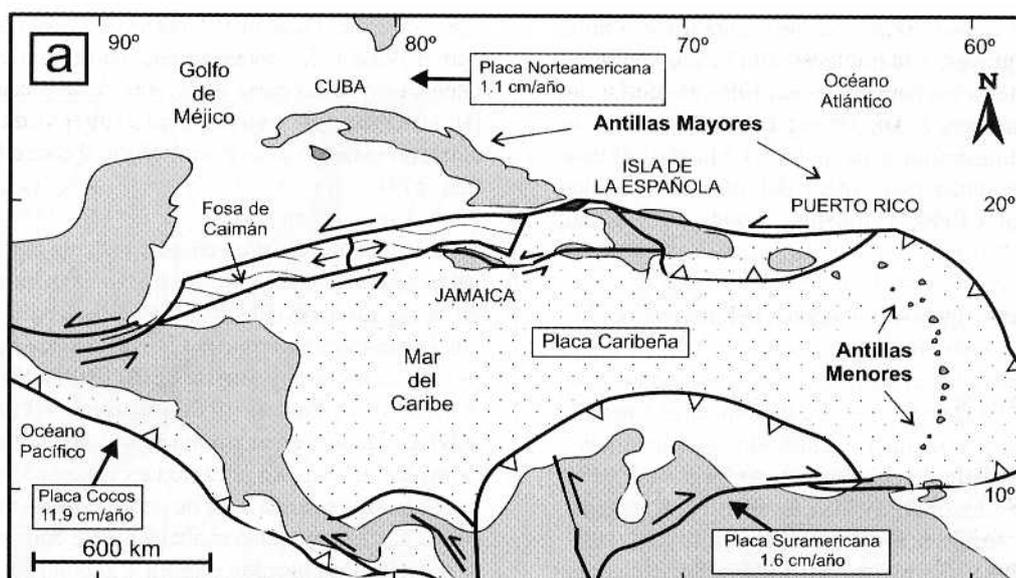


Figura 10 : Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre senestral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. et al., 2002).

Las Antillas Mayores: Cuba, Jamaica, La Española y Puerto Rico pertenecen a la cadena norte-caribe cuya estructuración mayor corresponde a la colisión del margen sur de la Placa de América del Norte, con el arco volcánico de la «Proto-Placa» Caribe al final del Cretácico (Figura 11, Figura 12).

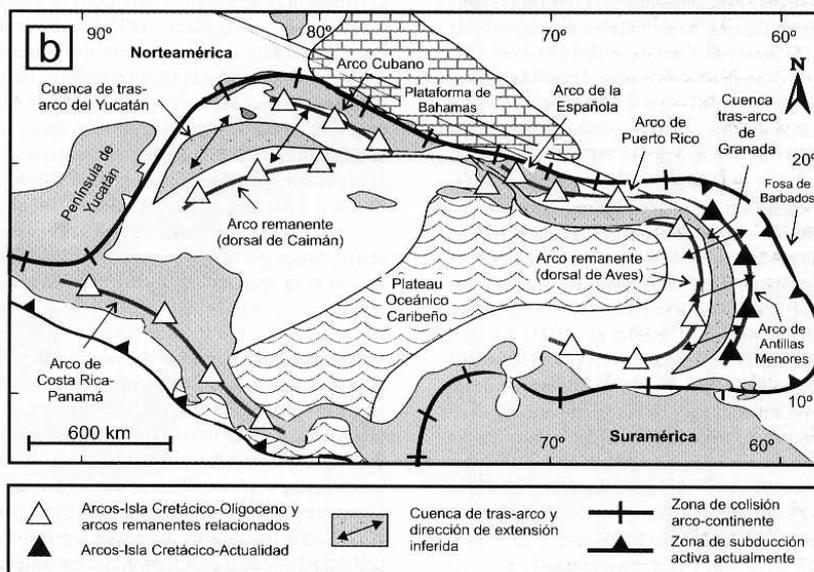


Figura 11 : Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. et al., 2002).

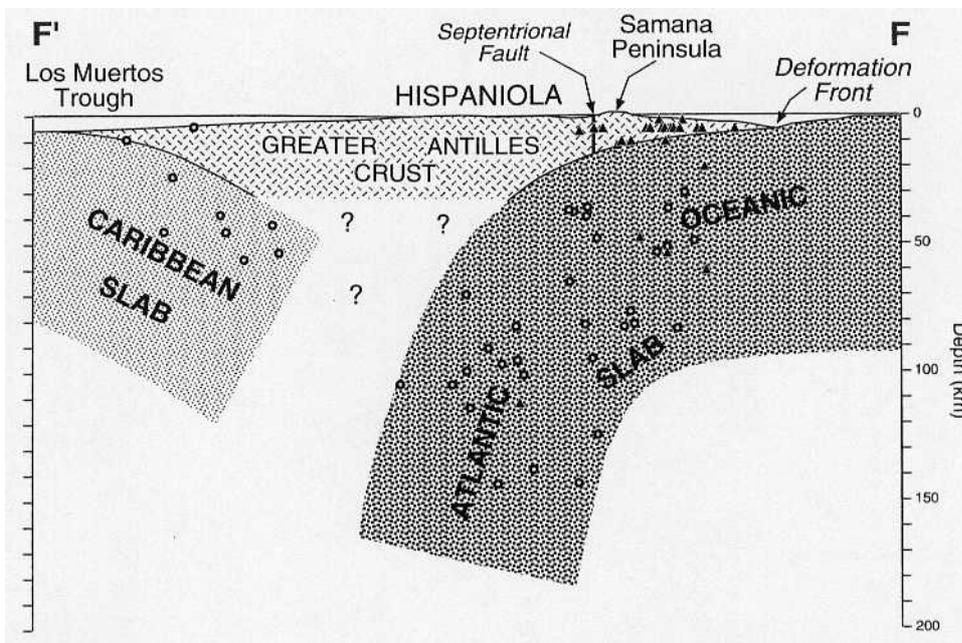


Figura 12 : Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. et al., 1998).

En su configuración actual (Figura 13), las Antillas Mayores están cortadas en tiras, separadas las unas de las otras por grandes desenganches senestros con dirección general este-oeste. Estas estructuras se insertan en un sistema de fallas transformantes complejas, el sistema Polochic/Caimán, activo desde el Terciario y cuya evolución, hasta los tiempos actuales, arrastra una estructuración nueva de la cadena.

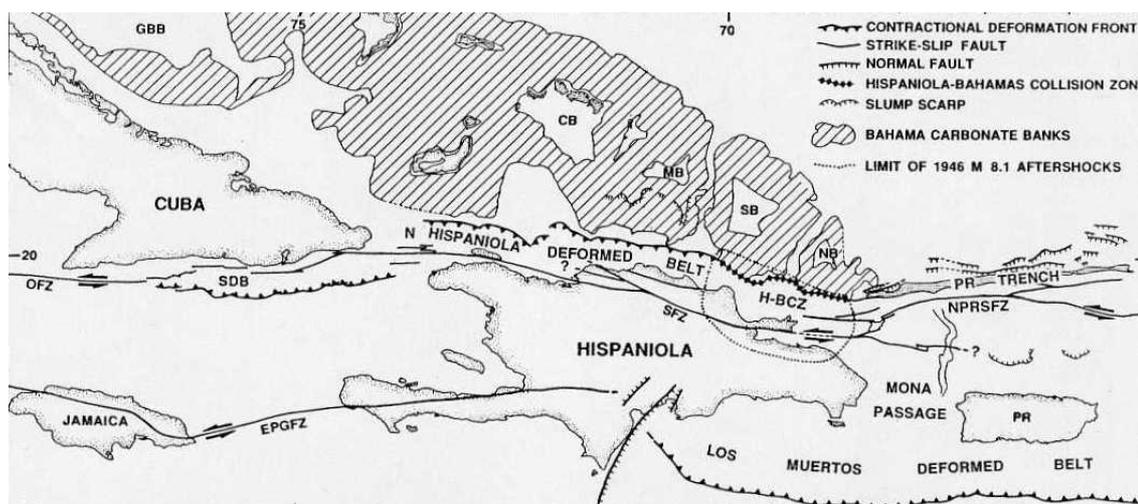


Figura 13 : Posición de La Isla de La Española y relación de los principales cizallamientos sinestros con la falla transformante Polochic/Caimán (Dolan J.F. et al, 1998).

Localizada en el borde norte de la placa Caribeña, la geología de La Española resulta de la convergencia oblicua OSO a SO del margen continental de la placa de Norteamérica con el sistema de arco isla Cretácico caribeño, la cual se inició en el Eoceno-Mioceno Inferior y continua en la actualidad (Donnelly et al., 1990; Mann et al., 1991; Draper et al., 1994). Las rocas del arco están regionalmente cubiertas por rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas de edad Eoceno Superior a Plioceno, que postdatan la actividad magmática del arco isla y registran la colisión oblicua arco-continente en el norte, así como la subducción activa en el margen meridional de la isla (Dolan et al., 1998; Mann, 1999). El conocimiento y la interpretación de esta evolución geodinámica se apoyan en los trabajos de una comunidad internacional de científicos. Desde hace varios años han sido objeto de numerosos artículos publicados principalmente por:

- la Sociedad Geológica de América, en "Special Paper 262" en 1991 (Mann P., Draper G. y Lewis J.F.) y de "Special Paper 326" en 1998 (Dolan J.F. y Mann P.);

- el Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera” de la Universidad de Barcelona, en el volumen 37 del “Acta Geológica Hispánica” en 2002 (Pérez-Estaún A., Tavares I., García Cortés A. y Hernaiz Huerta P.P.);
- el Instituto Geológico y Minero de España, con el Boletín Geológico y Minero, volumen 118 de Abril-Junio 2007, número monográfico sobre la Geología de la República Dominicana (Pérez-Estaún A., Hernaiz Huerta P.P., Lopera E. y Joubert M.).

Las diferentes figuras que ilustran nuestro propósito provienen de algunas de estas publicaciones.

### **3.2 ESTRUCTURA DE LA CORDILLERA ORIENTAL**

En el marco del proyecto precedente Sysmin 2002-2004 (Proyecto L) la cartografía a 1:50 000 de 10 Hojas de la Cordillera Oriental ha facilitado bastante el avance en cuanto al conocimiento estructural de cierta porción de la República Dominicana. El texto y las figuras que siguen toman la síntesis estructural que completó los trabajos (García-Senz J. *et al*, 2007).

La Cordillera Oriental se extiende Este-Oeste, con una longitud de unos 135 kilómetros y una anchura de unos 35 kilómetros, en el área adyacente a la costa sur de la Bahía de Samaná. Forma una sucesión de lomas incididas por una red de drenaje Norte-Sur que culminan a 736 metros de altura en Loma Vieja.

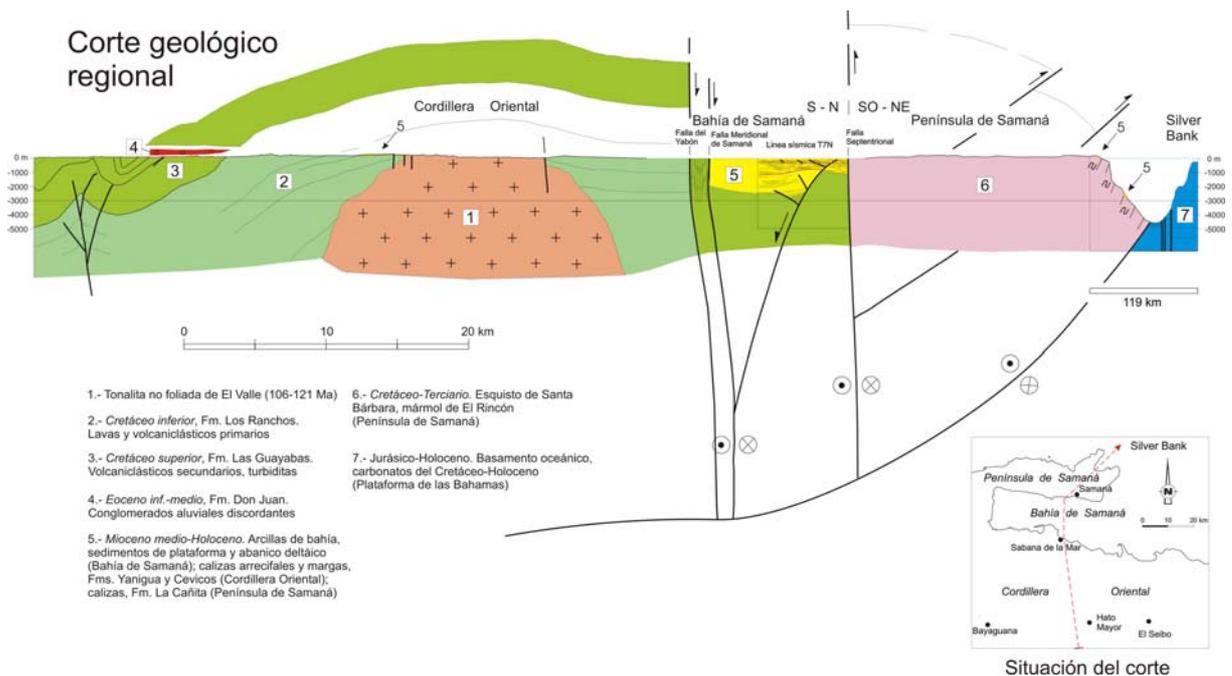
El límite norte de la Cordillera es la falla Meridional de Samaná que forma parte del sistema de fallas que se extienden hacia el NO a lo largo de la Cuenca del Cibao (Dixon T.H. y Daily M.I., 1981; de Zoeten R. y Mann P., 1991; Edgar N.T., 1991). Al Oeste se halla separada de las rocas cretácicas que forman el Cinturón Intermedio por el cabalgamiento de Hatillo (Bowin C., 1966). Hacia el Sur los relieves de la Cordillera Oriental disminuyen su altura y las rocas plegadas que la forman son cubiertas en discordancia por calizas arrecifales de edad plio-cuaternaria.

La evolución tectónica y sedimentaria es resultado de la subducción y colisión oblicua entre el borde norte de la placa del Caribe y la plataforma de las Bahamas (Burke K. *et al.*, 1978).

Un corte geológico a través del límite de placas (Figura 14) sitúa la Cordillera Oriental como un gran bloque volcano-plutónico de edad cretácica adyacente a las fallas E-O que limitan la cuenca de la Bahía de Samaná, rellena por 2900 m de sedimentos plio-cuaternarios (Edgar N.T., 1991). El basamento de esta cuenca se cree formado por las mismas rocas cretácicas expuestas en la Cordillera Oriental y diferente de las rocas del complejo metamórfico que forma la Península de Samaná. La fosa entre la Península de Samaná y el Banco de Navidad está situada en el límite entre la placa del Caribe y la placa Norteamericana, como demuestra la actividad sísmica concentrada al Sur de la fosa (Dolan J.F. *et al.*, 1998).

Bowin C. (1975) presenta un mapa geológico y un mapa estructural de la isla de La Española que incluye por primera vez elementos estructurales de la Cordillera Oriental. Esta área permaneció sin embargo como una de las menos conocidas de la isla hasta el trabajo de Bourdon L. (1985), que integra una cartografía geológica 1:100.000, cortes geológicos seriados y análisis de orientaciones. L. Bourdon reconoce dos unidades principales, El Seibo y El Oro, cada una con distinta serie estratigráfica y diferente estilo de deformación. El mapa de Bourdon L. (1985) es reproducido casi sin cambios por Lebrón M.C. y Mann P. (1991), que aportan adicionalmente un corte geológico regional profundo, con pliegues de vergencia norte sobre una superficie de despegue situada a techo de la Formación Los Ranchos. Las recientes cartografías geológicas 1:50.000 del proyecto SYSMIN 2003-2004 demuestran que las formaciones estratigráficas y los elementos estructurales cruzan los límites de las unidades del Seibo y del Oro y por tanto resulta innecesaria esta subdivisión, simplificando en gran medida la geología de la Cordillera.

Las rocas más antiguas que afloran son más de 3000 metros de rocas volcánicas (Fm Los Ranchos), cubiertas por una delgada plataforma (<300 m) de carbonatos de edad cretácico medio (Fm Hatillo), seguida de unos 5500 metros de areniscas y calizas de origen esencialmente turbidítico (formaciones del Cretácico Superior). Presentan un metamorfismo de bajo grado en facies de prehnita-pumpellita (Bourdon L., 1985) y se hallan intruidas por granitoides de edad cretácico. El conjunto forma el basamento de cuencas terciarias y cuaternarias.



**Figura 14 : Corte geológico regional entre la Cordillera Oriental Dominicana y la plataforma de las Bahamas. La interpretación de la línea sísmica T7N es de Edgar N.T. (1991), y se ha migrado usando los datos de velocidad del citado autor. El límite de placas marcado por focos de terremotos y la línea sísmica 12 se han extraído de Dolan J.F. et al. (1998). El perfil muestra la Fm Los Ranchos y la tonalita en el núcleo de la cordillera, elevados sobre la placa subducida y erosionados por la Fm Don Juan (discordancia pre-Eoceno) y las fallas transformantes terciarias que limitan la Bahía de Samaná.**

A escala regional, la Cordillera es un gran antiformal ONO-ESE, que cierra hacia el Este, definiendo una amplia zona de charnela. En el núcleo del antiformal están expuestas las rocas del Cretácico Inferior y los granitoides intrusivos, mientras que las rocas del Cretácico Superior forman las capas externas. El flanco norte está cortado por la falla meridional de la Bahía de Samaná. La estructura antiformal está complicada por pliegues y fallas de superficie casi vertical con cizallas en dirección y componentes inversos y normales. Los pliegues dominan en las series estratificadas del Cretácico Superior y son raros en la pila de rocas volcánicas de la Formación Los Ranchos y en los granitoides intrusivos del núcleo del antiformal, que se hallan principalmente fracturados. La fracturación es más evidente cuando una cobertera de calizas plio-pleistocenas cubre a la Formación Los Ranchos, por ejemplo en el área al Norte de Bayaguana.

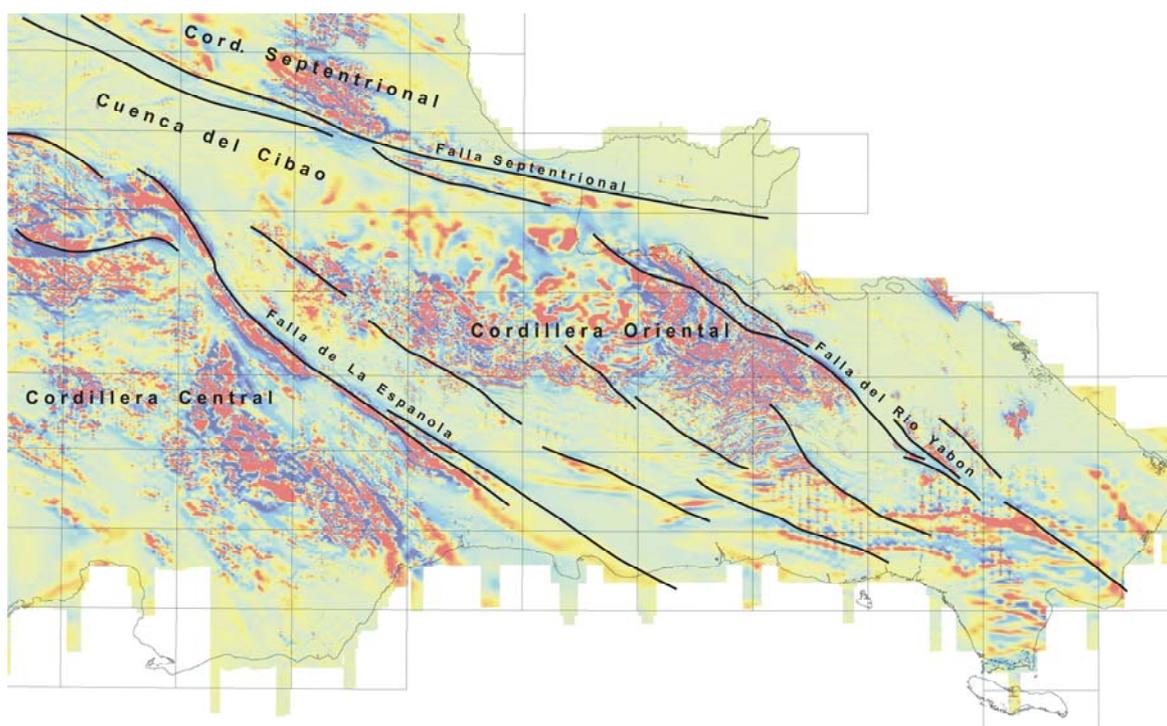


Figura 15 : Campo magnético total reducido al polo (Lobon y Ayala, 2007, modificado) , localización de la Cordillera Oriental y de las principales zonas de falla de la República Dominicana.

Fuera del área de culminación antiformal, la Fm Los Ranchos aflora en un área reducida al Oeste del pueblo de Miches. Ambos afloramientos están separados por la falla NO-SE del Yabón, activa desde el Terciario como una falla en dirección levógira (Hernández J.B., 1980; Bourdon L., 1985). Esta falla produce una señal marcada en el mapa geomagnético (Figura 15) y tiene asociadas protrusiones (intrusiones tectónicas) de rocas ultramáficas de origen mantélico emplazadas en el Cretácico Superior. Se trata por tanto de una falla en dirección que ha evolucionado a partir de una falla cortical en la cuenca de ante-arco.

La existencia de fallas con larga historia de actividad es asimismo postulada por Draper G. *et al.* (1996) en el área de deformación intensa limitada al NE por el cabalgamiento de Hatillo. Estos autores consideran una fase de deformación por cabalgamientos de edad cretácica medio, previa a la sedimentación de la Formación de Hatillo y una reactivación tardía de las estructuras en el Eoceno Medio-Superior. Independientemente de estos argumentos, en la Cordillera Oriental no existe una severa deformación de la Formación Los Ranchos bajo la Caliza de Hatillo. La discordancia angular entre ambas formaciones resulta más bien compatible con una elevación vertical o una suave contracción longitudinal.

Un poco mejor caracterizada desde el punto de vista estructural es la discordancia de la base del Cretácico Superior entre la Caliza de Hatillo y la Formación Las Guayabas. Entre las poblaciones de Hato Mayor y Bayaguana hay familias de fallas NO-SE, NE-SO y E-O que muestran erosión en sus bloques, con cambios bruscos de espesor de la caliza de Hatillo, que puede estar totalmente omitida. Se interpretan como fallas que acomodan la extensión inicial en la cuenca de ante-arco. Otras fallas de una escala mayor cortan en rampa 1,2 km de la parte alta del Cretácico Superior al Sureste de Hato Mayor. Aunque la homogeneidad litológica de la Fm Las Guayabas impide reconocer la separación estratigráfica en ambos bloques, la opción más plausible es que se trata de fallas de perfil lístrico que extienden hacia el Sur los sedimentos en el talud submarino. Análogos de pequeña escala se observan en cortes de taludes en la Hoja de Monte Plata. Estas observaciones indican que las fallas extensivas gravitacionales de diferentes escalas son un elemento característico de la cuenca de ante-arco del Cretácico Superior, y que las más antiguas se asocian al evento erosional que trunca la Caliza de Hatillo y Los Ranchos.

Dos generaciones de pliegues contractivos se superponen. La primera, con un patrón concéntrico, es groseramente paralela al contacto cartográfico de las formaciones Los Ranchos y Las Guayabas. Entre las poblaciones de Hato Mayor y Las Lisas está doblada por pliegues NO-SE y N-S de segunda generación, que producen estructuras de interferencia del tipo-I, caja de huevos de Ramsay J.G. (1967). El ejemplo más espectacular es la estructura sinformal de doble inmersión situada al Sureste de El Seibo.

El paralelismo de los pliegues de primera generación al contacto cartográfico entre Los Ranchos y las formaciones del Cretácico Superior sugiere una relación genética entre el plegamiento contractivo y el basculamiento monoclinial hacia el Sur y Sureste de las series cretácicas. Su efecto en la Cordillera Oriental fue la contracción, elevación y basculamiento hacia el arco del borde de la placa del Caribe sobre la placa subducida y la protrusión hasta la superficie de rocas ultramáficas serpentinizadas. La deformación ocurrió antes del Eoceno (Bourdon L., 1985), edad del conglomerado de Don Juan, que erosiona terrenos más antiguos hacia el Norte, llegando a yacer sobre la Formación Los Ranchos al Oeste de Hato Mayor.

La deformación finicretácica en la Cordillera Oriental coincide con el cese de la principal actividad volcánico-plutónica en La Española y es correlativa a la fase de deformación regional que afecta a las Antillas Mayores entre el Campaniano y el Eoceno, para la que se

---

ha invocado diversos contextos geotectónicos (Bourdon L., 1985; Pindell J.L. y Barret S.F., 1990; Mann P. *et al.*, 1991; Draper G. y Lewis J.F., 1991).

Las rocas elevadas y erosionadas del arco volcánico del Cretácico Inferior y del ante-arco del Cretácico Superior, forman el basamento de los sedimentos eocenos, depositados en cuencas estrechas limitadas por fallas NO-SE, E-O y NO-SE. El perfil transversal de estas cuencas es de tipo semigraben, con estratos rotados hacia las fallas. Los primeros depósitos son conglomerados aluviales de la Formación Don Juan, provenientes de los relieves adyacentes a las fallas. Encima yacen generalmente calizas, areniscas y conglomerados marinos con diferencias estratigráficas entre cuencas que indican una evolución independiente. La generación de relieve en bloques elevados adyacentes a bloques deprimidos es típica de cuencas transpresivas.

Los pliegues de segunda generación y sistemas de cizallas asociadas que se desarrollaron entre el Eoceno y la Actualidad representan la deformación post-acrecional y post-colisión del arco de islas. Su frecuencia crece en la zona que rodea a la falla del Yabón, disminuye entre Hato Mayor y Monte Plata y vuelve a incrementarse en el área al Oeste de Monte Plata, por la deformación asociada a las zonas de cizalla que forman el límite NE de la Cordillera Central (Bowin C., 1966; Boisseau M., 1987; Draper G. *et al.*, 1996).

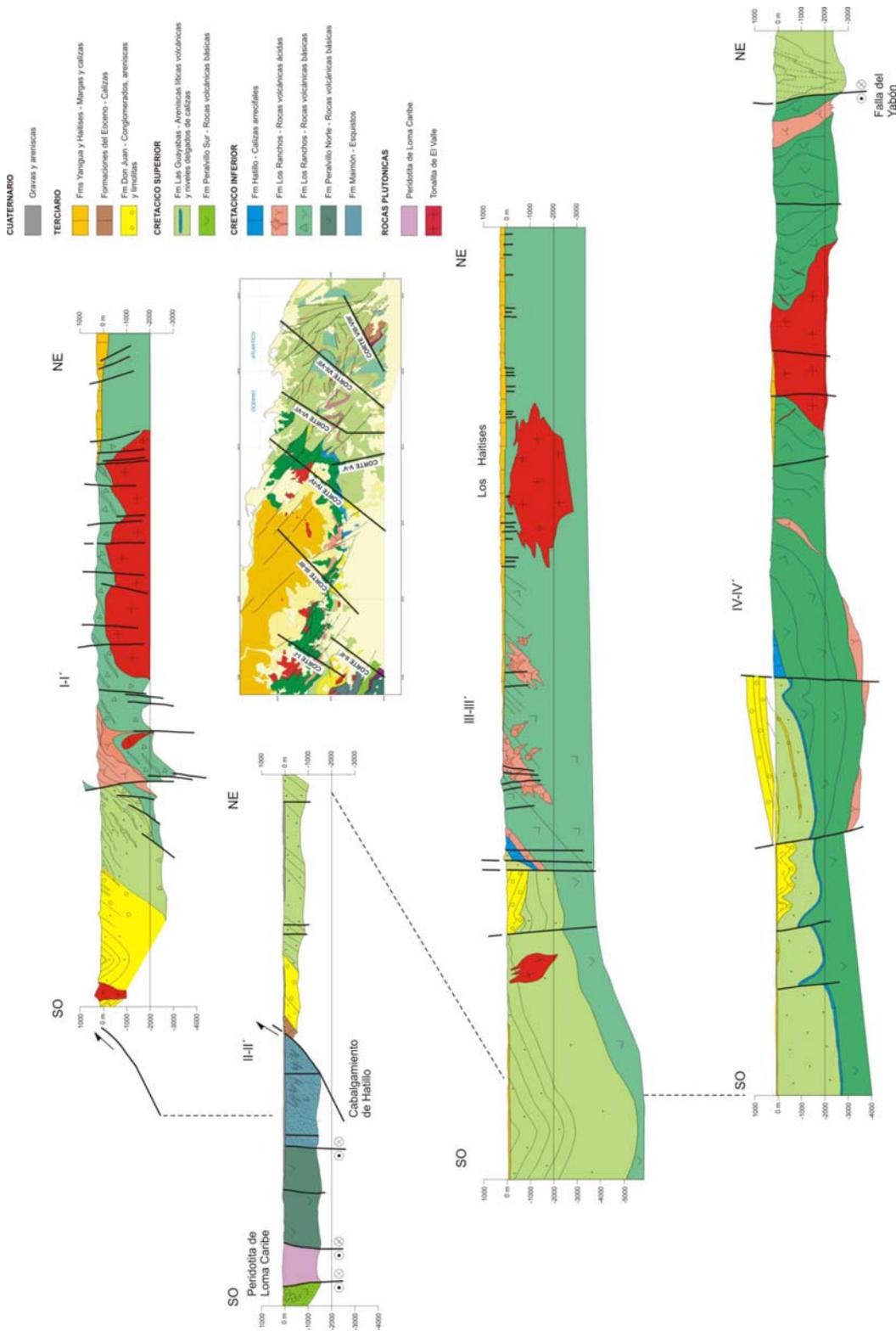


Figura 16 : Cortes geológicos seriados (I-I' a IV-IV') de la Cordillera Oriental Dominicana.

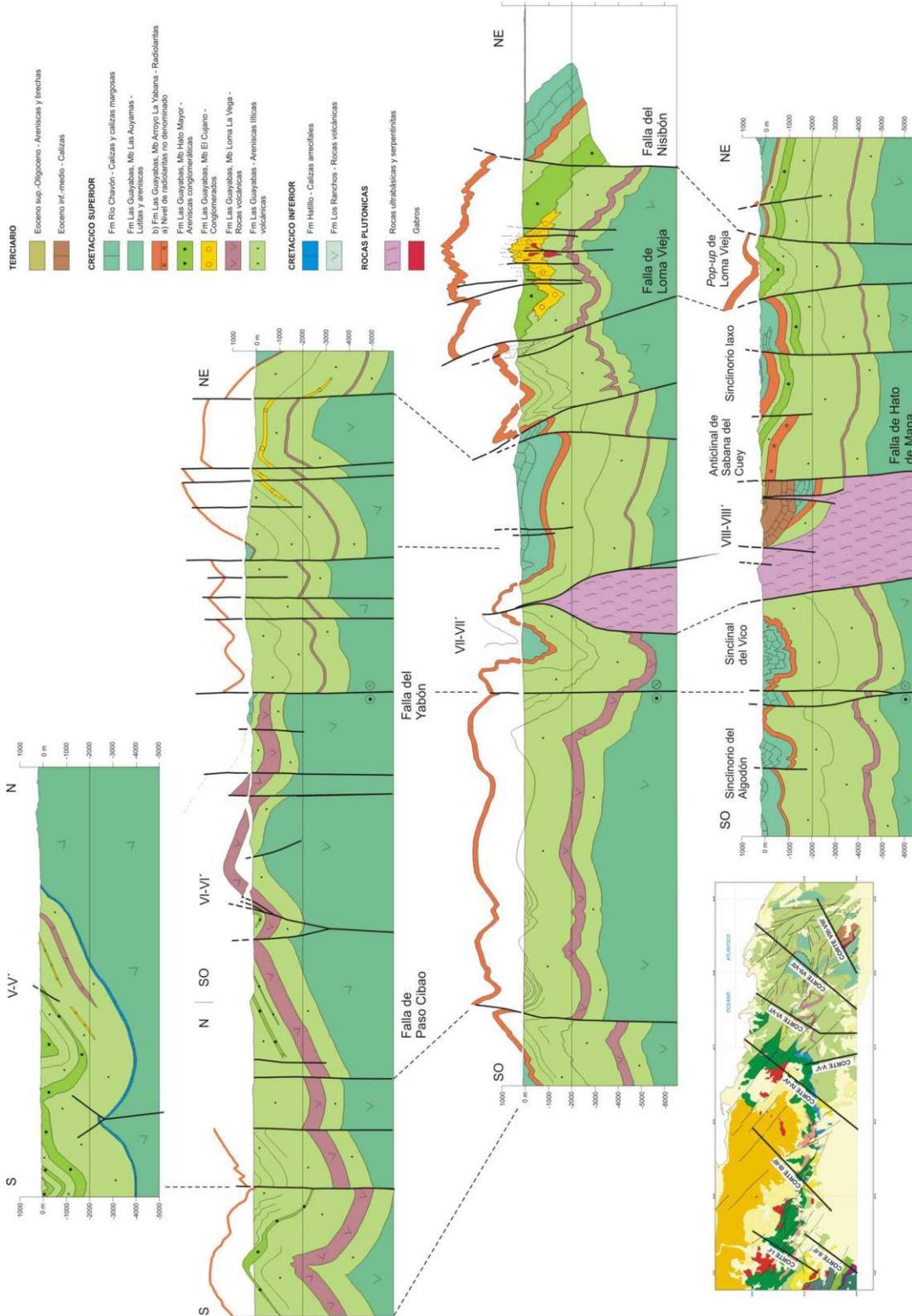


Figura 17 : Cortes geológicos seriados (V-V' a VIII-VIII') de la Cordillera Oriental Dominicana.

En el lado suroeste de la falla del Yabón los pliegues se disponen “en échelon” con un escalonamiento levógiro a ángulos de aproximadamente 20° respecto a la superficie de la falla, indicando un movimiento horizontal convergente levógiro. En contraste, los pliegues adyacentes al lado noreste son de traza subparalela. La falla y tal vez las diferencias reológicas del basamento en ambos bloques inducen la partición del esfuerzo de cizalla pura, resultando estructuras contractivas con desplazamiento oblicuo en el lado occidental de la falla y contractivas en el lado occidental. Otras fallas NO-SE a NNO-SSE entre las poblaciones de Miches y Las Lisas, exhiben en superficie una componente inversa notable y forman bloques elevados de doble vergencia como el de Loma Vieja, la máxima altura de la Cordillera. Adicionalmente, cizallas de Riedel ONO-ESE (con ligeros cambios de ángulo debidos a rotaciones) cortan a pliegues en el bloque nororiental de la falla del Yabón, que resultan deformados como domos, semi-anticlinales y semi-sinclinales, con un patrón similar al reproducido por Harding T.P. y Lowell J.D. (1979) en modelos de arcilla.

El perfil de los pliegues, generalmente abierto, cambia a apretado de tipo acordeón en el área adyacente a fallas importantes como la del Yabón, o en bloques empujados y elevados como el de Loma Vieja. La configuración del sinclinorio situado al Sureste de El Seibo es cónica, con líneas de charnela que divergen hacia el SE en la dirección de movimiento de la falla del Yabón. La mecánica del plegamiento por cizalla convergente que se invoca usualmente para explicar la formación de estos pliegues (ej. Silvester A.G., 1988) no requiere la existencia de una superficie de despegue somera a techo de la Formación Los Ranchos como proponen Mann P. *et al.* (1991).

La región de máximo acortamiento con desarrollo de clivaje se sitúa próxima a la costa norte, entre las poblaciones de Miches y Las Lisas. Existe por tanto una variación de acortamiento subperpendicular a las superficies axiales, que Bourdon L. (1985) interpretó erróneamente como la evidencia de dos unidades, El Seibo y El Oro con una historia tectónica y estratigráfica diferente y que Mann P. *et al.* (1991) llevan a la categoría de “terrenos”

Para Burke K. *et al.* (1980), Mann P. *et al.*, (1984) y Dolan J.F. *et al.* (1998), la transpresión es resultado de la orientación E-O de las fallas de Samaná, que se separa de la dirección OSO-ENE del movimiento de las placas, lo que produce una restricción a la traslación lateral de la placa del Caribe. En este contexto, las fallas E-O de Samaná constituyen la zona principal de cizalla, acomodando una parte importante de la traslación, mientras que los

pliegues y fallas NO-SE de la Cordillera acomodan la mayor parte de la laminación mecánica y el acortamiento intraplaca.

En la actualidad, el borde norte de La Española es una zona activa de cizalla, con deformación y sismicidad. Edgar N.T. (1991) reconoce deformación reciente en las líneas sísmicas superficiales bajo el agua de la Bahía de Samaná y Winslow M.A. *et al.* (1991) en la continuidad de estas estructuras hacia tierra por el bloque de San Francisco. La actividad neotectónica en la Cordillera Oriental es evidente en la elevación del arrecife plio-cuaternario, que originalmente se extendía de costa a costa en el Este de la isla y actualmente presenta un relieve estructural superior a 400 metros. El plegamiento del arrecife es pasivo, adaptado a la componente vertical de movimiento de fallas de desgarre ONO-ESE y NE-SO. Entre los rasgos geomorfológicos destacan la superficie de erosión argilitizada al Sur de Miches, numerosos relieves de lomas paralelos a escarpes de fallas y el control de la red hidrográfica. Este último se evidencia a pequeña escala en el trazado rectilíneo de los arroyos y a gran escala en el drenaje dominante hacia el Sur. La causa última es la disimetría impuesta por las fallas bajo la Bahía de Samaná, que deprimen abruptamente el bloque norte adyacente al máximo relieve de la Cordillera.

Con ocasión de la 18va Conferencia Geológica del Caribe, J. García-Senz et A. Pérez-Estaún (2008) se realizaron interpretaciones de la evolución estructural de la Cordillera Oriental, basada en la morfología de la paleo-superficie ante-miocena y la comparación con el modelo analógico de McClay y Bonora (2001), relativo a las cuencas asociadas a estructuras de cizallamiento (Figura 18).

La Cordillera Oriental presenta una estructura de deformación por transpresión. 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 de Yabón la más importante. Se observan pliegues y fallas de desgarre oblicuos entre sí formados por inversión de las cuencas Eocenas desarrolladas discordantemente sobre la Fm 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.

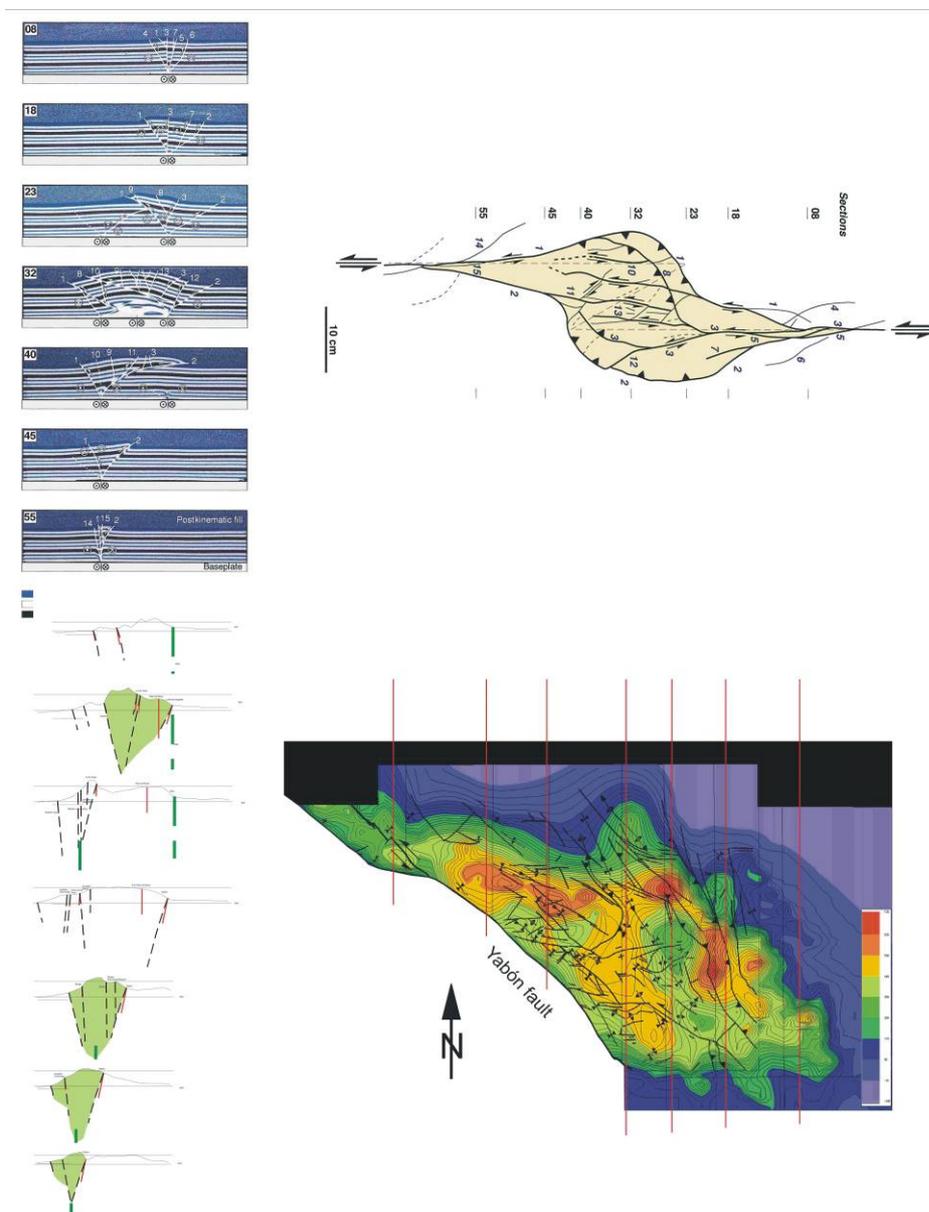


Figura 18 : Modelo analógico de un “restraining stepover” y su similitud con la zona al Este de la Falla de Yabón (McClay & Bonora, 2001; García Senz & Pérez-Estaún, 2008).

### **3.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS Y UNIDADES TECTÓNICAS DE LA HOJA “LOS LLANOS”**

La Hoja de Los Llanos se sitúa entre dos accidentes principales que son la Falla Paso Cibao-Lechuga en el este pasando a la Hojas de Ramón Santana y la Falla Española en el oeste pasando a la Hoja de Guerra.

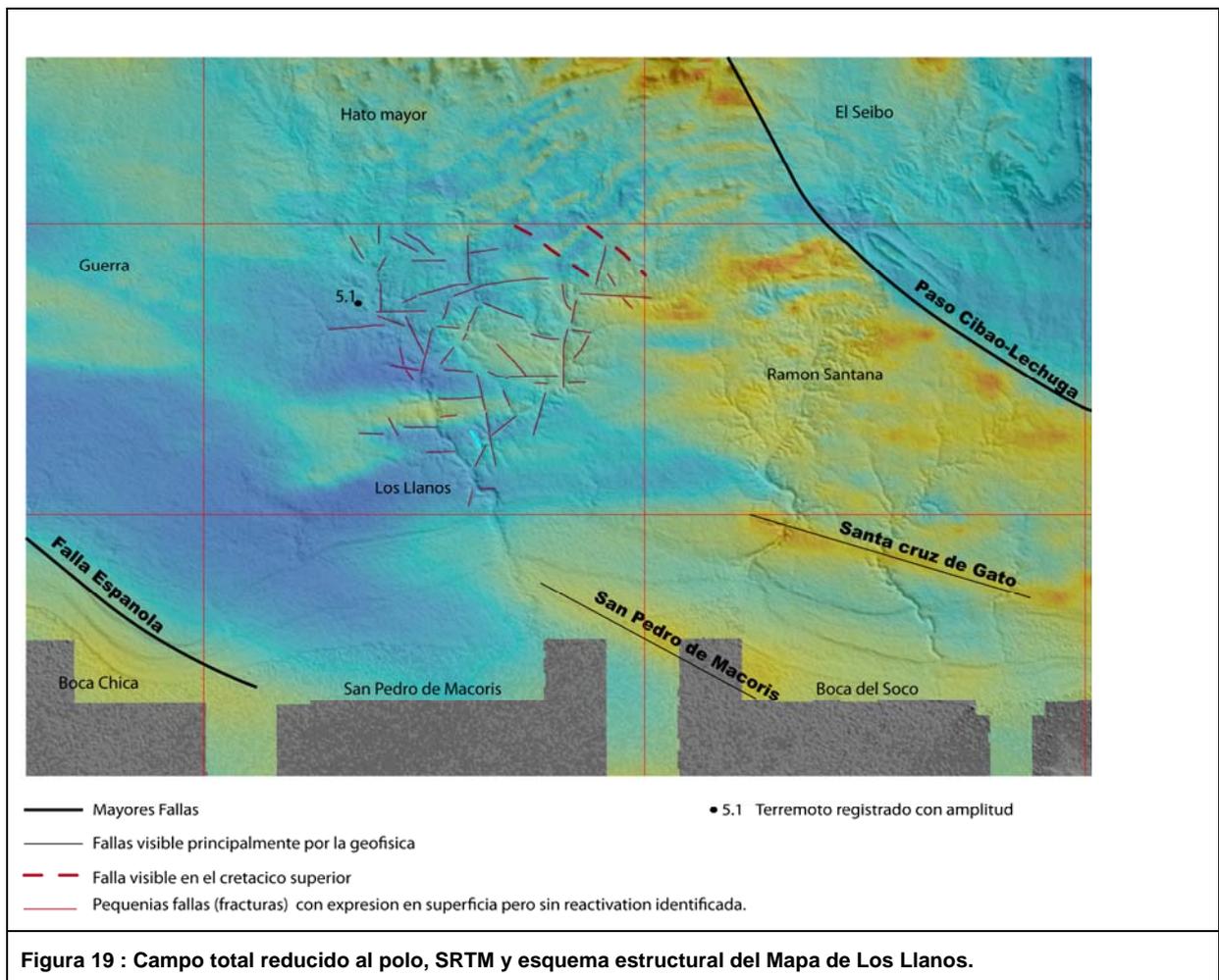
En toda esta zona las dos fallas parecen selladas por la cobertera plio cuaternaria. Ninguna reactivación significativa asociada a esta falla ha sido identificada en la cobertera.

En la Hoja de Ramón Santana, la Falla Paso Cibao-Lechuga está completamente enmascarada por la cobertera sedimentaria del Plio-Pleistoceno y los recubrimientos cuaternarios. Esta afecta el substrato Cretácico y su traza (N130-140°E) es patente por un fuerte contraste magnético, muy neto en las diferentes imágenes obtenidas por geofísica aerotransportada. En la Hoja de El Seibo, no forma una sola falla, sino una banda de fracturas de varios kilómetros de longitud. Su dirección es mucho más meridional (N150-160°E). Esta falla limita la extensión de las rocas volcánicas de Mb Loma La Vega, se traduce también en numerosos giros de los ejes de pliegues que afectan al Cretácico Superior. Se trata sin ninguna duda de un accidente mayor.

La Falla Española está caracterizada por la extrusión de la Peridotita de Loma Caribe. Su trazado en la Llanura Costera es conocido fundamentalmente por geofísica, su presencia a más de 1.000 m de profundidad esta conocida en el ámbito de San Pedro de Macorís (Valladares *et al.*, 2006).

El campo magnético total (Figura 19) muestra muy numerosas anomalías E-W a NE-SW que son la prolongación de aquellas presentes en la Hoja de Ramón Santana, El Seibo y Hato Mayor. Dos accidentes NW-SE afectan el zócalo Cretácico, y podrían ser la expresión de bandas de fracturación NW-SE asociadas a la Falla Paso Cibao-Lechuga en la Hoja El Seibo. Al sudoeste de la Hoja Los Llanos una anomalía E-W es observada, esta anomalía parece asociada a un accidente NE-SW que se prolonga en las hojas de Guerra al noroeste y San Pedro de Macorís al sudoeste (Figura 15).

La cobertera plio-cuaternaria de la Hoja de Los Llanos parece ligeramente fracturada. Ninguna reactivación significativa ha sido identificada en las fallas cartografiadas. Sin embargo, el curso de los ríos parece controlado por tres direcciones principales de fallas. Una familia aproximadamente NW-SE, N130-140°E, una familia NS y la familia E-W que es la principal. Muchos de los accidentes E-W se sitúan frecuentemente a nivel de las anomalías magnéticas importantes las cuales reflejan la compleja estructuración del zócalo. Los accidentes profundos si no afectaron la cobertera por reactivaciones medibles han influenciado la topografía actual. Además, una actividad sísmica actual ocurra en esta hoja. Un terremoto de 5.1 fue registrado en Diciembre 2008. El epicentro fue estimado a 104.4 kilómetros de profundidad y localizado al proximidad del rio Casui, junto el Batey Jengibre. Esto demuestra que la tectónica, aunque relativamente baja, aún está activa en esta zona de la República Dominicana.



## **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		32	44	385,5	0,066	MIS 11		
LA BARCA Y LOS HAITISES	r6?	SUPERIOR	40	60	781,0	0,051	PLEISTOCENO INFERIOR	
			40	60	3.500,0	0,011		PLIOCENO

126 ka  
781 ka  
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.

#### 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 laplaces* 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.

## 5 HISTORIA GEOLÓGICA

Las rocas aflorantes en la Hoja de Los Llanos registran los episodios de la evolución de La Española acontecidos desde el Cretácico superior. El 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 20), 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).

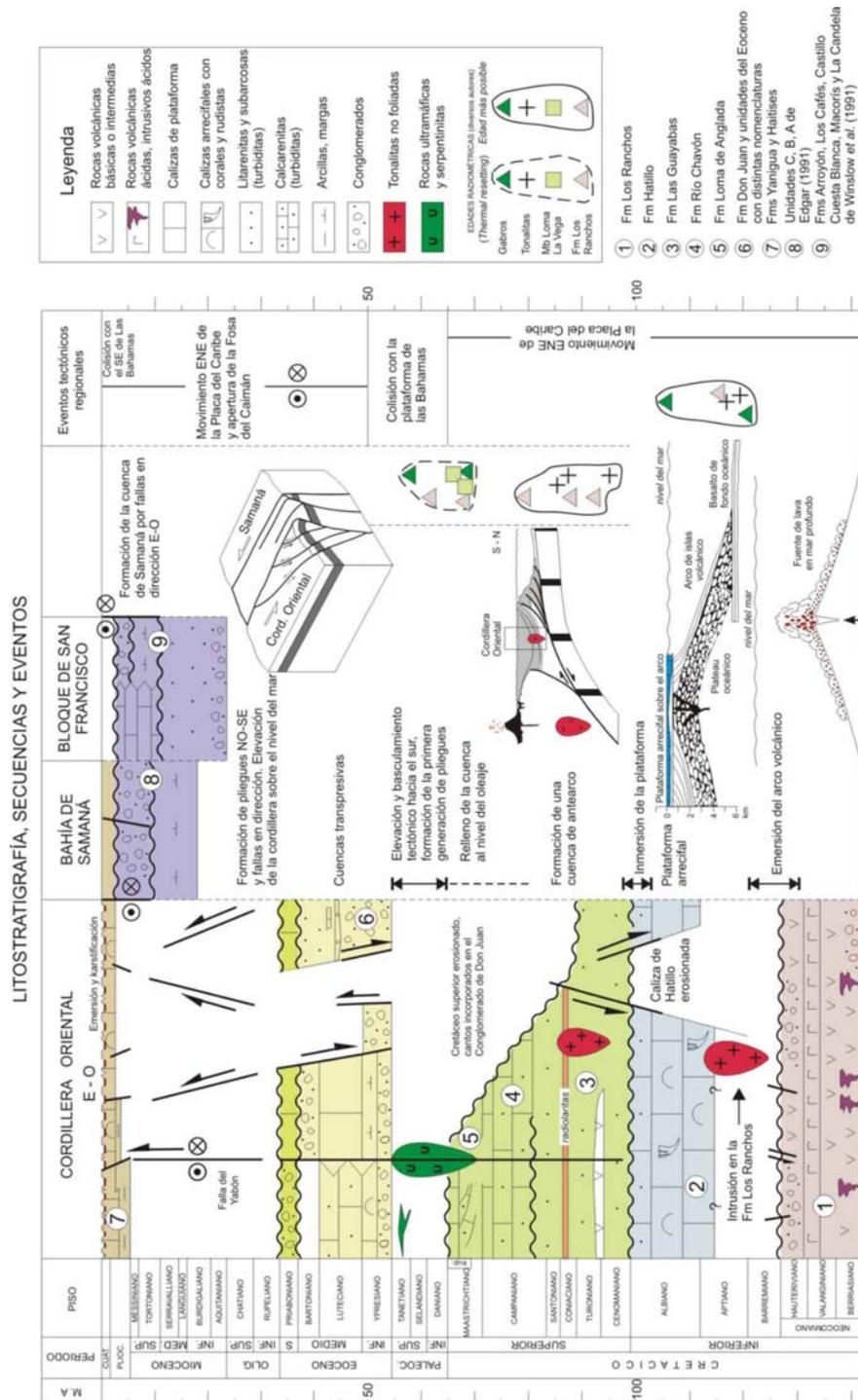


Figura 20 : Diagrama cronoestratigráfico que muestra la litología, secuencias deposicionales y los eventos tectónicos registrados en los sedimentos de la Cordillera Oriental (García Senz et al., 2007). Los datos de la Bahía de Samaná son de Edgar (1991) y los datos del Bloque de San Francisco de Winslow et al. (1991). Las edades radiométricas se han tomado de Bourdon (1985); Kesler et al., 1991; Bellon et al., 1985).

Al final del periodo de colisión Miocena y Pliocena, esta zona estuvo emergida y parece que sufrió un proceso de peneplanación. Una gran parte del Terciario (entre el Paleoceno y el Plioceno) se corresponde esta zona con un periodo de peneplanación de los relieves. En la zona estudiada los relieves han sido erosionados aunque algunos relieves persisten, particularmente en las rocas con mayor resistencia a la erosión.

Una transgresión importante a se produce en el Plioceno (posiblemente al final del Mioceno, con cierta incertidumbre en la datación). A favor de esta transgresión, una sedimentación marina carbonatada se instala en la mayor parte de la zona de estudio y que dura aproximadamente hasta el Pleistoceno Inferior. Una gran parte de la isla estuvo sumergida durante este periodo. Ese es el caso de la Cordillera Septentrional aunque poco desarrollado, a la parte este de la Cordillera Central. La Cordillera Oriental situada al Norte de la zona de estudio parece que permaneció emergida durante todo el Plioceno, como testifican los depósitos continentales que dominan al Sur de esta zona, y las frecuentes llegadas de terrígenos de material del zócalo observado en los sedimentos.

Desde el Plioceno hasta el Pleistoceno Inferior, los depósitos encontrados pasan desde un extremo continental a otro marino:

- Los depósitos continentales, arcillosos y conglomeráticos, han sido identificados solamente en la zona sureste de la isla, han sido denominados Conglomerados de Ramón Santana.
- Los depósitos intermedios laguno-marinos formados en gran parte de margas y de calizas margosas, éstos se conocen con el nombre de formación Yanigua.
- Depósitos marinos poco profundos conocidos bajo el nombre de formación de Los Haitises.

Los depósitos de plataforma abierta que evolucionan en el curso del Plioceno desde depósitos con dominio granular y bioclástico hacia depósitos de barrera más y más ricos en corales y bioconstrucciones. Esto sugiere una evolución de la subsidencia y del tipo de

---

producción carbonatada, que podría relacionarse con una variación de la físico-química de las aguas de esta zona.

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 podrían ser de Pleistoceno Inferior. La edad de los primeros depósitos de la formación siguiente está del mismo modo mal determinada entorno al Pleistoceno Medio (11,500.00 años) aproximadamente. Una emersión desde el final del Pleistoceno Inferior a la mitad del Pleistoceno Medio podría proponerse. Esta emersión se acompaña de una reactivación de la sedimentación terrígena, bajo la forma de conos aluviales remanentes de material original de la Cordillera Oriental. Algunas evidencias de una alteración de los carbonatos durante esta emersión son observables, una karstificación previa de los depósitos carbonatados de la Fm Los Haitises es probable.

Durante el Pleistoceno se establece una sedimentación carbonatada de plataforma arrecifal presente en casi todo el perímetro de la isla y generalmente denominada Formación La Isabela. Estos materiales son los últimos depósitos marinos de la isla, donde los más recientes han sido datados en 100.000 años (estadio isotópico 5). La Fm Isabela aparece como una serie de plataforma carbonatada dispuesta en escalera descendiente hacia el mar. Cada uno de los niveles se corresponde con una plataforma carbonatada de tipo plataforma con barrera arrecifal.

Estas diferentes plataformas se establecieron probablemente durante las fases de subida de nivel del mar, y a continuación probablemente expuestas durante las fases de bajada del nivel del mar. En la zona de estudio, se han identificado únicamente 2 (a veces separado por una ruptura de pendiente de alrededor de 20 m de altitud) o a veces 3 plataformas, pero en algunas condiciones como en la Hoja de Boca del Soco se han podido identificar hasta niveles de plataforma. Los arrecifes en escalera observados son probablemente 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 probablemente 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 son las más antiguas, las plataformas más bajas son las más recientes.

El conjunto de estos niveles de plataformas carbonatadas, que comprende a las más recientes, está afectado por una alteración y karstificación importantes, como testifica la presencia de numerosas dolinas y superficies de alteración importantes.

En el dominio continental propiamente dicho, algunos depósitos de paleoríos o paleoestuarios, con un gran contenido en terrígenos son visibles en algunas zonas (San Pedro de Macorís, Boca del Soco, La Romana). El encajonamiento de los ríos en la parte sudeste de la República Dominicana parece haber ocurrido en dos etapas, en el primer periodo, anterior a la emersión de la plataforma situada a 20 m de altitud, es relacionable con el estadio isotópico 6. Numerosos pequeños paleoríos se individualizaron formando una paleored de drenaje poco madura. A partir de la bajada posterior con depósito de la plataforma superior (situado a 20 m de altitud), parece que la red de drenaje se organizó de un modo más parecido al actual con sólo algunos grandes ríos. Los grandes ríos observados actualmente parecen haberse encajado al menos tras el estadio isotópico 6, posiblemente antes por el río Chavón en cuya desembocadura ya se observa la llegada de materiales terrígenos en depósitos estimados como pertenecientes al estadio isotópico 7.

## **6 GEOLOGÍA ECONÓMICA**

### **6.1 HIDROGEOLOGÍA**

#### **6.1.1 Datos climáticos**

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 ET<sub>Po</sub> 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 1312 mm; los valores anuales medios tomados en estaciones oscilan entre 1040 mm (San Pedro de Macorís) y 1584 mm (Hato Mayor). El registro concreto en San Pedro de Macorís oscila entre 31 mm y 146 mm, en Hato Mayor entre 42 mm y 219 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 ET<sub>Po</sub> es de 1669,4 mm, con valores anuales medios obtenidos en estaciones que oscilan entre 1560 mm (Naranjo de China) y 1970 mm (La Romana). El valor de evaporación de tanque A medido en El Seibo es de 1775 mm.

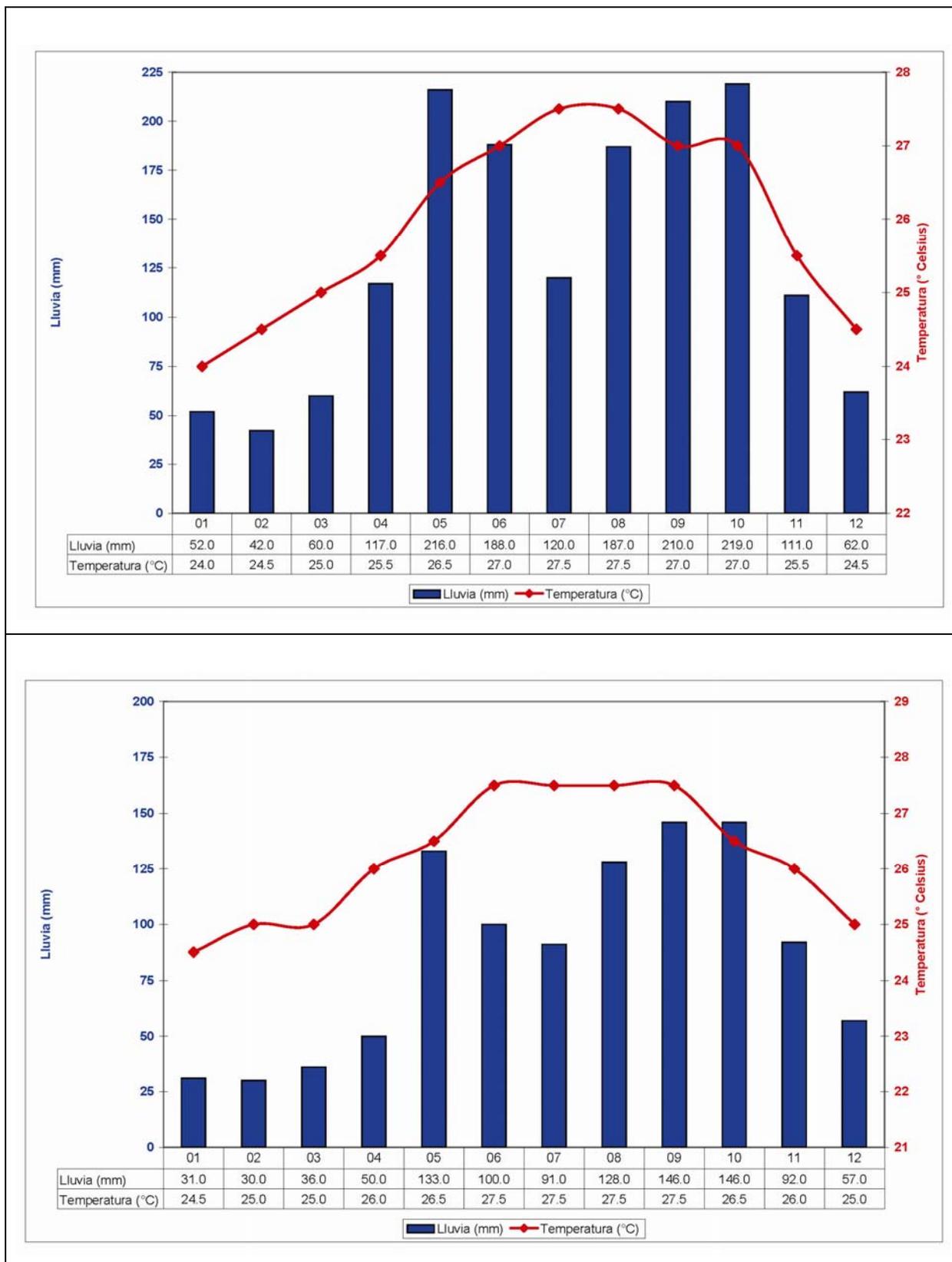


Figura 21 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en Hato Mayor y San Pedro de Macorís. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990 (de <http://www.theweathernetwork.com>).

### 6.1.2 Red hidrográfica

El territorio de la Hoja Los Llanos está situado en su totalidad en el perímetro de la cuenca del río Higuamo. Los dos grandes ríos que drenan esta zona son el Río Higuamo y el Río Magua. Se trata de una ribera de tipo torrencial, donde los caudales de crecida pueden ser muy importantes, y los de estiaje 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 m<sup>3</sup>/s (Tabla 1).

DATOS DE CAUDAL EN m <sup>3</sup> /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 1: 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.

### 6.1.3 Naturaleza e interés de los principales acuíferos

El siguiente texto es complemento del esquema hidrogeológico a escala de 1:200 000, presentado en la Hoja geológica Los Llanos.

### 6.1.3.1 El sustrato cretácico

La Fm Las Guayabas está constituida por la alternancia decimétrica, rítmica y repetitiva, de arenisca fina, limolitas y pelitas. Naturalmente estas litofacias no son especialmente permeables, con excepción de algunos lentejones conglomeráticos del Mb Hato Mayor. La potencialidad acuífera de estas series es limitada. Principalmente la fracturación, y en menor medida la alteración, podría condicionar la existencia de un reservorio discontinuo, de tipo fisural.

### 6.1.3.2 La cobertera carbonatada de la Llanura Costera del Caribe

El acuífero contenido entre los conglomerados de Ramón Santana, a muro de la cobertera caliza terciaria, debe presentar características bastante comparables a aquellas de los aluviones modernos de los ríos: permeabilidad media-alta, morfología lenticular de los reservorios. La calidad de estos reservorios varía lateralmente en función de la cantidad de arcillas contenidas en los conglomerados.

Las calizas de la Fm Yanigua y de Los Haitises presentan numerosos huecos debidos a la disolución kársticas y a la alteración de sus constituyentes. Numerosas dolinas y cuevas se encuentran en esta cobertera tabular. Las calizas son muy porosas lo que permite la existencia de una importante reserva de agua subterránea y de una buena productividad. Este acuífero es continuamente realimentado por la abundante agua de lluvia, pero también por los ríos que vierten desde la Cordillera y que dejan parte de su caudal de agua al contacto con la cobertera caliza. Hasta ahora, el acuífero carbonatado es utilizado para alimentar los principales batey. La interface entre la cobertera carbonatada y el sustrato cretácico sub-yacente constituye sin ninguna duda el mejor drenaje, y la zona preferible para implantar los sondeos de captación de agua. Sin embargo, como todos los reservorios kársticos, este acuífero es muy vulnerable a la contaminación.

### 6.1.3.3 Los depósitos continentales cuaternarios

Los recubrimientos cuaternarios (abanicos aluviales) son poco potentes y compuestos en gran parte de material fino. Se trata de acuíferos poco extensos y de calidad mediocre.

Las zonas recubiertas de arcillas de decalcificación y las zonas rellenas endorreicas contienen esencialmente materiales arcillosos. En consecuencia, ofrecen acuíferos de mala calidad debido a una baja permeabilidad.

## **6.2 RECURSOS MINERALES**

### **6.2.1 Indicios minerales**

Los indicios identificados en la Hoja de Los Llanos corresponden exclusivamente al grupo de las rocas Industriales (Tabla 2).

### **6.2.2 Canteras de materiales**

La actividad extractiva se limita a canteras de materiales relacionados con obras de distinto tipo. Por una parte, de tipo urbanístico, 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. Están ubicadas principalmente en las calizas de la Fm Los Haitises.

Número	Coord. Geográficas		Sustancia	Estatuto	Litología	Formación	Importancia
	Lat.	Long.					
86EL9027	18,50473241	-69,34836874	Aridos	en actividad	Calizas	Los Haitises/La Barca	grande
86EL9029	18,51268085	-69,30685764	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises/La Barca	pequeña
86EL9035	18,52371708	-69,26991052	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises_ Ud. calizas arrecifales	pequeña
86EL9040	18,53942871	-69,28284422	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises_ Ud. calizas arrecifales	pequeña
86EL9041	18,56824351	-69,28915629	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises_ Ud. Calizas bioclásticas	pequeña
86EL9042	18,55394927	-69,30740017	Aridos	inactiva	Calizas margosas	Los Haitises_ Ud. calizas arrecifales	pequeña
86EL9044	18,56709662	-69,29676438	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises_ Ud. Calizas bioclásticas	media
86EL9060	18,62259856	-69,38835	Aridos	intermitente	Calizas	Yanigua	pequeña
86EL9174	18,61856402	-69,42049996	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises_ Ud. Calizas bioclásticas	pequeña
86EL9226	18,65619692	-69,33821197	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises_ Ud. Calizas bioclásticas	pequeña
86EL9285	18,65319967	-69,38085907	Aridos	inactiva	Calizas	Los Haitises_ Ud. Calizas bioclásticas	pequeña
86EL9943	18,5356851	-69,45744353	Aridos	intermitente	Calizas	Los Haitises_ Ud. calizas arrecifales	media
86EL9946	18,54335245	-69,48701363	Piedras ornamentales	en actividad	Calizas	Los Haitises_ Ud. calizas arrecifales	media
86EL9970	18,54305631	-69,39655278	Aridos	inactiva_basurero	Calizas	Los Haitises_ Ud. calizas arrecifales	grande

Tabla 2 : Características de las canteras de la Hoja Los Llanos. Los números permiten su correlación con la Figura 22 :

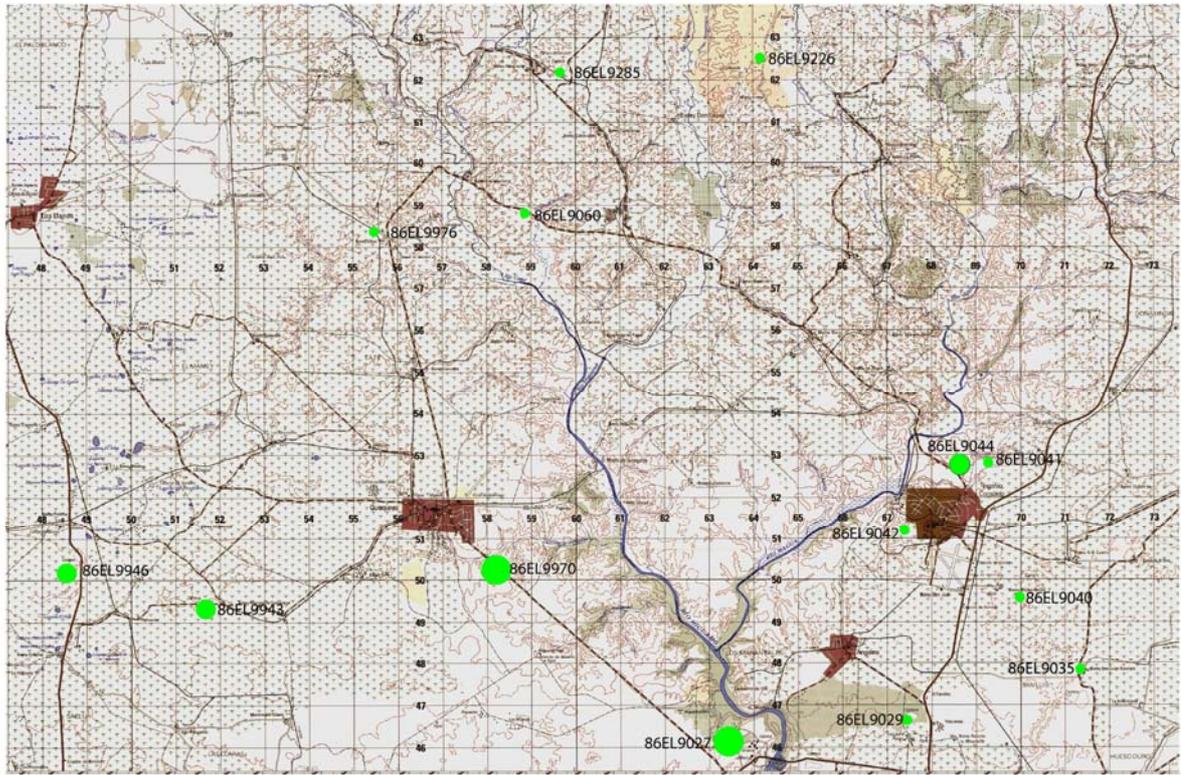


Figura 22 : Localización e importancia de los principales canteras de la Hoja Los Llanos. Los números permiten su correlación con la Tabla 2.

## **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 Los Llanos (6371-IV) se ha inventariado 1 Lugar de Interés Geológico que ilustra la geología de la Llanura Costera del Caribe (Figura 23):

## 7.2 L.I.G. N° 1: FORMACIONES LOS HAITISES Y LA BARCA, CANTERA CEMEX

### 7.2.1 Croquis de situación

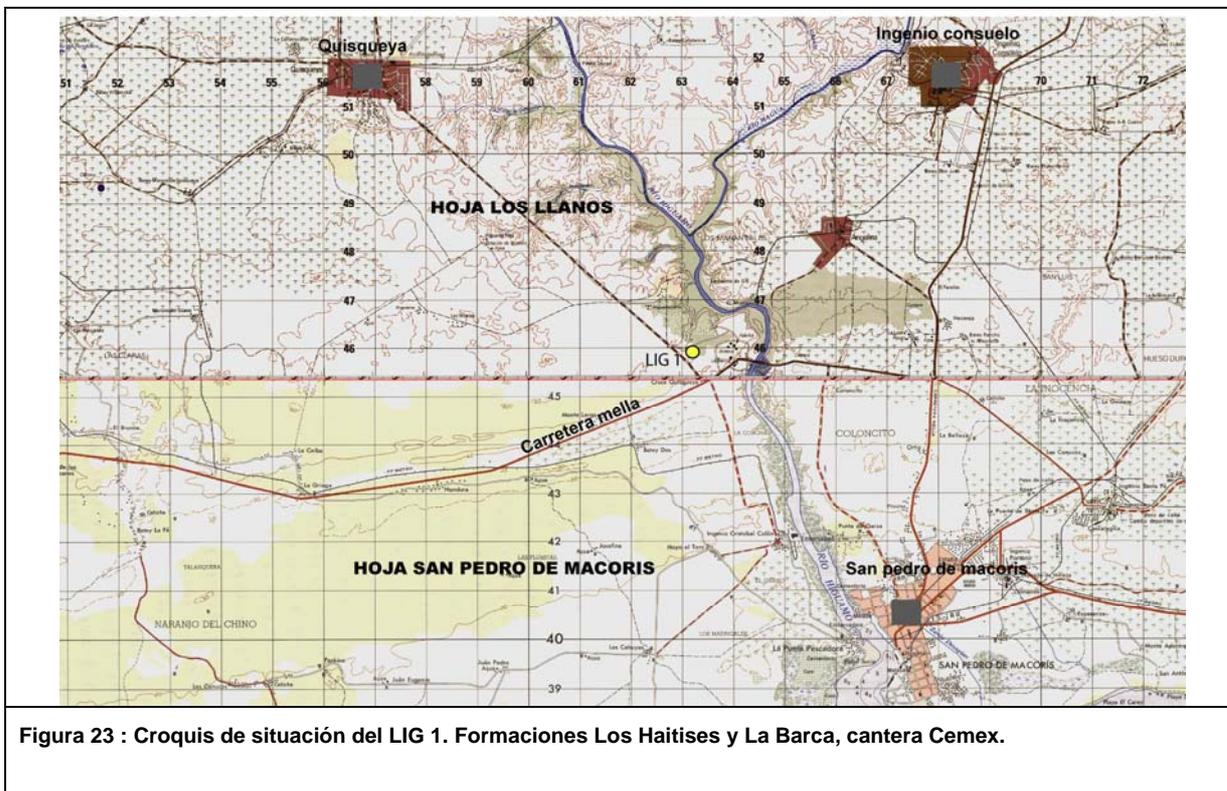


Figura 23 : Croquis de situación del LIG 1. Formaciones Los Haitises y La Barca, cantera Cemex.

### 7.2.2 Acceso :

La cantera Cemex se sitúa inmediatamente al norte de San Pedro de Macorís, al oeste del Río Higuamo, inmediatamente sobre el antiguo puente del río situado en la prolongación de la carretera Mella. La cantera está actualmente en explotación, es por tanto necesario obtener autorización en la recepción para poder acceder.

### 7.2.3 Contenido y Motivación

La cantera Cemex ofrece uno de los mas bellos cortes de la formación Los Haitises en la Llanura costera del Caribe. Es además donde se definió la formación La Barca, la cual reposa sobre la formación Los Haitises.

La formación Los Haitises aflora una potencia de 30 m, tratándose principalmente de depósitos arrecifales. En los dos tercios superiores de la formación, está principalmente constituida de pequeños corales de tipo *Acropora cervicornis* y *Stylophora*, dos niveles métricos con corales más grandes han sido identificados. Los pequeños corales branchus están dispersos o acumulados. La observación de su organización es sin embargo difícil aunque el frente de trabajo esté fresco, es complicado diferenciar si se trata de corales en posición de vida (biohermos) o ligeramente desplazados (biostromas). La matriz de estos componentes es micrítica y ligeramente bioclásticas. Los pequeños moluscos y gasterópodos son frecuentes. En la parte inferior de la cantera, los corales son ligeramente menos abundantes mientras que los moluscos y los gasterópodos siguen siendo abundantes. Los dos tercios superiores, coralinos, de la formación Los Haitises son característicos de la unidad de « calizas coralinas», la parte inferior menos rica en corales y más bioclásticas anuncian la unidad de « calizas bioclásticas con grandes moluscos ».

El objetivo geológico más interesante en esta cantera se localiza en la parte superior, donde se observa el contacto entre la formación Los Haitises y la formación La Barca. El contacto se observa en la forma de una ligera discordancia (Foto 18, Foto 20) entre los niveles de Los Haitises y los primeros bancos de la formación La Barca que están ligeramente inclinados en la dirección del mar (Foto 20). 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. Una rubefacción es visible en zonas bajo el contacto de las dos formaciones. Esta morfología de techo de Los Haitises sugiere que esta formación ha sido erosionada y alterada previamente al depósito de la formación La Barca. Entonces un periodo de emersión parece separar las dos formaciones.

Los primeros bancos de la formación La Barca están constituidos por material coralino organizado según láminas de varios centímetros de potencia, conglomeráticos, a menudo granodecrecientes (Foto 19). Los componentes coralinos están en la forma de cantos redondeados resultantes de pedazos de corales y de debris de corales de tamaño arena y grava. Estas láminas están todas inclinadas ligeramente hacia el mar, y son características de facies de playa. La inclinación de los primeros bancos de la formación La Barca es un efecto puramente sedimentario. Esto es bien visible por el hecho de que los bancos situados sobre estos niveles laminados son perfectamente planos.

El cambio a estos niveles superiores está acompañado de una evolución de la litología y de las facies sedimentarias. Encima de las facies de playa a muro, se depositan depósitos margosos con grandes moluscos y gasterópodos. Estos depósitos evolucionan por si mismos a depósitos más carbonatados, más bioconstruidos con numerosos pequeños corales branchus organizados en colonias que forman grandes parches de corales.

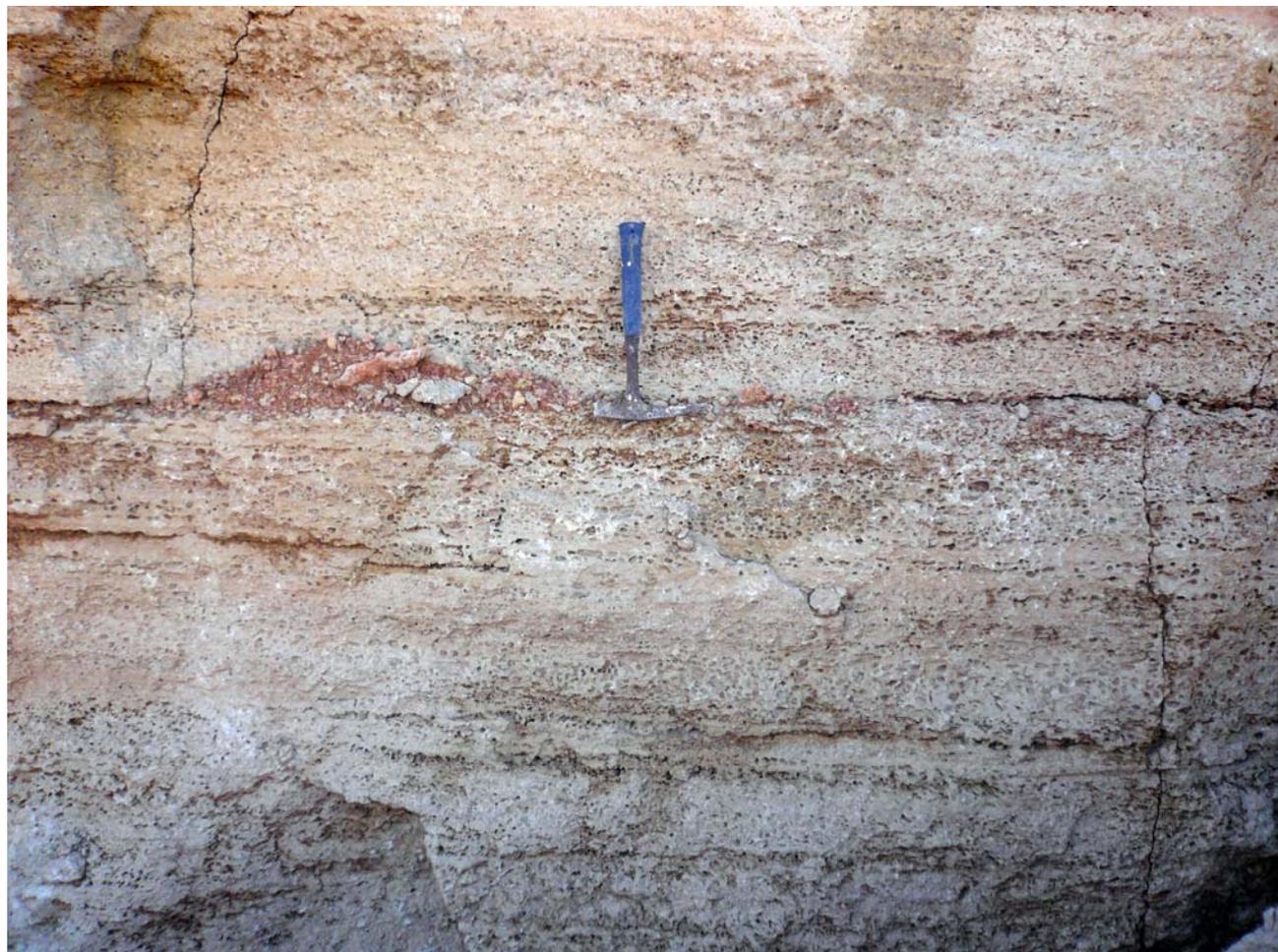
Esta evolución vertical de facies se traduce en una evolución desde facies de playa, hacia facies de lagoon (margas) y de facies de barreras internas (parches de material coralino). Esta evolución implica una dinámica transgresiva, que propicia la re-instalación de facies marinas, y finaliza con la re-instalación de una plataforma carbonatada bioconstruida. Las facies encontradas en la formación La Barca poseen características particulares. Estos depósitos poseen características intermedias a las dos formaciones. Se podrían corresponder a un nivel de paso entre las formaciones de Los Haitises y La Isabela.



**Foto 17: Nivel con stylophora abundantes en las calizas coralinas (6) de la formación Los Haitises.**



**Foto 18: Contacto entre formación Los Haitises (calizas coralinas, 6) y formación la Barca (9).**



**Foto 19: Detalle de la formación La Barca : destaca la organización en láminas de muy escasa pendiente. Todos los huecos se corresponden con fragmentos de corales disueltos.**



Numero	Coord. Geograficas	
	Lat.	Long.
86EL8523	18,64693819	-69,32231837
86EL9027	18,50467759	-69,34840294
86EL9042	18,55394927	-69,30740017
86EL9044	18,56709662	-69,29676438
86EL9180	18,61622119	-69,28954136
86EL9182	18,61447457	-69,29110081
86EL9182	18,6144744	-69,29110223
86EL9950	18,61760312	-69,51571645
86EL9943	18,5356851	-69,45744353
86EL8527	18,62703891	-69,34057732
86EL9022	18,50655539	-69,34954849
86EL9946	18,54335245	-69,48701363
86EL9081	18,6107	-69,321546

Tabla 3 : Coordenadas de los puntos citados en el texto (muestra, foto, etc. ).

## 8 BIBLIOGRAFÍA

ABAD DE LOS SANTOS M. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Cevicos (6273-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional Santo Domingo.

ACUATER (2000): Mapa hidrogeológico Planicie Costera Oriental, mapa N° 9/1/3 Escala 1:50 000, Febrero 2000. República Dominicana-UE. Programa de Desarrollo Geológico-Minero (SYSMIN) Convención Lomé IV.

BARONI-URBANI C., SAUNDERS J.B. (1980): The fauna of the Dominican Republic amber: the present status of knowledge. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, vol 1, p. 213-223.

BELLON H., VILLA J.M., MERCIER de LEPINAY B. (1985): Chronologie 40K-39Ar et affinités géoquímiques des manifestations magnétiques au Crétacé et au Paléogène dans l'isle d'Hispaniola. Geodynamique des Caribes, Symposium Paris, 5-8 Février 1985, Editions Technip, p. 329-340.

BLESCH R.R. (1966): Mapa geológico preliminar. En: Mapas. Volumen 2, Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana. Unión Panamericana, escala 1:250 000.

BOISSEAU M. (1987): Le flanc nord-est de la Cordillère Centrale Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles). Un édifice de nappes crétacées polyphasées. Thèse 3ème cycle de l'Université P. et M. Curie, Paris, 173 p.

BOURDON L. (1985): La Cordillère Orientale Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles): un arc insulaire crétacé polystructuré. Thèse 3ème cycle de l'Université P. et M. Curie, Paris, 203 p., 2 pl. h. t..

---

BOURDON L., GEYSSANT J.R., MERCIER de LEPINAY B., VILA J.M. (1983): Hallazgo de amonitas coniacianas en la Cordillera Oriental Dominicana (Hispaniola, Antillas Mayores), 10th Caribbean Geological Conference, Cartagena de Indias, 1983.

BOURDON L., GEYSSANT J.R., MERCIER de LEPINAY B., VILA J.M. (1984): Intérêts paléontologique, chronologique et tectonique de la découverte de Peroniceras (Ammonoidea, Collignoniceratidae) dans le Coniacien inférieur de la Cordillère Orientale de la République Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 298, Série II, n° 7, p. 287-292.

BOWIN C. (1960): Geology of central Dominican Republic. Ph. D. Thesis, Princeton University. Princeton, New Jersey, 211 p.

BOWIN C. (1966): Geology of the central Dominican Republic. A case history of part of an island arc. In Hess H.H. ed., Caribbean geological investigations. Geological Society of America Memoir 98, p. 11-98.

BOWIN C. (1975): The geology of Hispaniola, En: The ocean basins and margins; Volume 3, The Gulf of Mexico and the Caribbean, (NAIM A. y STEHLI F., Eds.), New York, Plenum Press, p. 501-552.

BRAGA ALARCON J.C. (2009): Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

BROUWER S.B., BROUWER P.A. ( 1980): Geología de la region ambarifera oriental de la República Dominicana. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, vol 1, p. 303-322.

BURKE K., FOX P.J.Y, SENGOR A.M.C. (1978): Buoyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. Journal of Geophysical Research, v. 83, p. 3949-3945.

---

BURKE K., GRIPPI J., SENGOR A.M.C. (1980): Neogene structures in Jamaica and the tectonic style of the northern Caribbean plate boundary zone. *Journal of Geophysical Research*, v. 88, p. 375-386.

BYRN D.B., SUAREZ G., McCANN W.R. (1985): Muertos Trough subduction ; Microplate tectonics in the northern Caribbean ? *Nature*, v. 317, p. 420-421.

CALAIS E., PERROT J., MERCIER de LEPINAY B. (1998): Strike-slip tectonics and seismicity along the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Hispaniola. In Dolan J.F. and Mann P., eds., *Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone*, Geological Society of America Special Paper 326, p. 125-142.

COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE (CGG) (1999): Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

COTTARD F., CAZAUX D., OSIRIS de LEON R. (2003): Programa SYSMIN 7 ACP DO 024. Proyecto O. Estudios ambientales de base de las instalaciones mineras de Rosario Dominicana. Tarea 1. Recopilacion de la informacion disponible. Informe inédito, BRGM/RC-52298-FR, 133 p.

DAILY A.F. (1974): Reporte sobre Placer's en la concession Cuaron y Laguna Redonda. Informe inédito, Dirección General de Minería 14-74-001. Santo Domingo.

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

de ZOETEN R., MANN P. (1999): Cenozoic El Mamey Group of Northern Hispaniola: a sedimentary record of subduction, collisional and strike-slip events within the North America – Caribbean Plate boundary zone. *Caribbean basins. Sedimentary basins of the world*, 4 edited by P. Mann (series editor: K.J. Hsü), p. 247-286.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2004): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de Monte Plata (6272). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2004): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de El Seibo (6372). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2004): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de Las Lisas (6472-Mitad occidental). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Boca Chica (6271-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Guerra (6271-I). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Juanillo (6571-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Santo Domingo (6271-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

---

DIAZ DE NEIRA J.A. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Villa Mella (6271-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2010): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de Santo Domingo (6271). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DIAZ de NEIRA J.A., MARTIN-SERRANO A. y ESCUDER J. (2007): Evolucion geomorfologica de la Cordillera Oriental Dominicana. Boletín Geologico y Minero, Vol. 118, n° 2, p. 385-400.

DIAZ de NEIRA J.A., MARTIN-SERRANO A., PEREZ CERDAN F. y ESCUER J. (2007): Aplicacion de la cartografia de procesos activos a la Hoya de Enriquillo (Suroeste de la Republica Dominicana). Boletín Geologico y Minero, Vol. 118, n° 2, p. 401-413.

DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA (DGM) (1984): Formaciones del Suroeste de la República Domincana. Santo Domingo, 500 p.

DIXON T.H., DAILY M.I. (1981): Analysis of a SEASTAT-SAR image of the northeastern Dominican Republic, Paris, France, Photo-Interpretation, v.5, p. 4.3-4.7.

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

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 p.

---

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

DOLAN J.F., MULLINS H.T., WALD D.J. (1998): Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collision, strain partitioning and opposing subducted slabs. In Dolan J.F. and Mann P., eds., Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone, Geological Society of America Special Paper 326, p. 1-62.

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

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

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

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

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

DONOVAN S.K., JACKSON T.A. (1994): Caribbean Geology an Introduction. The University of The West Indies Publishers Associations, Kinston, Jamaica, 289 p.

---

DOUGLAS R.C. (1961): Orbitolinas from Caribbean Islands. *Journal of Paleontology*, 35, 3, p. 475-479.

DOUGLAS-ROBERTSON and ASSOCIATES, INC. (1981): Report on Sanchez Coal Project. Phase I Exploration November 1980 – November 1981 for Rosario Dominicana, S.A., Dominican Republic. Unpublished report, dated November 30, 1981, 81 p.

DOUGLAS-ROBERTSON and ASSOCIATES, INC. (1983): Report on East Cibao / El Valle Coal Project for Rosario Dominicana, S.A., Dominican Republic. Unpublished report, dated April 8, 1983, 51 p.

DRAPER G., GUTIERREZ G., LEWIS J.F. (1996): Thrust emplacement of the Hispaniola peridotite belt: Orogenic expression of the Mid Cretaceous Caribbean arc polarity reversal. *Geology*, v.24 (12): p. 1143-1146.

DRAPER G., LEWIS J.F. (1982): Petrology, deformation and tectonic significance of the Amina Schists, northern Dominican Republic, In Amigo del Hogar (ed.). Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, República Dominicana, p. 53-64.

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

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

EBERLE W., HIRDES W., MUFF R., PELAEZ M. (1980): The geology of the Cordillera Septentrional (Dominican Republic). 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. *Memorias*, vol 2, p. 619-629.

EDGAR N.T. (1991): Structure and geologic development of the Cibao Valley, northern Hispaniola. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate

---

boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G. y Lewis J.F., eds.), Geological Society of America Special Paper, 262, p. 281-299.

EPTISA (2004): Informe de la unidad hidrogeológica de la Cordillera Oriental. Programa Sysmin, 212 p..

EPTISA (2004): Informe de la unidad hidrogeológica de Los Haitises. Programa Sysmin, 165 p..

EPTISA (2004): Informe de la unidad hidrogeológica del Valle del Cibao. Programa Sysmin, 327 p..

ESCUDE R VIRUETE J. (2004): Informe de petrología y geoquímica de las rocas ígneas y metamórficas del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste). Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

ESCUDE R VIRUETE J., CONTRERAS F., JOUBERT M., URIEN P., STEIN G., LOPERA E., WEIS D., ULLRICH T. y PEREZ-ESTAUN A. (2007): La secuencia magmática del Jurásico Superior-Cretácico Superior de la Cordillera Central, República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, Vol. 118, n° 2, p. 243-268.

FALCONBRIDGE DOMINICANA (1988): Informes internos. Preliminary Discussion of Results. Cordillera Oriental Project, 2 de Mayo de 1988, 6 p. ; Cordillera Oriental Project, J. J. Watkins, y C. Chávez Castro, 15 de Julio de 1988, 25 p. Centro de Documentación, Dpto. de Exploraciones Falconbridge.

FRIEDMAN R. (2004): Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb en los Proyectos L y K. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research Earth and Ocean Sciences Department, Universidad de British Columbia, Alberta, Canadá. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

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

---

GARCIA LOBON J.L. (2004): Informe de interpretación de la geofísica aerotransportada del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste). Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

GARCIA SENZ J. (2004): Mapa geológico a 1:50 000 de Hato Mayor del Rey (6372-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

GARCIA SENZ J. (2004): Mapa geológico a 1:50 000 de Rincón Chavón (6472-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

GARCIA-LOBON J.L. y 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, p. 175-194.

GARCIA-SENZ J., MONTHEL J., DIAZ de NEIRA A., HERNAIZ HUERTA P.P., CALVO J.P. y ESCUDER VIRUETE J. (2007): Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, Vol. 118, n° 2, p. 269-292.

GARCIA-SENZ J., MONTHEL J., DIAZ de NEIRA A., HERNAIZ HUERTA P.P., ESCUDER VIRUETE J. y PEREZ-ESTAUN A. (2007): La estructura de la Cordillera Oriental de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, Vol. 118, n° 2, p. 293-312.

GARCIA-SENZ J., PEREZ-ESTAUN A. (2008): Miocene to recent tectonic elevation in Eastern Dominican Republic. 18va Conferencia Geológica del Caribe. Poster, Santo Domingo, marzo 2008.

GILBERT A. (2006): Compte rendu d'expédition spéléologique en République Dominicaine. Expédition Guacaras Tainas 16/2006. Fédération Française de Spéléologie. Commission des Relations et des Expéditions Internationales., Lyon, France, 128 p.

---

HARDING T.P., LOWELL J.D. (1979): Structural styles, their plate-tectonic habitats, and hydrocarbon traps in petroleum provinces: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 63, p. 1016-1058.

HERNAIZ HUERTA P.P. (2004): Mapa geológico a 1:50 000 de Monte Plata (6272-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

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

ITURRALDE VINENT M.A. (2001): Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. Caribbean Journal of Science, Vol. 37, n° 3-4, p. 141-167.

JORDAN T.H. (1975): The present-day motions of the Caribbean plate: Journal of Geophysical Research, Vol. 80, p. 4433-4439.

KESLER S.E., RUSSELL N., POLANCO J., McCURDY K., CUMMING G.L. (1991): Geology and geochemistry of the early Cretaceous Los Ranchos Formation, central Dominican Republic. In Mann P., Draper G. and Lewis J.F., eds., Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262, p. 187-201.

KESLER S.E., RUSSELL N., REYES C., SANTOS L., RODRÍGUEZ A., FONDEUR L. (1991): Geology of the Maimón Formation, Dominican Republic. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F., eds.), Geological Society of America Special Paper 262, p. 173-185.

KESLER S.E., RUSSELL N., SEAWARD M., RIVERA J., McCURDY K., CUMMING G.L., SUTTER J.F. (1981): Geology and geochemistry of sulfide mineralization underlying the Pueblo Viejo gold-silver deposit, Dominican Republic, Economic Geology, 76, p. 1096-1117.

---

KESLER S.E., SUTTER J.F. (1977): Progres report on radiometric age determinaton in the Caribbean region. Abstracts, 8th. Caribbean Geological Conference, p. 85-86.

KESLER S.E., SUTTER J.F., BARTON J.M., SPECK R.C. (1991): Age of intrusive rocks in Northern Hispaniola. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (MANN P., DRAPER G. y LEWIS J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper, 262, p. 165-172.

KESLER S.E., SUTTER J.F., JONES L.M., WALKER R.L. (1977): Early Cretaceous basement rocks in Hispaniola. *Geology*, 5, p. 245-247.

LASSEUR E. y MONTHEL J. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Higuey (6471-I). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

LASSEUR E. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Bávaro (6572-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

LASSEUR E. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Boca del Soco (6371-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

LASSEUR E. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de La Romana (6471-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

LASSEUR E. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Los Llanos (6371-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

---

LASSEUR E. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de San Pedro de Macorís (6371-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

LEBRÓN M.C. (1989): Petrochemistry and tectonic significance of late Cretaceous calcalkaline volcanic rocks, Cordillera Oriental, Dominican Republic. M. Sc. Thesis, Univ. Florida. Gainesville. Fla. 154 p.

LEBRÓN M.C., MANN P. (1991): Geologic map of the eastern Dominican Republic. En: P. Mann, G. Draper and J. Lewis (Editors), Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate in Hispaniola. Geol. Soc. Am. Spec. Pap., 262, scale 1:150 000.

LEBRÓN M.C., PERFIT M.R. (1993): Stratigraphic and Petrochemical Data Support Subduction Polarity Reversal of the Cretaceous Caribbean Island Arc.: Journal of Geology. V. 101, p. 389-396.

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

LETICEE J.L., RANDRIANASOLO A, CORNEE J.J., MUNCH Ph., LEBRUN J.F., SAINT-MARTIN J.P. y VILLENEUVE M. (2005): Mise en evidence d'une discontinuité émersive majeure au sein de la plate-forme récifale plio-pléistocène de l'avant-arc des Petites Antilles. C.R. Geoscience 337 (2005), p. 617-624.

LEWIS J.F. (1982): Granitoid Rocks in Hispaniola. Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic, 1980: Amigo del Hogar Publishers, p. 403-408.

LEWIS J.F. (1982): Ultrabasic and associated rocks in Hispaniola. Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic, 1980: Amigo del Hogar Publishers, p. 403-408.

---

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

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

LEWIS J.F., DRAPER G. (1990): Geological and tectonic evolution of the northern Caribbean margin: Decade of North American Geology, v. H: The Caribbean, Geol. Soc America, p.77-140.

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

LEWIS J.F., PERFIT M., HORAN S., DIAZ de VILLAVILLA A. (1995): Geochemistry and petro-tectonic significance of early arc bimodal volcanism in the Greater Antillas Arc. Abstracts with Programs, Annual Meeting, Geological Society of America, New Orleans, A227.

LOPERA E. (2004): Mapa de recursos minerales a 1:100 000 de El Seibo (6372) y Las Lisas (6472). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

---

LOURENS L., HILGEN F., SHACKLETON N.J., LASKAR J., WILSON D. (2004) - The Neogene Period in GRADSTEIN F., OGG J. & SMITH A.G. (ed), A Geologic Time Scale 2004, p. 409-440.

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

MANN P., BURKE K., MATSUMOTO T. (1984): Neotectonics of Hispaniola; Plate motion, sedimentation and seismicity at a restraining bend. Earth and Planetary Science Letters, 70: p. 311-324.

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

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

MANN P., PRENTICE C.S., BURR G., PENA L.R., TAYLOR F.W. (1998): Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. In Dolan J.F. and Mann P., eds., Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone, Geological Society of America Special Paper 326, p. 63-124.

MANN P., TAYLOR F.W., EDWARDS R.L., KU T.L. (1995): Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults: An example from the northeastern Caribbean plate margin. Tectonophysics, V. 246, p. 1-69.

MARCANO F. Eugenio de Js, TAVARES I. (1982): Formacion La Isabela, Pleistoceno temprano. Museo National de Historia Natural, Santo Domingo, publicaciones especiales, numero III, 30 p.

---

MASSON D.G., SCANLON K.M. (1991): The neotectonic setting of Puerto Rico. Geological Society of America Bulletin, v. 103, no. 1, p. 144-154.

MATTSON P.H. (1979): Subduction, buoyant braking, flipping and strike-slip faulting in the Northern Caribbean. Journal of Geology. Vol. 87, p. 293-304.

McCLAY K, BONORA M. (2001): Analog models of restraining stepovers in strike-slip fault systems. AAPG Bulletin, V. 85, n°2, pp 233-260.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de La Granchorra (6470-I). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Mano Juan (6470-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de San Rafael del Yuma (6471- II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de San Pedro de Macorís (6371). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de La Romana (6471). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de Bávaro (6572) y Juanillo (6571). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de La Granchorra (6470). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MEDIATO ARRIBAS J. (2010): Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de Las Lisas (6472 – Mitad oriental). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

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). Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences de l'Université P. et M. Curie, Paris, 255 p.

MONTGOMERY H., PESSAGNO E.A., PINDELL J.L. (1994): A 195 Ma terrane in a 165 Ma sea: Pacific origin of the Caribbean Plate: GSA Today, 1(1), p. 1-6.

MONTHEL J y LASSEUR E.. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Guaymate (6471-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MONTHEL J. (2004): Mapa geológico a 1:50 000 de El Seibo (6372-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

---

MONTHEL J. (2004): Mapa geológico a 1:50 000 de El Valle (6372-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MONTHEL J. (2004): Mapa geológico a 1:50 000 de Las Lisas (6472-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MONTHEL J. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de Cotui (6173-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

MONTHEL J. (2010): Mapa geológico a 1:50 000 de El Salado (6472-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

NAGLE F., PACHER H.C., ANTONINI G.A. (1979): Hispaniola Tectonic Focal Point of the Northern Caribbean. Three tectonic studies in the Dominican Republic. En Lidz, B. y Tagle, F. (Eds.). Geological Society. Miami.

PARDO G. (1975): Geology of Cuba. En: The Ocean Basins and Margins, (NAIRM y STELHI Eds.) A.E.M. Vol. 3.

PEREZ VALERA F. y ABAD DE LOS SANTOS M. (2010): Informe estratigráfico y sedimentológico. Programa SYSMIN II n° 9 ACP DO 006 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto 1B. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

PEREZ-ESTAUN A., HERNAIZ HUERTA P.P., LOPERA E., JOUBERT M. y grupo SISMYN (2007): Geología de la República Dominicana: de la construcción de arco-isla a la colisión arco-continente. Boletín Geológico y Minero, Vol. 118, n° 2, p. 157-174.

---

PÉREZ-ESTAÚN A., TAVARES I., GARCÍA CORTES A., HERNAIZ HUERTA P.P. (2002): Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. *Acta Geológica Hispánica*, 37, p. 77-80.

PINDELL J.L. (1994): Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean, En: *Caribbean geology: An introduction*, (DONOVAN. S.K. y JACKSON, T.A. Eds), Kingston, Jamaica, University of the West Indies, Publishers Association, p. 13-39.

PINDELL J.L., BARRET S.F. (1990): Geologic of the Caribbean region; A plate- tectonic perspective. En: *The Geology of North America: The Caribbean region* (Dengo, G. y Case, J.E., eds.), Geological Society of America, Vol. H., Boulder, Colorado, p. 405-432.

PINDELL J.L., DRAPER G. (1991): Stratigraphy and geological history of the Puerto Plata area, northern Dominican Republic. In Mann P., Draper G. and Lewis J.F., eds., *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262, p. 97-114.

PONS J.M., GARCIA-SENZ J. and BERNARDEZ E. (2005): A Maastrichtian rudist bivalves association found in the Oriental Cordillera (Dominican Republic). 17th Caribbean Geological Conference, Puerto Rico, 2005. Poster contribution.

PONS J.M., GARCIA-SENZ J. and BERNARDEZ E. (2005): Maastrichtian Antilocaprinidae, Radiolitidae and Hippuritidae found in the Oriental Cordillera (Dominican Republic). Seventh International Congress on Rudists, Austin, Texas, 2005. Poster Contribution.

RAMSAY J.G. (1967): *Folding and Fracturing of Rocks*, McGraw-Hill, New York and London, 568 p.

RUSSELL N., KESLER S.E. (1991): Geology of the maar-diatreme complex hosting precious metal mineralization at Pueblo Viejo, Dominican Republic. In Mann P., Draper G. and Lewis J.F., eds., *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262, p. 203-215.

---

RUSSELL N., SEAWARD M., RIVERA J., Mc CURDY K., KESLER S.E., CUMMING G.L., SUTTER J.F. (1980): Geology and geochemistry of the Pueblo Viejo gold-silver deposit and its host Los Ranchos Formation, Dominican Republic. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, vol 1, p. 263-271.

SERRA-KIEL J., FERRANDEZ-CANADELL C., GARCIA-SENZ J. and HERNAIZ HUERTA P.P. (2007): Cainozoic larger foraminifers from Dominican Republic. Boletín Geológico y Minero, Vol. 118, nº 2, p. 359-384.

SILVESTER A.G. (1988): Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin, v. 100, p. 1666-1703.

TOLOCZYKI M., RAMIREZ I. (1991): Mapa geológico de la República Dominicana 1:250 000. Secretaria de Estado de Industria y Comercio, Dirección General de Minería, Instituto Geografico Universitario, Santo Domingo, D.N. en cooperacion con Bundesanstalt fur Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, República Federal de Alemania.

WINSLOW M.A., GUGLIELMO G. Jr., NADAI A.C., VEGA L.A., McCAAN W.R. (1991): Tectonic evolution of the San Francisco Ridge of the eastern Cibao Basin, northeastern Hispaniola. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G. y Lewis J.F., eds.), Geological Society of America Special Paper, 262, p. 301-313.