



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

REPÚBLICA DOMINICANA

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

**Cabrera  
(6274-IV)**

**Santo Domingo, R.D., Diciembre 2006/Diciembre 2010**

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN II de soporte al sector geológico-minero (Programa CRIS 190-604, ex No 9 ACP DO 006/01). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por el 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

Ing. Pol Urien (BRGM)

#### COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

Ing. Pol Urien (BRGM)

#### MICROPALEONTOLOGÍA

Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA, Le Man, Francia)

#### SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

Dr. Manuel Abad (INYPSA)

Dr. Fernando Pérez (INYPSA)

#### PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA, Le Mans, Francia)

#### GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Ing. Pol Urien (BRGM)

#### GEOMORFOLOGÍA

Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

#### MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

Ing. Eusebio Lopera (IGME)

#### TELEDETECCIÓN

Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

#### INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

Dr. José Luis García Lobón (IGME)

#### DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Eusebio Lopera (IGME)

#### SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

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

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

Dr. Andrés Pérez-Estaún (Instituto Ciencias de la Tierra Jaume Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

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

Ing. Santiago Muñoz

Ing. María Calzadilla

Ing. Jesús Rodríguez

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

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

Muestras y sus correspondientes preparaciones

Fichas petrográficas y/o micropaleontológicas de cada una de las muestras

Mapas de muestras

Álbum de fotos

- Lugares de Interés Geológico
- Informe sedimentológico de formaciones arrecifales y no arrecifales

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

- Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta

- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría del Proyecto K. Mapas a escala 1:150.000 y Memoria adjunta

Y los siguientes informes complementarios:

Informe de Sedimentología de formaciones arrecifales y no arrecifales

Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas

Informe de interpretación de Geofísica Aerotransportada

Las fotos están incluidas en la presente memoria.

## **RESUMEN**

La hoja Cabrera (6274-IV) cubre la parte oriental de la Península de Río San Juan en el noreste de la República Dominicana. Esta península corresponde a una macro estructura de forma anular muy particular constituida de terrazas de erosión marina sucesivas asociadas a un levantamiento de esta parte de la isla y a las variaciones del nivel marino. Estas terrazas están establecidas encima de las formaciones Villa Trina - Haitises e Isabela conocidas alrededor de la Isla de La Española. Estas últimas formaciones descansan en discordancia encima de la Unidad de los Hoyos de edad Mioceno medio.

Esta unidad es suavemente plegada y con litologías específicas que la distinguen de las formaciones encontradas más al oeste en la Cordillera Septentrional. Esta constituida por facies brechosas y estratificadas. Las brechas son claramente polimícticas de tipo melange con cantos pelíticos, volcánicos, calcáreos y mega bloques de talco esquistos o mármoles idénticos a los de la Península de Samaná. Por encima de estas, las facies estratificadas corresponden a siltitas y lutitas expansivas gris oscuro con pirita diseminada. Se intercalan con areniscas feldespáticas laminadas (epiclastitas y grauvacas) y conglomerados brechoides polimicticos

Encima de esta unidad, la formación Villatrina – Haitises de larga extensión a través la Isla se deposita en discordancia entre el Mioceno superior y el Plioceno inferior, En la hoja, esta constituida de una secuencia con margas inferiores grises a negras y intercalaciones de conglomerados y de calcilitas con políperos, una capa de calcarenitas laminadas, unas calizas micríticas con parches de calizas arrecifales constituyendo el Miembro la Piedra y a techo unas margas superiores gris blancas laminadas con foraminíferos abundantes.

Durante el Pleistoceno la formación la Isabela deposita encima de las formaciones anteriores en ciclos sucesivos determinados con las variaciones del nivel marino creando así una sucesión de terrazas de erosión que emergen a favor del levantamiento progresivo de la parte septentrional de la Península de Río San Juan. La organización y la sucesión de estas terrazas en formas concéntricas constituyen el rasgo más relevante en la hoja.

La parte sur corresponde a la cuenca baja del Río Boba, ocupada por una acumulación de arcillas (Arcillas del Río Boba) y unos depósitos de eolianitas en el sector costero.

El edificio calcáreo constituido presenta una fuerte alteración càrstica con figuras de dolinas, polje y uvalas y una red hidrogràfica subterrànea con presencia de surgencias. El mapa esta ubicada en una zona de alta sismicidad por lo cual la costa presenta figuras y indicaciones de tsunami en particular los relacionados a los terremotos de La Bahía Escocés del 4 y 8 de agosto 1946.

## **ABSTRACT**

The 1:50.000 scale sheet of Cabrera (6274-IV) covers the Eastern part of the Río San Juan Península in the northeast of the Dominican Republic. This peninsula corresponds to a mega structure constituted by a very particular ring shaped form made of a set of successive terraces of marine erosion associated to an uplift of this part of the island and to the variations of the sea level during Pleistocene. These terraces are established over well known Villa Trina-Haitises and Isabela formations around the Hispaniola Island.

These formations rest through an unconformity over the Los Hoyos Unit. This unit is smoothly folded and presents particular lithologies compared to those known in the western part of the Northern Cordillera as breccias and thin banded facies. The melange type breccias are polymictic with pelites, volcanic and calcareous clasts with frequent mega blocks of calcschists or marbles identical to those of the Samaná Peninsula.

Overlying these, the stratified facies correspond to siltstones and expansive dark grey lutites with scattered pyrite. They are interbedded with laminated feldspathic sandstones (epiclastites and greywackes) and some polymictic brechoide conglomerates.

In unconformity over this Middle Miocene unit, rest the Lower Pliocene Villa Trina - Haitises formation. It corresponds to a sequence with grey to black marls interbedded with conglomerates and calcilutites with reef fragments, a layer of laminated micritic calcarenites, with patches of coralline limestones and at top the superior grey to white laminated marls with abundant foraminifers.

During the Pleistocene, the Isabela formation deposits as coral reef limestones upon the previous formations in successive cycles linked both to the variations of sea level creating a succession of erosion terraces emerging during the progressive uplift of the northern part of the Río San Juan Peninsula. The organization and succession of these ring shaped terraces is the main feature in the present map. The karstic weathering of these limestones provides a karstic landscape with a various range of figures as sinkholes, polje, uvala underground hydrographic network and resurgences.

The Southern part of the map corresponds to the lower watersheds of the Boba and Baqui Rivers, occupied mainly by an accumulation of clays (Clays of Río Boba) and some deposits of eolianitas in the coastal sector. As the map is located in a zone of high seismicity, the coastal frame presents figures and indications of tsunami related to the historic earthquake of the Bahía Escocés on 4<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> of August 1946.

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>14</b>
<b>Situación geográfica.....</b>	<b>15</b>
<b>Marco geológico .....</b>	<b>23</b>
<b>Marco tectónico .....</b>	<b>30</b>
<b>Neotectónica reciente.....</b>	<b>33</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>38</b>
<b>ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA .....</b>	<b>41</b>
<b>1.1.1. Paleógeno - Neógeno del Dominio de la Cordillera Septentrional .....</b>	<b>41</b>
1.1.1.1. Introducción .....	41
1.1.1.2. Características de la zona oriental.....	43
<b>1.1.2. Descripciones de las unidades y formaciones.....</b>	<b>44</b>
1.1.2.1. Introducción .....	44
1.1.2.2. Unidad Los Hoyos.....	45
1.1.2.2.1. Brecha de tipo "debris flows" polimíctico con bloques y cantos angulosos de andesitas, basaltos, calco esquistos metamórficos y pelitas rojas en una de grauvacas o tobacea andesítica - Mioceno Medio - (1).....	45
1.1.2.2.2. Siltitas y lutitas expansivas gris oscuro con pirita diseminada con intercalaciones de areniscas feldespáticas laminadas (epiclastitas) y conglomerados brechoides polimicticos - Mioceno Medio - (2).....	48
<b>1.1.3. Formación Villa Trina - Haitises .....</b>	<b>52</b>
1.1.3.1. Presentación y antecedentes.....	52

1.1.3.2. Descripción particular a la Hoja .....	53
1.1.3.2.1. Margas laminadas, gris a negro, con intercalaciones de conglomerados y clastos de políperos - margas gris con foraminíferos abundantes (3) Mioceno Superior- Plioceno Inferior. N <sub>1</sub> <sup>3</sup> - N <sub>2</sub> <sup>1</sup> .....	53
1.1.3.2.2. Calcarenitas laminadas (equivalente Fm. Cevicos) (4) ) Mioceno Superior- Plioceno Inferior. N <sub>1</sub> <sup>3</sup> - N <sub>2</sub> <sup>1</sup> .....	60
1.1.3.2.3. Miembro La Piedra - Haitises: Calizas micríticas de color blanquecino a crema con parches de calizas arrecifales. (5) ) Mioceno Superior- Plioceno Inferior. N <sub>1</sub> <sup>3</sup> - N <sub>2</sub> <sup>1</sup> .....	63
1.1.3.3. Conclusiones parciales .....	70
<b>1.1.4. Formación La Isabela.....</b>	<b>71</b>
1.1.4.1. La Formación La Isabela en la costa norte de la Hispaniola .....	71
1.1.4.2. Descripción general de las facies .....	71
1.1.4.3. Modelo sedimentario y contexto de la formación-erosión de las facies de la Formación Isabela.....	75
1.1.4.4. Descripción particular a la Hoja de Cabrera .....	80
1.1.4.4.1. Introducción.....	80
1.1.4.4.2. Litología.....	89
1.1.4.4.2.1. Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides amarillentas a blanquecinas en edificios de arrecife coralinas (6).....	89
1.1.4.4.2.2. Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides amarillentas a blanquecinas en brechas de talud y margas inter estratificadas (7).....	95
<b>1.1.5. Arcillas del Río Boba: Arcillas expansivas abigarradas de aspecto laterítico con parches y diferenciaciones arenosas a conglomeráticas – Pleistoceno (8).....</b>	<b>100</b>
<b>1.1.6. Eolianitas y esparcimientos de arenas blancas de grano fino: Arenas estratificadas de grano fino consolidada con cemento calcáreo con rizolitos y/o esparcimiento de arenas blancas de grano fino bien clasificadas (9) - Holoceno. Q1-4.....</b>	<b>103</b>
<b>1.1.7. Arcillas residuales: Arcillas arenosas con cantos polimicticos calcáreos y gravas o granos redondos aluviales (10) Holoceno. Q1-4 .....</b>	<b>109</b>
<b>1.1.8. Arcillas de descalcificación: Arcillas residuales rojizas en relleno de dolinas (11) - Holoceno Q1-4.....</b>	<b>110</b>

---

1.1.8.1. Descripción de las facies .....	110
1.1.8.2. Figuras de carstificación y fenómenos asociados .....	111
<b>1.1.9. Manglar: Arcillas arenosas, limos y arcillas (12) Holoceno. Q1-4 .....</b>	<b>118</b>
<b>1.1.10. Arcillas palustres de zona pantanosa: Arcillas (13) Holoceno. Q1-4 .....</b>	<b>120</b>
<b>1.1.11. Aluviones actuales de fondo de valle: Arenas y arcillas con gravas muy subordinadas (14) Holoceno. Q1-4 .....</b>	<b>120</b>
<b>1.1.12. Llanura de inundación: limos y arcillas con arenas finas (15) Holoceno. Q1-4 .....</b>	<b>120</b>
<b>1.1.13. Cordón arenoso de playa actual - Playa actual: Arena fina clasificada con localmente arena calcáreas litificados con minerales negros (16) Holoceno. Q1-4 .....</b>	<b>121</b>
<b>2. TECTÓNICA.....</b>	<b>123</b>
<b>Descripción Particular a la Hoja .....</b>	<b>127</b>
2.1.1. Deformación dúctil.....	128
2.1.2. Deformación frágil.....	128
2.1.3. Falla Abreu – Cabrera .....	129
2.1.4. Falla Los Picachos – Diamante .....	129
2.1.5. Falla San Rafael - Payita .....	130
2.1.6. Otras estructuras frágiles y neotectónica reciente.....	131
<b>3. GEOLOGÍA ECONÓMICA .....</b>	<b>134</b>
<b>Hidrogeología .....</b>	<b>134</b>
3.1.1. Climatología .....	134
3.1.2. Hidrografía .....	134
3.1.3. Descripción hidrogeológica .....	135
<b>Riesgos naturales .....</b>	<b>137</b>
3.1.4. Riesgo sísmico y asociado.....	137

---

<b>3.1.5. Riesgo de inundación .....</b>	<b>137</b>
<b>3.1.6. Riesgos de deslizamientos.....</b>	<b>137</b>
<b>Recursos minerales .....</b>	<b>138</b>
<b>4. Descripción de los Lugares de Interés geológicos LIG .....</b>	<b>142</b>
<b>L.I.G.N° 1: Playa Diamante y Lago Dudu.....</b>	<b>143</b>
<b>L.I.G.N° 2: Cabo Francés Viejo: Discordancia entre la Formación Isabela y las Margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises. ....</b>	<b>152</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>160</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales 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 presente Proyecto 1B.

El objetivo general del Proyecto 1B 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.

Este Proyecto incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 65 hojas geológicas a escala 1:50,000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100 000:

- **Puerto Plata (I):** Puerto Plata (6075-II), Imbert (6075-III), Luperón (6075-IV);

- **Santiago (6074):** San Francisco Arriba (6074-I), Santiago (6074-II), San José de las Matas (6074-III), Esperanza (6074-IV);
- **La Vega (6073):** La Vega (6073-I), Jarabacoa (6073-II), Manabao (6073-III), Jánico (6073-IV);
- **Sabaneta de Yásica (6175):** Sabaneta de Yásica (6175-III);
- **Salcedo (6174):** Río San Juan (6174-I), Guayabito (6174-II), Salcedo (6174-III), Gaspar. Hernández (6174-IV);
- **San Francisco de Macorís (6173):** Pimentel (6173-I), Cotuí (6173-II), Fantino (6173-III), San Francisco de Macorís (6173-IV);
- **Nagua (6274):** Nagua (6274-III), Cabrera (6274-IV);
- **Sánchez (6273):** Sánchez (6273-I), Palmar Nuevo(6273-II), Cevicos (6273-III), Villa Riva (6273-IV);
- **Samaná (6373):** Las Galeras (6373-I), Sabana de la Mar (6373-III), Santa Bárbara (6373-IV);
- **Las Lisas (6472):** La Vacama (6472-I), El Salado (6472-II);
- **Enriquillo (5969):** Enriquillo (5969-I), Isla Beata (5969-II), Oviedo (5969-III), Arroyo Dulce (5969-IV);
- **Barahona (5970):** La Ciénaga (5970-II), Polo (5970-III);
- **Cabo Rojo (5869):** Cabo Rojo (5869-I), Punta Cimanche (5869-II);
- **Pedernales (5870):** Puerto Escondido (5870-I), Pedernales (5870-II).

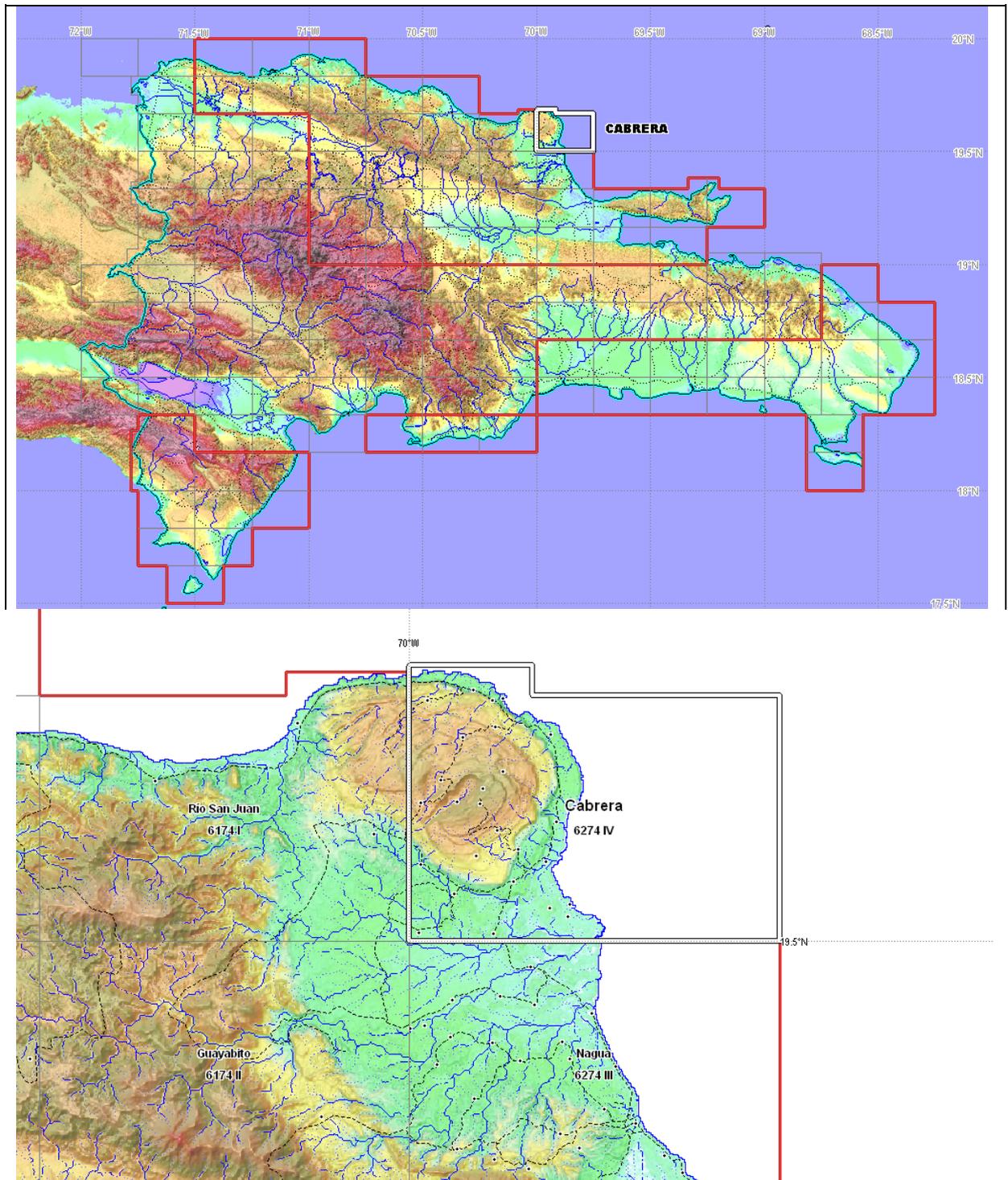


Fig. 1: Ubicación de la Hoja Cabrera (6274-IV) con las hojas adyacentes.

## **Metodología**

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 el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana e inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA).

Como apoyo a los trabajos de campo, se interpretaron las imágenes disponibles de satélite (Landsat TM y radar SAR), los datos de la geofísica aerotransportada (magnetismo y radiometría; CGG (Compagnie Generale de Geophysique), 1999), los datos y fotos disponible de la herramienta Google Earth© y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA o a escala 1:60.000 (1966).

Todos los puntos de observación y recorridos fueron grabados diariamente vía un GPS, descargados y documentados en una base de datos, ploteados en un sistema de información geográfica (SIG) y confrontados a las informaciones ya descritas (topografía, imágenes de satélite, datos geofísicos y espectrométricos, etc.) ya incorporadas en el SIG. Cabe señalar que las coordenadas de latitud y longitud citadas en el texto están en grados decimales en el datum WGS84.

Los recorridos de campo se complementaron mediante fichas de control en las que se registraron los puntos de toma de muestras (petrológicas, paleontológicas, sedimentológicas, geoquímicas y dataciones), datos de tipo estructural y fotografías.

Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, el desarrollo de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las restantes, con frecuentes visitas a sus territorios.

### **Situación geográfica**

La Hoja de Cabrera (6274-IV) está ubicada en el sector Norte Noreste de la República Dominicana, a unos 125 Km. en línea recta al Norte de la capital Santo Domingo. El acceso terrestre es de 167 km. cuyos 110km por la nueva carretera del Este en lugar de 247 Km. por el antiguo acceso vía la Autopista Duarte y la carretera vía San Francisco de Macorís, Pimentel y Nagua. El pueblo de Cabrera se ubica a 110 Km. al Este de Puerto Plata por la carretera costera del Norte. La superficie terrestre en el cuadrante totaliza 210 km<sup>2</sup> (**Fig. 1**). El sector pertenece a la Provincia María Trinidad Sánchez. La mayor parte del marco de la hoja depende del municipio de Cabrera, salvo las esquinas NO y SO perteneciendo al municipio de Río San Juan ubicado al Oeste (**Fig. 2**).

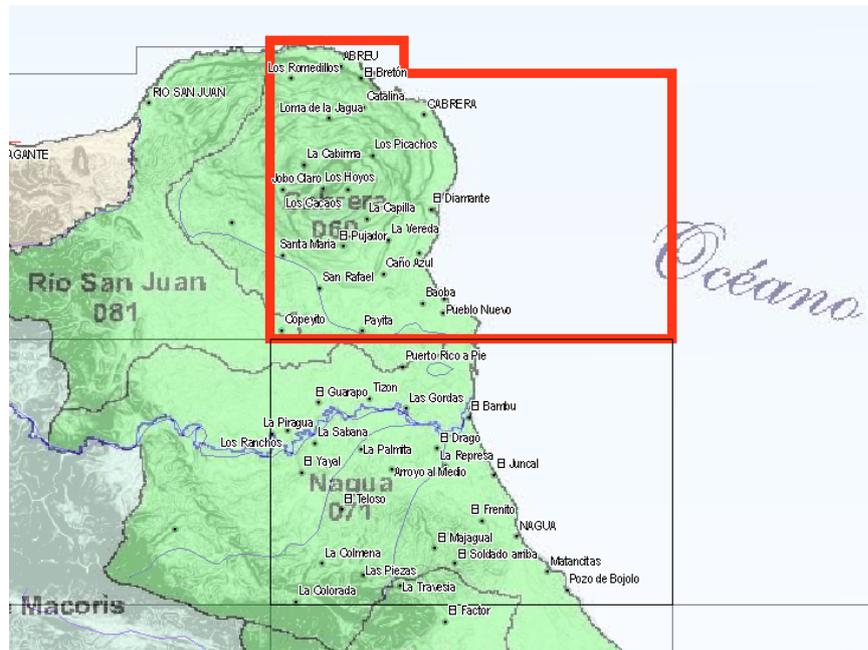


Fig. 2: Ubicación de la Hoja Cabrera (6274-IV) en el marco administrativo

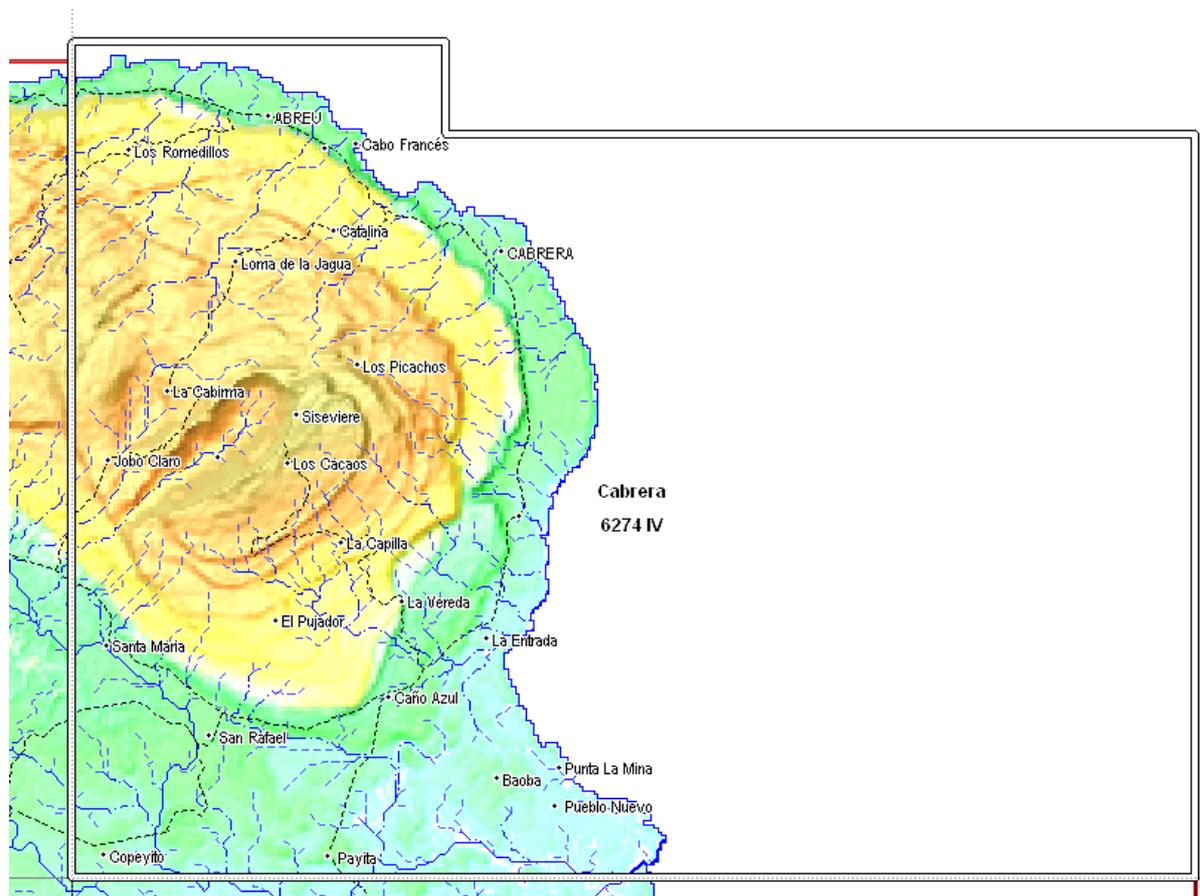


Fig. 3: Morfología de la Hoja Cabrera (6274-IV) con la red de accesos y de drenajes.

Desde el punto de vista fisiográfico, la Hoja ocupa la terminación nororiental de la Península de Río San Juan en límite con el Océano Atlántico. La península esta constituida de un edificio sub circular de calizas con terrazas de abrasión marina sucesivas de elevación decreciente hasta el nivel actual del Mar. Estas calizas sobreyacen a formaciones calcáreo arcillosas. Las calizas son fuertemente disueltas con un relieve de karst muy maduro. La elevación culmina a 451 en la loma Siseviere. En el centro (Los Hoyos) existe un surco de erosión que permite aflorar las rocas calcáreo arcillosas infrayacentes a la altura de 170m. La costa periférica esta constituida de farallones cortados en el último nivel de calizas coralinas. La elevación de estos farallones oscila entre 20m al Norte (Cabo Francès.) a 1m al Sur (La Entrada). Mas al Sur la costa esta constituida de relictos de este nivel de calizas alternando con pequeñas bahías arenosas. Tierra adentro al sur de la hoja, el sector de Santa María, San Rafael, Copeyito y Payita corresponde a limite norte del paleo golfo del Río Boba con una depresión muy arcillosa. La elevación de la parte occidental de esta zona es de 12 a 15m

La naturaleza càrstica del edificio de la península de Río San da por consecuencia una ausencia de red hidrográfica en todo el edificio de calizas y la presencia de surgencias càrstica o de dolinas inundadas al contacto de las rocas arcillosas infrayacentes. En la parte sur de la hoja se observa una red hidrográfica muy encharcada muy meandrica mal definida.

La vegetación en el marco de la hoja esta completamente antropizada salvo unos árboles en relictos de bosque de tipo muy húmedo sub tropical en los mogotes del karst de la zona alta y en la zona Noroeste. La depresión arcillosa de Santa María, San Rafael, Copeyito y Payita está valorizada en arrozales aprovechando el relieve plano con un sistema de riego desde las parte altas de los ríos. Las zonas arenosas de la costa al Sureste están colonizadas por cocotales separando el mar de las zonas pantanosas tierra adentro. Estas zonas pantanosas están colonizadas por manglares y juncales. Cabe señalar que existe en la zona costera noreste el Parque Nacional Cabo Francès. Viejo de una superficie de 1.52km<sup>2</sup> que protege 5 Km. de lina de costa al Sur de dicho cabo.

En La Hoja, el clima es claramente marítimo con las depresiones llegando directamente del Océano. El relieve suave en la hoja tempera la fuerza de estas depresiones que se alivian a lo largo de sus trayectos hacia el Oeste en las alturas de la Cordillera Septentrional.

Los promedios mensuales de las precipitaciones, días húmedos, temperaturas, transparencia, insolación y velocidad de viento aparecen en la Fig. 4



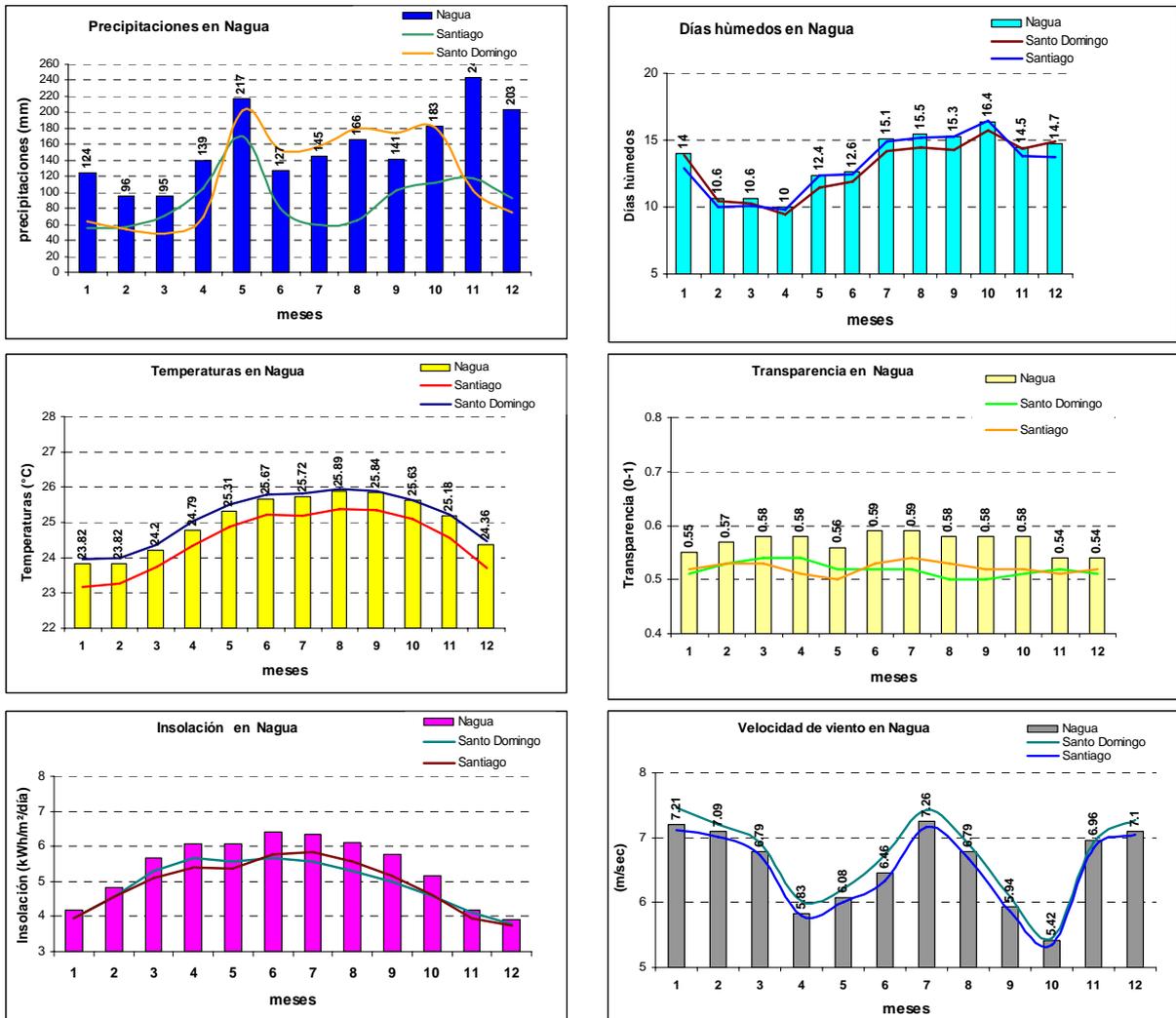


Fig. 4: Gráficos climáticos de los promedios mensuales en Nagua.

A lo largo del año, la pluviosidad (promedio anual 1879mm) se reparte de una manera más uniforme que en Santiago o Santo Domingo con un máximo (217mm) en el mes de Mayo y una temporada lluviosa de 3 meses (Octubre a Diciembre. Los días húmedos superan un promedio de 15 de Julio a Octubre.

La temperatura promedio mensual presenta variaciones moderadas a lo largo del año con temperaturas superior a 25°C de Junio a Noviembre. Los promedios de temperaturas son superiores de casi un grado a los de Santiago y equivalente a las de Santo Domingo. Los valores de transparencia del aire e insolación aparecen superiores a los de Santiago y de la capital.

El promedio anual de pluviosidad es de 1089mm en Santiago. La alta pluviosidad se reparte en dos temporadas de dos meses, Abril Mayo y Octubre -Noviembre. Los días húmedos están a un por medio de 10 entre Febrero y Abril y presentan un máximo de 18.6 en Octubre. Estos promedios son equivalente a los de la Capital Santo Domingo salvo por la pluviosidad que, en la zona norte de la hoja, son netamente inferiores a los de Santo Domingo entre junio y octubre.

La temperatura promedio mensual presenta variaciones moderadas a lo largo del año con temperaturas superior a 25°C de Junio a Octubre, los promedios de temperaturas son liviamente inferior a los de la capital. Los valores de transparencia del aire e insolación corresponden a los promedios de Santo Domingo.

Los datos demográficos están detallados en la Fig. 5 a continuación, con por parte los datos de los censos de 1993 y 2002 y las proyecciones para los años 2007 Y 2008. Se nota, al nivel de los municipios de Cabrera y particularmente Río San Juan, una densidad muy baja.

	Densidad 1993 hab./km2	Densidad 2002 hab./km2	Densidad 2007 hab./km2	Densidad 2008 hab./km2
Municipio de Nagua		110		
Municipio de Cabrera		99		
Municipio de Las Río San Juan		59		
Provincia de María Trinidad Sánchez	98	107	110	114
Republica Dominicana	<b>150</b>	<b>176</b>	<b>190</b>	<b>199</b>

Fig. 5: Datos demográficos

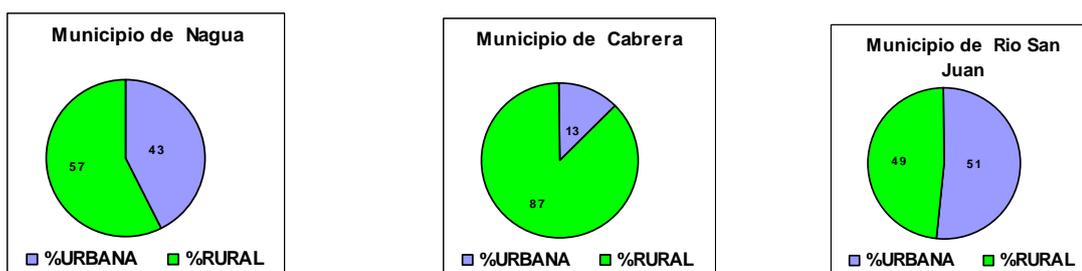


Fig. 6: Porcentaje de población urbana / rural

En el perímetro de la Hoja, la densidad de población es baja y oscila entre 59 y 110 según la cercanía del municipio, del la principal vía de acceso (carretera costera Nagua Río San Juan) y las zonas de actividad agrícola. El reparto entre población urbanas y rurales hace resaltar el municipio de Cabrera de población principalmente rural (Fig. 6).

En comparación con la zona del Valle del Cibao la zona de cabrera tiene un desarrollo medio debido a las condiciones fisiográficas. La actividad es principalmente agrícola con el

cultivo de arroz en los valles de los ríos Boba y Baqui en el Sur de la Hoja, En la parte central la actividad esta dedicada a la ganadería de carne y leche en pasedura de rotación en las llanuras de las paleo terrazas del edificio calcáreo. La ausencia de aguas superficiales en este edificio cárstico no permite el desarrollo de esta actividad a gran escala. Sin tener el desarrollo gigante como en la zona oriental del país, la actividad turística juega un papel significativo en la zona particularmente en los sectores de Cabrera y Abreu. Unos dos condominios están establecidos en las escasas bahías arenosas del sector, Paralelamente se desarrolla un turismo residencial con nacionales. Aunque Cabrera tiene un pequeño puerto de pescadores, la pesca queda una actividad marginal por las condiciones de mar difíciles.

Cabe señalar que toda la costa fue dañada por un maremoto ligado directamente o indirectamente a un sismo de grado 8.1 ocurrido el 4 de Agosto 1946 en la Bahía Escocés a 65km al Noreste de Nagua.

La carretera principal en la hoja es la carretera costera uniendo Nagua a Puerto plata vía Payita, La Entrada, Cabrera, Abreu y Río San Juan. La red de carreteras secundarias es densa constituida de camino sin asfaltar en buen estado. La depresión de Los Hoyos en la parte central del mapa es de acceso difícil únicamente pedestre desde los accesos ruteros que se interrumpen ambos lados de la depresión.



Fig. 7: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera ( Foto C. Berardi - Cabrera)



Fig. 8: Vista del sector de los Hoyos en la parte central de La Hoja.

### **Marco geológico**

El Proyecto K de Cartografía Geotemática en la República Dominicana se caracteriza por la gran diversidad de materiales y medios sedimentarios representados (Fig. 9): desde conglomerados continentales a abanicos turbidíticos, desde coladas de lavas y brechas vulcanosedimentarias a calizas micríticas, desde plataformas siliciclásticas a calizas pelágicas etc. A todo esto hay que añadir, además, la presencia de numerosos cuerpos intrusivos representados por los batolitos de Loma Cabrera, El Bao y Macutico, a su vez con importantes cortejos filonianos.

En términos generales, la geología en la isla está controlada por tres factores principales:

En primer lugar, el carácter oceánico de la isla, ubicada encima de una zona muy activa de corteza oceánica sometida a procesos de subducción, lo que provoca por un lado la presencia de volcanismo de arco de isla, con diversos episodios volcánicos y la consiguiente presencia de materiales vulcanosedimentarios y por otro lado la abundancia de rocas ígneas intrusivas en las series volcánicas y vulcanosedimentarias. La propia naturaleza de las rocas

extrusivas asociadas a la estrechez de las plataformas da lugar a frecuentes y rápidos cambios de facies.

En segundo lugar, la ubicación de la isla en una zona de clima tropical permite la alta productividad biológica de las aguas circundantes, posibilitando en las plataformas someras la formación de calizas arrecifales y la acumulación en las aguas más profundas de potentes serie de calizas pelágicas o hemipelágicas. Este mismo factor climático es también responsable de las altas tasas de meteorización y erosión, que van a favorecer la acumulación de importantes depósitos de materiales detríticos.

En tercer lugar, la intensa actividad tectónica, principalmente de desgarre, que ha afectado a isla desde su formación, permitió, por una parte, a una elevada tasa de denudación y, por otra parte, a la formación de cuencas profundas y compartimentadas, donde podrán acumularse potentes series sedimentarias. Esta intensa actividad tectónica da lugar, asimismo, a la presencia de frecuentes depósitos sintectónicos y a la yuxtaposición en el espacio de materiales originalmente depositados a distancias considerables.

La repartición espacial de este conjunto de materiales es muy heterogénea, pudiendo diferenciarse dentro del área abarcada por el Proyecto K una serie de dominios tectono-sedimentarios con características diferenciadas (Fig. 10 y Fig. 11). El origen y la naturaleza de estos dominios son diferentes, ya que mientras unos representan dominios alóctonos emplazados a favor de grandes fallas de desgarre, otros corresponden a diferenciaciones menores dentro de un mismo dominio y otros corresponden a materiales de cobertera posteriores a las principales deformaciones.

De norte a sur, los dominios tectono-sedimentarios, representados dentro del área del Proyecto K, son los siguientes:

- El **Dominio de la Cordillera Septentrional**, limitado al norte por el Océano Atlántico y al sur por la Falla Septentrional. Los materiales representados dentro del área de estudio pertenecerían, en principio, al denominado Bloque de Altamira (de Zoeten, 1988). En el área cartografiada, discordantemente sobre materiales marinos profundos del Cretácico Superior, se encuentra una potente serie de carácter fundamentalmente turbidítico, con episodios de margas de cuenca y facies de talud, que abarca una edad Oligoceno Superior a Plioceno Inferior.
- El **Dominio del Valle del Cibao**, que abarca un conjunto de materiales de cobertera limitado al sur por su discordancia basal. Las facies y litologías representadas son bastante variadas yendo desde conglomerados aluviales a margas de cuenca con

buena representación de facies de plataforma somera y construcciones arrecífales. La potencia máxima acumulada, con un rango de edades Oligoceno Superior a Plioceno Superior, podría superar los 4000 m en su sector central, en las proximidades de la Falla Septentrional, que constituye el límite norte del dominio. En conjunto se trata de una cuenca con una historia compleja, que incluye, en la parte alta del Plioceno, la formación de subcuencas dispuestas de forma escalonada, en las que se acumularon grandes espesores de sedimentos. A estos materiales, hay que añadir los depósitos cuaternarios aluviales que rellenan en la actualidad el valle del Río Yaque del Norte y la depresión del valle de los ríos Camu y Yuna.

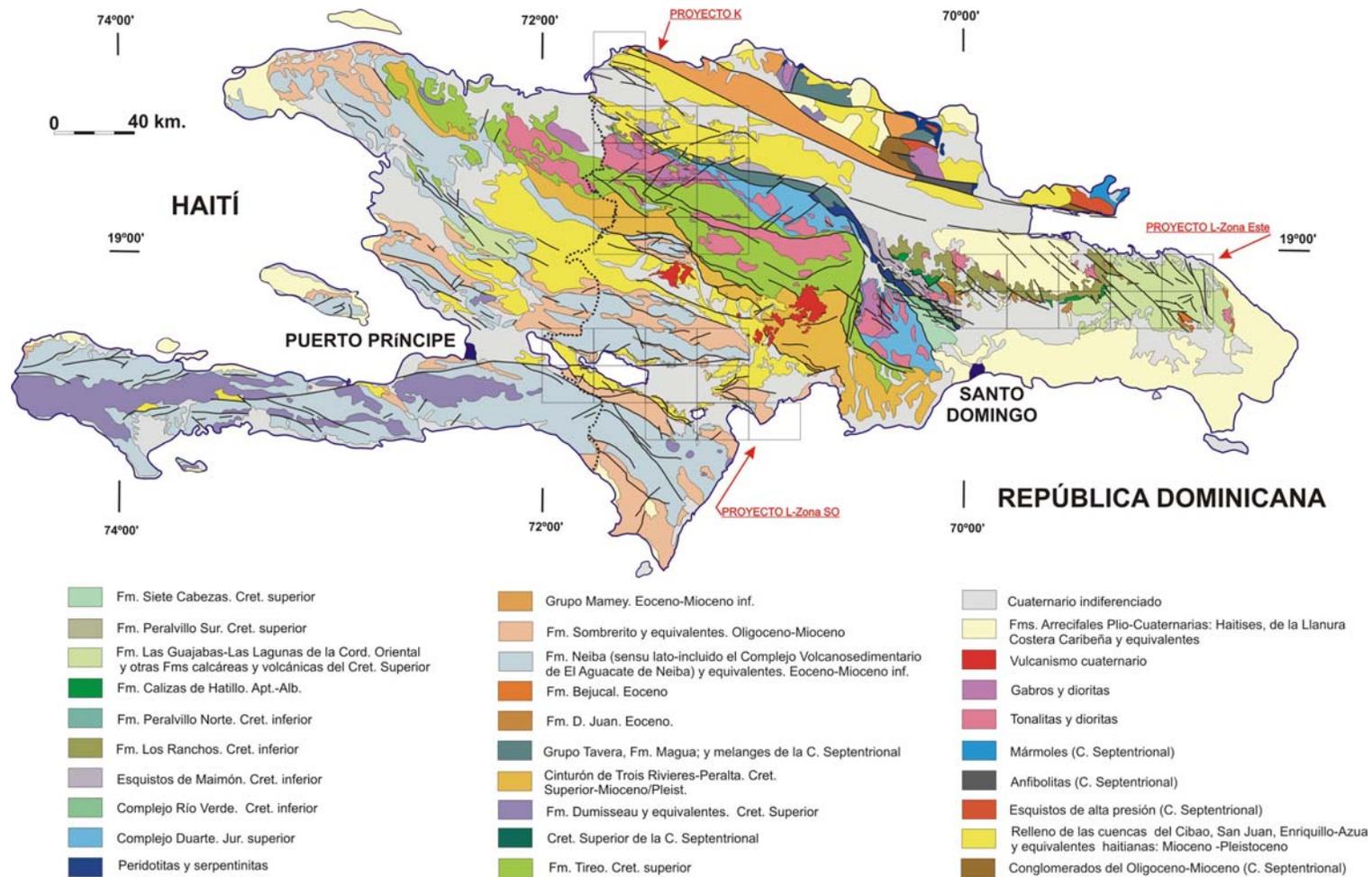


Fig. 9: Esquema geológico de La Española con la ubicación del Proyecto K de cartografía (actualizado con las cartografías de los Proyectos C, L y K del Programa SYSMIN)

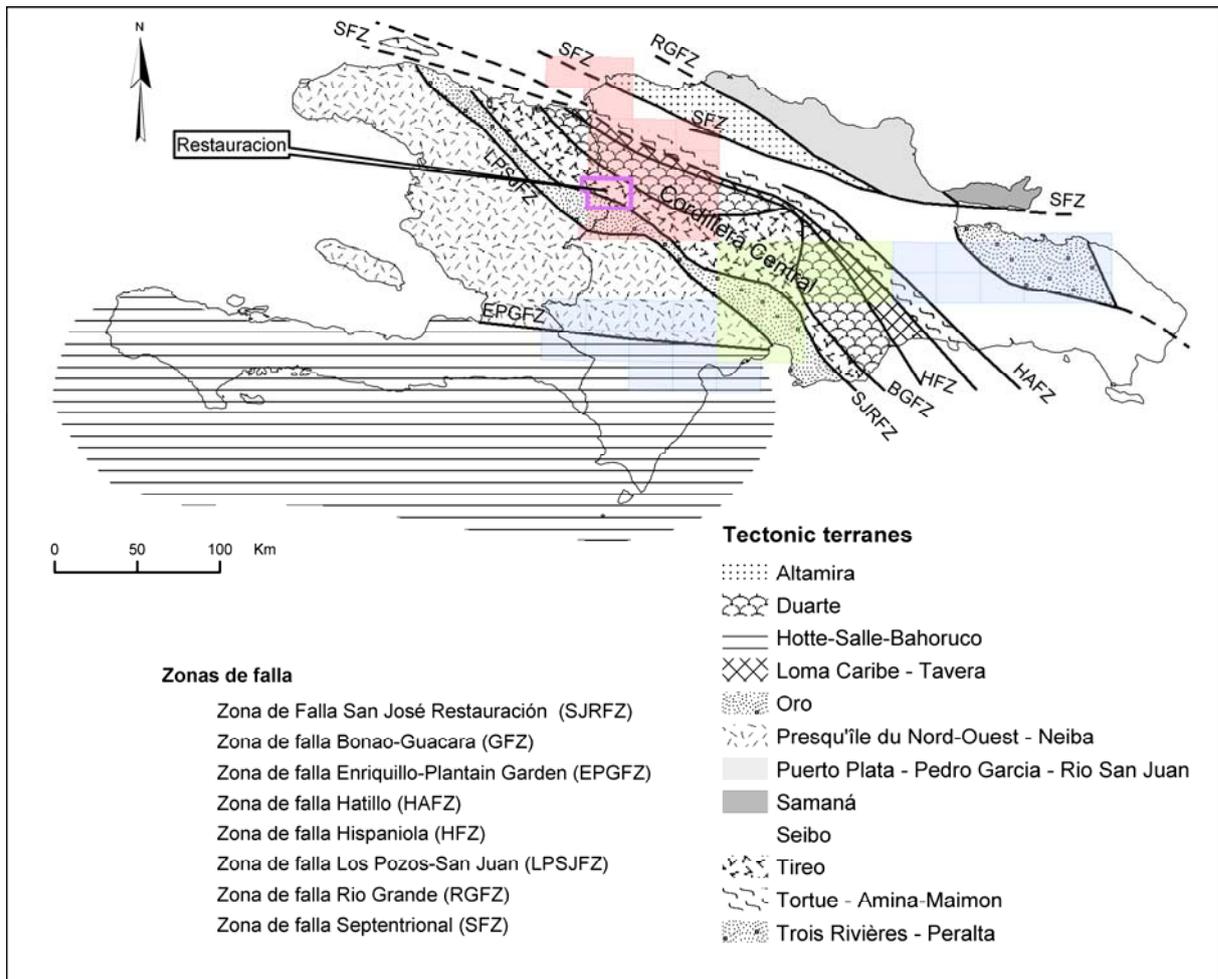


Fig. 10: Terrenos tectónicos y zonas de fallas mayores en la isla de la Española.

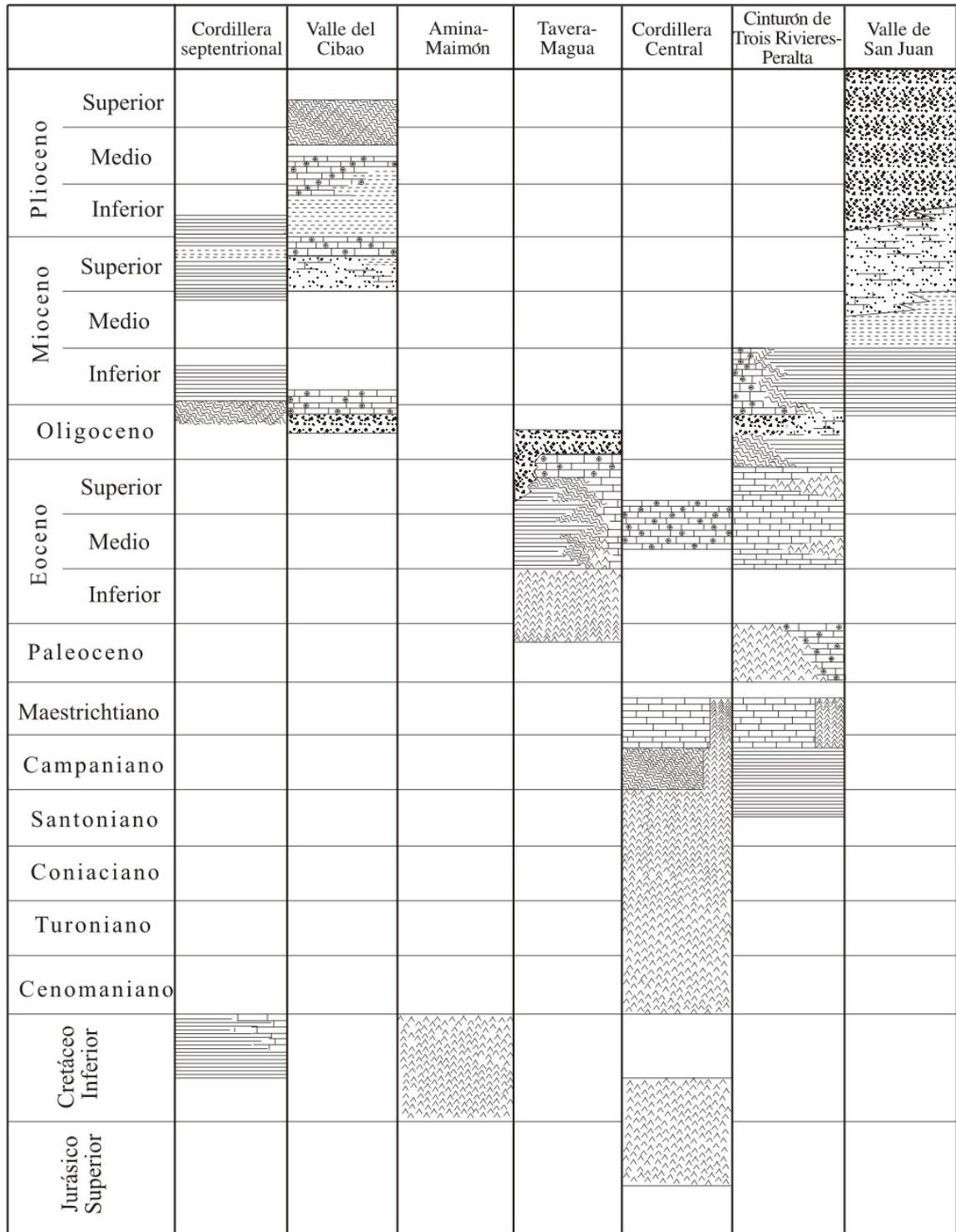


Fig. 11: Cuadro estratigráfico sintético de los distintos dominios del Proyecto K..

- El **Dominio Ámina-Maimón** aflora bajo la discordancia basal del Dominio del Valle del Cibao y probablemente constituye, en gran parte al menos, su zócalo. El límite sur de este dominio coincide con el extremo norte de la Zona de Falla de La Española. Los materiales representados, pertenecientes a la Formación Ámina-Maimón, son depósitos vulcanosedimentarios de edad Cretácico Inferior que presentan una intensa deformación y no se encuentran nunca al sur de la Falla de la Española.

- El **Dominio de Magua-Tavera** tiene su área prácticamente limitada a la Zona de Falla de La Española, y está constituido por una serie compleja, al menos en parte sintectónica, y con gran espesor, aunque de difícil evaluación. La serie incluye materiales volcánicos y vulcanosedimentarios, brechas de talud, turbiditas, calizas de plataforma y conglomerados fluviales con un rango de edades comprendido entre el Paleoceno y el Eoceno superior.

- El **Dominio de la Cordillera Central** se caracteriza por su gran complejidad y está limitado al sur por la Falla de San José-Restauración. Presenta un zócalo relativo constituido por materiales volcánicos y subvolcánicos de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, que llevan una intensa deformación polifásica. Durante el Cretácico Superior se depositó sobre este zócalo una potente serie vulcanosedimentaria a la que siguen depósitos de talud y calizas pelágicas hasta durante el Cretácico Superior, y, al final, calizas de plataforma de edad eocena. Todos estos materiales están afectados por deformaciones de carácter transpresivo de intensidad variable según las zonas y, además, se encuentran afectados por numerosas intrusiones, principalmente de carácter ácido, y por metamorfismos de diversos grados y tipos.

- El **Dominio de Trois Rivières-Peralta** está limitado al sur por la Falla de San Juan-Los Pozos e incluye una potente serie del Cretácico Superior, recubierta en discordancia por calizas arrecifales del Eoceno. Los materiales y facies representados son muy diversos, con predominio de turbiditas y calizas pelágicas, pero incluyen también materiales vulcanosedimentarios, calizas pelágicas y de plataforma, e importantes depósitos sintectónicos.

- El **Dominio de la Cuenca de San Juan** ocupa la esquina suroeste del área del Proyecto K. Los materiales representados, en parte sintectónicos, abarcan un rango de edades desde el Mioceno Inferior al Plio-Pleistoceno. Constituyen en conjunto una serie de relleno de cuenca, pasándose de facies turbidíticas gradualmente hasta depósitos fluviales.

Además de estos materiales cabe señalar la presencia de una gran diversidad de materiales cuaternarios que llegan a ocupar la mayor parte de la superficie de algunos mapas.

La Hoja de San José de las Matas abarca principalmente el dominio del Valle del Cibao. Dentro de la cobertera sedimentaria, en el sector suroeste, aparece el sustrato de la cuenca sedimentaria en forma de unas ventanas exponiendo el Dominio Ámina-Maimón constituido por depósitos vulcanosedimentarios del Cretácico Inferior, con una intensa deformación. En la zona meridional aparece otra ventanilla muy reducida del Dominio de Magua-Tavera, constituido por pizarras calcáreas. Este dominio está mucho más representado en la Hoja adyacente de Santiago Rodríguez.

### **Marco tectónico**

La isla de La Española forma parte del archipiélago de las Antillas Mayores, que forman el segmento septentrional de una cadena de arcos de isla que circunda la Placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela. Desde el punto de vista geodinámico, esta región está ubicada en el límite norte de una pequeña placa, la Placa Caribeña que desempeña el papel de una zona de convergencia entre la Placa de América del Norte, la Placa de América del Sur y las pequeñas placas del Pacífico este: las Placa Cocos y Placa Nazca (Fig. 12).

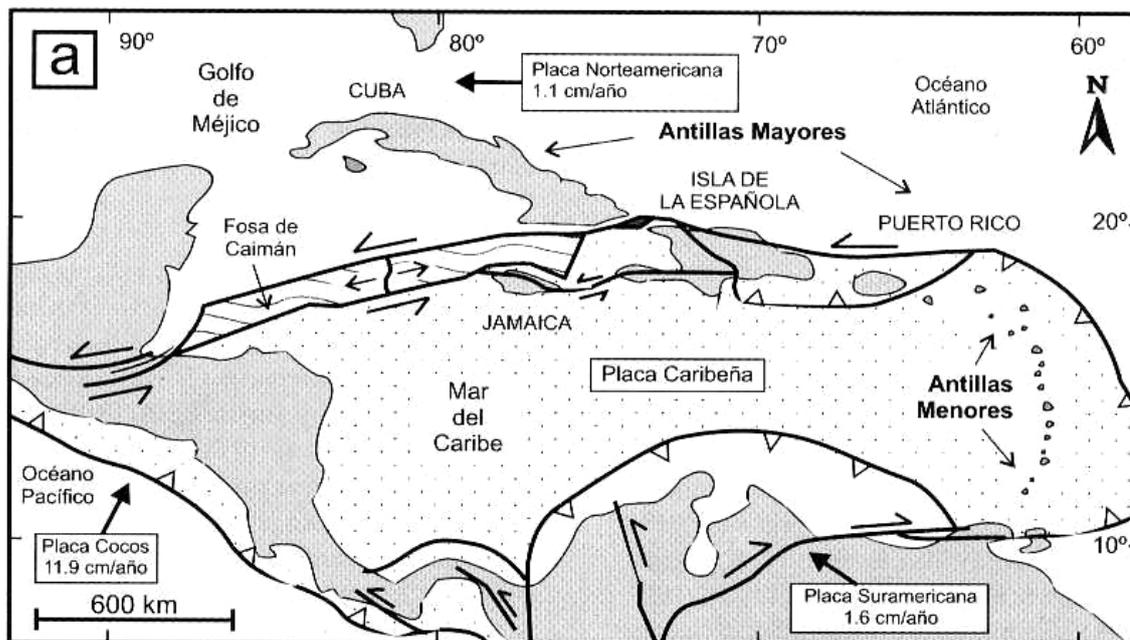


Fig. 12: Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre sinistral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. *et al.*, 2002)

La Española es la segunda isla en extensión de las Antillas Mayores. Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann *et al.*, 1991b) o Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke 1988). 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 área del Pacífico, a partir del (Jurásico superior?)-Cretácico inferior (Mann *et al.* 1991 b), como un arco volcánico más o menos continuo, el cual migró hacia el Este durante el Cretáceo Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindell y Barret 1990, Pindell 1994).

La Isla de La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una micro placa, limitada al Norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a su traza, y al Sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos (Byrne *et al.*, 1985; Masson y Scanlon, 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 (Fig. 13), 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 *et al.*, 1991b).

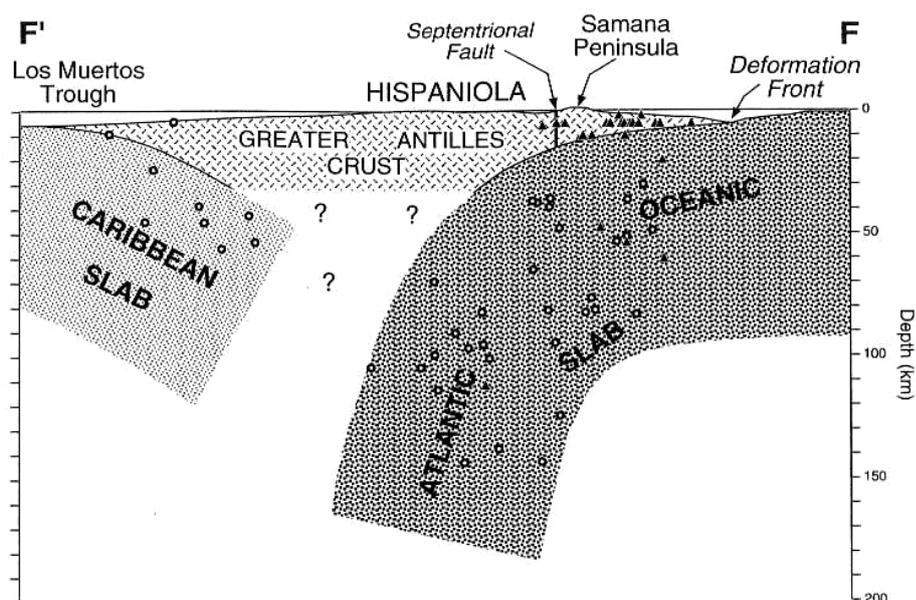


Fig. 13: Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. *et al.*, 1998).

La subducción intraoceánica durante el Cretáceo Inferior, en los terrenos actualmente situados al Norte de la Falla de La Española, una gran falla de desgarre que separa los dominios de Amina-Maimón y de la Cordillera Central, daría lugar a la formación de un arco isla primitivo, durante el Aptiense-Albiense (Draper *et al.*, 1996), así como un cambio composicional desde series N-MORB hacia series toleíticas (Lewis *et al.*, 1995). En el Cretáceo Superior, en los terrenos situados al Sur de la Falla de la Española, la subducción hacia el Sur produce un importante magmatismo que da lugar por una parte a un nuevo arco volcánico (Arco II, representado por la Formación Tireo) y numerosas intrusiones gabro-diorítico-tonalíticas, así como un engrosamiento de la corteza oceánica y formación de una meseta oceánica con una edad equivalente a la de la Meseta Caribeña (Lewis *et al.*, 2002). Las rocas ígneas del segundo arco volcánico ("Arco II") pertenecen a series toleíticas de arco primitivo pasando en el tiempo a series calco-alcalinas, típicas de un estadio más maduro, con gran espesor de la corteza.

La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, comenzó en el Eoceno medio en Cuba (Pardo, 1975) y terminó en el Oligoceno inferior en Puerto Rico (Dolan *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 de desgarre comenzó, en este margen Norte de la placa, a partir del Eoceno con la apertura

del Surco del Caimán (Mann *et al.*, 1991 b) y se mantiene hasta la actualidad, en un contexto fundamentalmente transpresivo para todo el conjunto de la isla.

A partir del Eoceno Medio cesa la actividad magmática en el sector del arco correspondiente a las Antillas Mayores, pero continúa la deformación producida por importantes fallas con desgarres sinistros, principalmente, con apertura de cuencas locales e intensa fracturación hasta la actualidad. En cambio, en las Antillas Menores la actividad magmática continúa hasta la actualidad, debido a la subducción del fondo oceánico atlántico en la Fosa de Barbados (Pindell y Barret, 1990; Pindell, 1994) (Fig. 15)

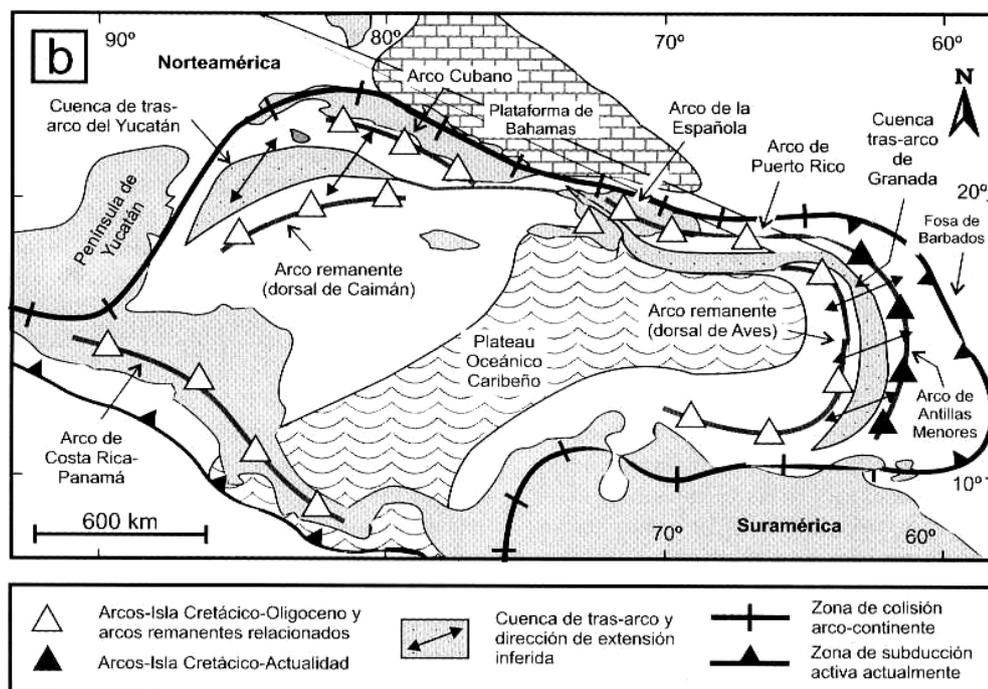


Fig. 14: Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. *et al.*, 2002).

### **Neotectónica reciente**

Con tal marco geodinámico la Isla de la Española tiene una historia ligada a sismos fuertes registrados en la época histórica y lo tuvo probablemente durante épocas geológicas. (Fig. 15 a Fig. 18).

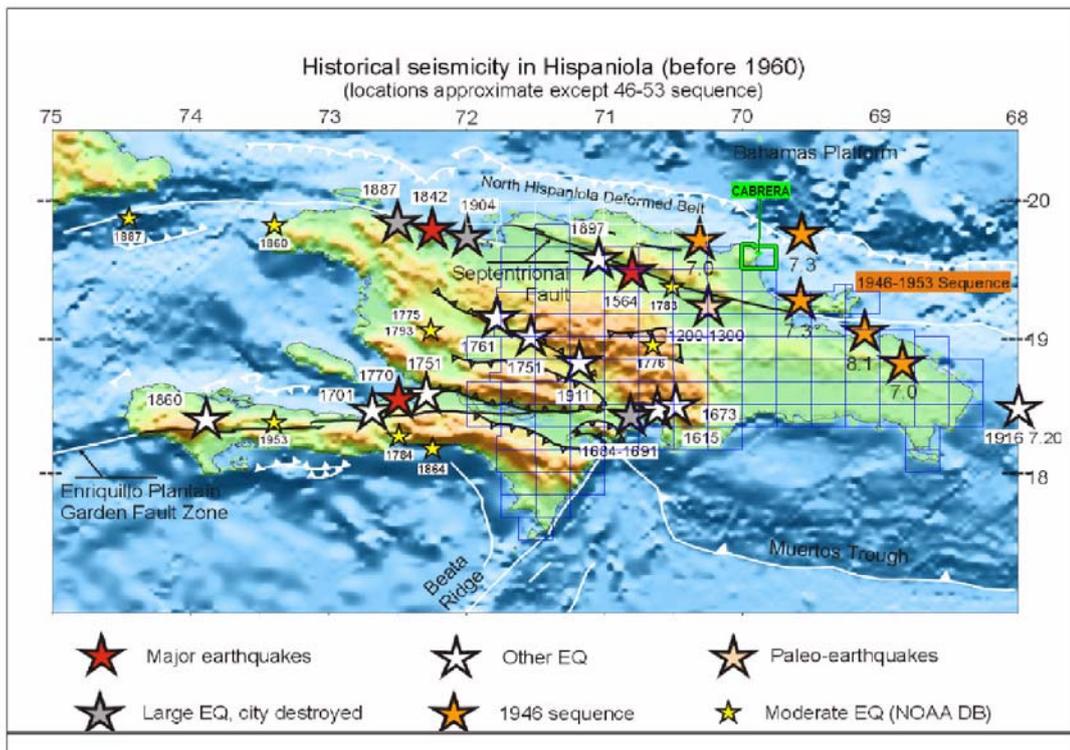
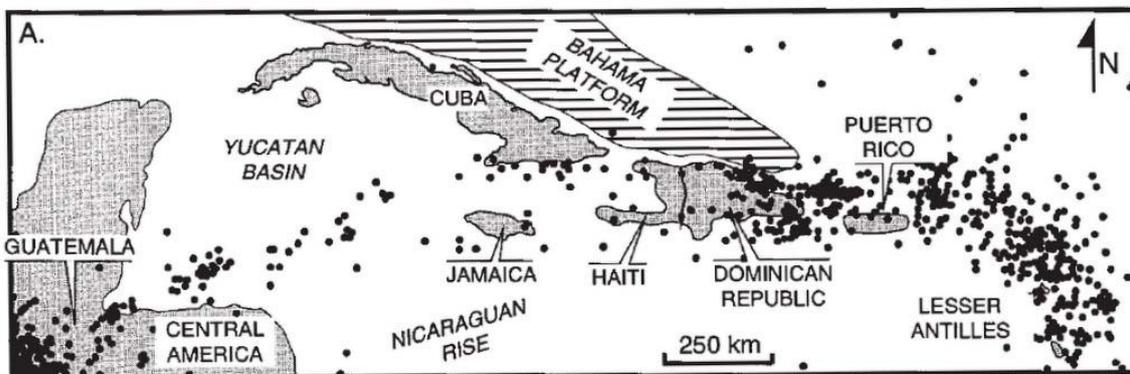
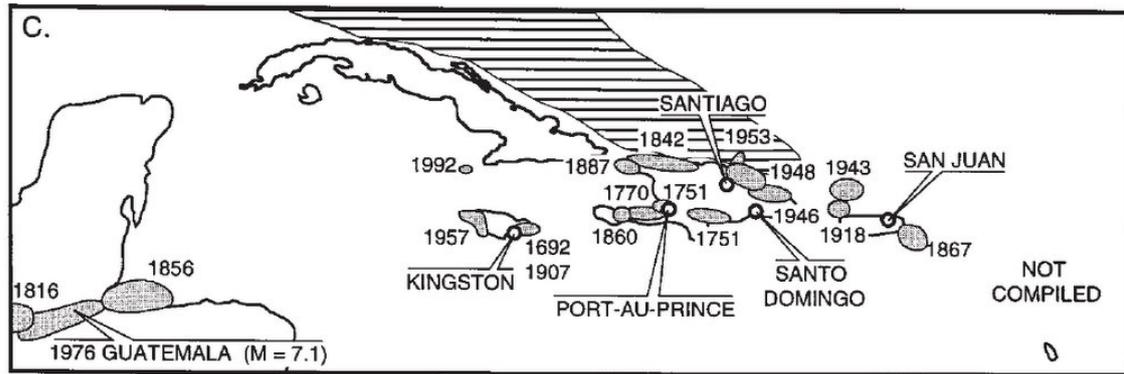


Fig. 15: Mapa de la Isla de la Española con detalle de los principales sismos históricos (Calais E, 2001)



(A) Location map and seismicity (1963–1992,  $M > 4.5$ , source: International Seismic Commission) of the North America–Caribbean plate boundary zone.

Fig. 16: Ubicación de sismos importantes en el límite de placas Norte America y Caribe (Mann P. 1998).



C) Felt zones of large northern Caribbean historical earthquakes modified from Kelleher et al. (1973); Robinson et al. (1958); Plafker (1976); Osiecki (1981); and White (1985). Note dual zone of historical earthquakes in the north-eastern Caribbean that corresponds to vague belts of earthquake epicentres in A.

Fig. 17: Áreas de percepción de los sismos históricos en el limite de placas Norte America y Caribe.

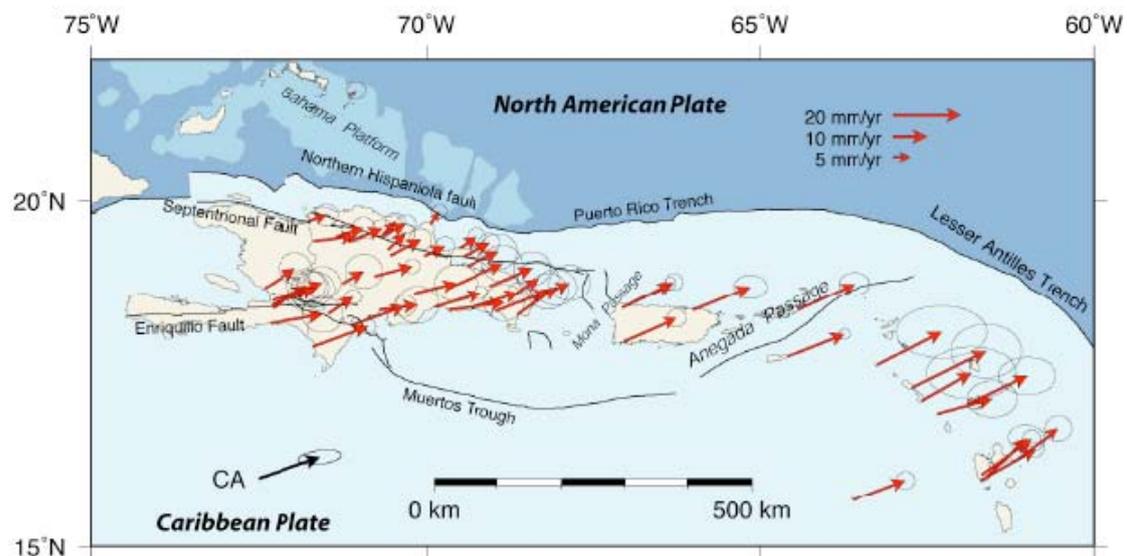


Fig. 18: Velocidades de desplazamientos medidas por GPS en la Zona Noreste del Caribe. (Calais E, 2007).

A continuación están las descripciones de los principales sismos importantes del periodo histórico reportados en varias crónicas o informes. Esta descripción esta limitada a los sismos de la Zona Norte o central del país.

P. Mann (2003) señala trazas de un sismo importante en las dataciones de neotectónica en las trincheras abiertas en las inmediaciones del Río Licey (Hoja de Santiago) y del Río Cenoví (Hoja de Salcedo) con una ruptura importante del orden de 20km a lo largo de la falla septentrional activa (SFZ). Las dataciones por carbón le dan una edad entre 1030 y

1240. La ubicación se estima en Long.: -70°6'73" / Lat.:19°7'77" es decir en las inmediaciones de las ciudades actuales de Moca, Salcedo y Tenares.

**El 2 de diciembre de 1562** un fuerte terremoto destruye totalmente la antigua ciudad de Santiago junto a otras colonias españolas entre las que se encontraba La Vega y Puerto Plata. Las crónicas antiguas reportan el hundimiento de la ciudad durante este evento. La ciudad antigua de Santiago establecida en Jacagua al pie del cerro Diego de Ocampo en la Cordillera Septentrional fue a esta ocasión trasladada a la orilla del Río Yaque.

**El 20 de Abril 1564** otro fuerte terremoto con epicentro estimado en Long.: -70.30 y Lat.:19.10 en la hoja Fantino destruyó la antigua ciudad de la Vega establecida en las faldas del Cerro Santo al Este de la ciudad actual. Arazo igualmente la Ciudad de Santiago.

**En los años 1776 (30/1/1776) y 1783**, dos terremotos en el centro de la Isla destruyen Santiago y otras ciudades El epicentro del sismo de 1776 es estimado en Long.: -70.40 Lat.19.0 al Norte de Bona. El epicentro del segundo sismo se estima en Long.: -70.40 Lat.19.30 al este de Villa Tapia actual en la Hoja de San Francisco de Macorís.

**El Sábado 7 de Mayo de 1842**, ocurre otro sismo de grado IX en la escala MSK con el epicentro estimado en el mar frente a en Cabo Haitiano sacude toda la isla y particularmente la costa Norte. provocando un fuerte maremoto en las costas. 5000 a 6000 fallecidos en Haití, destrucción de Santiago de los Caballeros, Cabo Haitiano, Port de Paix y Mole de San Nicolás, Destrucción de muchos edificios en Santo Domingo. El maremoto inundo Monte Cristi y Cabo Manzanillo, logrando extender sus daños hasta la zona de Samaná. En el Cibao las aguas de los ríos Yaque del Norte y Masacre se reunieron, las del Yuna se esparcieron por gran parte del valle de La Vega Real.

**El 29 de diciembre de 1897**, otro sismo de grado IX en la escala MSK con epicentro estimado en Long.: -71.01 Lat.19.63 al Norte de Navarrete destruye partes de Santiago y Guayubín, rompe el cable submarino de puerto plata y provoca deslizamientos en las montañas al Norte de Santiago. Estos podrían corresponder a los deslizamientos antiguos conocidos en la Cordillera Septentrional así que otros en el Norte de la Hoja San José de las Matas.

**En 1904 un maremoto ligado a un sismo ubicado en el canal de la Mona provoca un maremoto con** daños considerables en Samaná, Sánchez y Cabo Haitiano. 6000 personas fallecidas.

**El 28 de julio de 1943** un fuerte terremoto produjo daños en La Vega, Santiago, Cabrera, Jarabacoa y dejando a estos pueblos sin energía eléctrica., Era un sismo ocurrido en el canal de La Mona a 180km al Este de Santa Bárbara de Samaná y que generó un

enorme maremoto que azotó las costas este de la República Dominicana y desoló el Oeste de Puerto Rico.

**El Domingo 4 de Agosto del año 1946 a las 12:55 P.m.** ocurre un sismo de magnitud 8.1 (Richter) alcanzando intensidades de X y XI en la escala Mercali Estuvo ubicado en el Océano Atlántico (Long.: -69,51 Lat. 19,71) al nordeste de la ciudad de Nagua en la Bahía Escocesa. Se sintió en todo el país donde causó daños estructurales en Puerto Plata, San Francisco de Macorís, Salcedo, Moca, La Vega, Santiago, San Pedro de Macorís, Monte Plata y Santo Domingo. El maremoto consecutivo al sismo provocó entre otros la destrucción total del Pueblo de pescadores de Matancitas al Sur de Nagua. El número de muertos y desaparecidos alcanzó 1970 probablemente minimizado por el régimen del Presidente Trujillo. El mar penetró en los valles del Río Boba y del Arroyo Salado a una distancia de 2 a 5 Km. y provocó derrumbes de farallones en toda la costa de Cabrera. Las olas alcanzaron 9 pies de altura. Los pueblos de Cabrera, Nagua y Sánchez quedaron sin comunicación al derrumbarse varios puentes. Es estimado menor que el sismo del 1842. En Moca, Francisco de Macorís, hubo varios daños estructurales. Reportaron que el río Licey que tenía su caudal completamente agotado, volvió nuevamente a correr emergiendo de su lecho abundante caudal de agua. El muelle de Santo Domingo. En Santiago un almacén se desplomó; el canal Presidente Trujillo fue severamente dañado. Los arrecifes y acantilados en Cabrera se desplomaron en grandes masas.

**El jueves 8 de agosto del año 1946 a las 8h 30 AM.** ocurre otro terremoto submarino de magnitud 7.9 (Richter) de en la Bahía Escocesa (Long.: -69,40 / Lat. 19,60) frente a El Limón así que otro el 21 del mismo mes. Estas réplicas de los 8 y 21 de Agosto fueron tan fuertes como el sismo del 4 provocando un pánico general. En un año se registraron cerca de 1200 réplicas de este terremoto.

**El 31 de mayo de 1953** Puerto Plata fue el poblado más afectado con la ocurrencia de un fuerte terremoto cuyo epicentro estuvo ubicado 30km al Este entre Cabarete y Sabaneta de Yásica (Long.: -70,70 / Lat.: 19,80). En San Francisco de Macorís la electricidad fue interrumpida, igual en La Vega y Santiago, quedando sin comunicación. Varios edificios fueron dañados en Loma de Cabrera, Abreu y todos los pueblos del Norte.

**El 22 de septiembre 2003 el sismo de Magnitud 6.5** cuyo epicentro se ubicaba en la zona de Puerto Plata (Long.: -70°673 / Lat.:19°777) provocó daños principalmente estructurales. Las áreas de mayor impacto se localizaron hacia el oeste de la ciudad donde varios ríos intermitentes fueron depositando sus aguas y sedimentos. Estas áreas ocupan las zonas topográficas más bajas de la ciudad con lo que gran parte de las

edificaciones reposaban sobre sedimentos aluvionales y suelos orgánicos compresibles. Se produjeron importantes daños en estructuras, pavimentos, líneas de servicios vitales y deslizamientos en taludes de cañadas y vías. Se reportaron 3 fallecidos y 30 heridos de diversa consideración, además de numerosos daños en infraestructura. Hubo daños estructurales menores en la ciudad de Santiago.

### **Antecedentes**

La abundancia, diversidad y buena conservación de los fósiles terciarios, principalmente moluscos, del Valle del Cibao llamaron la atención de los geólogos ya desde mediados del siglo XIX, dando lugar a una serie de publicaciones por autores anglosajones entre las que destacan las de Sowerby (1850), Moore (1850), Lonsdale (1853), Heneken (1853), Gabb (1873), Pilsbury y Johnson (1917) y Pilsbury (1922). Mención aparte entre estos pioneros de la geología dominicana merece la figura de la Doctora Carlota Joaquín Maury, quien condujo en 1916, durante la invasión estadounidense de la isla, una expedición en el transcurso de la cual fue recolectado un abundante material sobre la base del cual fueron descritas más de 400 especies de invertebrados. Esta expedición dio lugar a una serie de publicaciones (Maury, 1917b; 1917a; 1919; 1922; 1929; 1931) en las que además de situar por primera vez los yacimientos paleontológicos, se realiza un primer esbozo de la división estratigráfica de los materiales neógenos del Valle del Cibao. Durante los años 40 y 50 del siglo XX vieron la luz una serie de trabajos sobre la estratigrafía y paleontología del Valle del Cibao, generalmente con un carácter muy local, pero entre los cuales destaca el de Bermúdez (1949), primer trabajo micropaleontológico sobre los materiales neógenos de la isla y en el que se datan numerosos yacimientos y se revisa la estratigrafía de la zona. En la década de los 70 convergen en la región de Mao dos equipos estudiando la estratigrafía y las faunas del Neógeno; por una parte el grupo de la universidad de Tulane (USA) y por otra un equipo europeo con representantes de Francia, Inglaterra y Suiza. A finales de los 70, ambos grupos se fusionan y dan lugar a la formación de un equipo internacional que continua sus trabajos de forma coordinada en la actualidad y que ha dado lugar a un gran número de publicaciones, en su mayor parte de carácter puramente paleontológico, pero entre las que hay que destacar la de Saunders *et al* (Saunders *et al.*, 1986), en la que se revisa la estratigrafía del Neógeno y se realizan los primeros estudios sedimentológicos, y la de Vokes (1989), en la que se realizan importantes precisiones sobre la estratigrafía y bioestratigrafía de la zona.

**Table 1.—Stratigraphy of the Cibao Valley, northern Dominican Republic, as interpreted by authors of pertinent papers.**

authors age	Mauzy 1917 b	Mauzy 1919	Cooke 1920 1921	Vaughan et al. 1921	Mauzy 1929 1931	Weyl 1940	Bermudez 1949	Butterlin 1954	Ramirez 1956	Weyl 1966	van den Bold 1968	van den Bold 1969	van den Bold 1972	Bowin 1975	Seiglie 1978	Dorreen 1979	Vokes 1979	present paper	
Pleistocene																			
Pliocene													Mao						
													Gurabo	Mao					late middle early
Miocene	late																		
	middle	Scorsia Sevijszta																	
	early	Aphera micolonia	Cercado	Cercado Baitoa Bulla	Cercado Baitoa	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	late middle early
Oligocene			Cevicos limestone	Tabera	Tabera														

Fig. 19: Comparación de las sucesivas divisiones estratigráficas del Neógeno del Valle del Cibao Saunders y al (1986).

Una de las principales dificultades con que se encontraron los autores precedentes a la hora de definir unidades litoestratigráficas fue la falta de cartografías geológicas con el detalle suficiente, que permitieran visualizar la extensión lateral de las unidades propuestas y comprobar su validez. El primer mapa geológico abarcando la Hoja de Mao parece ser el realizado en 1943 por la compañía petrolera Dominican Seaboard Oil Company, que permanece inédito y no ha sido posible utilizar en el presente trabajo. Eberle y Mollat (1991) publican un mapa de síntesis a escala 1: 250.000 en el que los materiales del Neógeno del Cibao se presentan agrupados en cuatro unidades; conglomerados tipo Bulla, a los que se atribuye una edad Mioceno Medio-Superior, formaciones Cercado y Gurabo, indiferenciadas y a las que se atribuye una edad Mioceno Medio-Plioceno, una unidad carbonatada que agrupa los afloramientos de las Calizas de Ahuyamas y la formación Mao-Adentro, y una unidad conglomerática, que equivaldría a la Formación Mao, y a la que se atribuye una edad Plioceno terminal-Pleistoceno. Draper y Lewis (1991a) publican un mapa a escala aproximada 1:150.000 en el que diferencian las formaciones Cercado y Gurabo, introduciendo además el nuevo término de Calizas de Ahuyamas.

Por lo que se refiere a estudios de carácter tectónico, los únicos son los de Edgar (1991) y el de Erikson et al.(1998), ambos con un carácter muy general y sin referencia a datos estructurales de campo.

El primer trabajo importante, sobre rocas ígneas y metamórficas de los dominios Central, Ámina-Maimón y Magua-Tavera, es la tesis de Bowin (1960) de la Universidad de Princeton, Geología de la Parte Central de la República Dominicana, no publicada hasta

1966 con el subtítulo de “La historia de parte de un arco de isla”. En ella define las formaciones Duarte, Maimón y Tireo dentro del Cinturón Intermedio (Median Belt), además de otras como Peralvillo y Siete Cabezas que no entran en este Proyecto. Posteriormente Palmer realiza su tesis en 1963, también de la Universidad de Princeton, Geología del Área de Monción-Jarabacoa, publicada en Nagle *et al.*, 1979. Palmer define las formaciones de Ámina y Magua. A la Formación Ámina la correlaciona con la Formación Maimón, definida previamente por Bowin. Considera que Ámina estaría debajo de Duarte, por las relaciones estructurales y el metamorfismo, aunque el contacto entre ambas formaciones es siempre por falla, a la que reconoce que puede suponer una traslación lateral muy importante y no ser válida la relación anterior. La Formación Magua estaría formada por una secuencia dominante de conglomerados con brechas basálticas, calizas, areniscas y un miembro local de lavas basálticas (Basaltos de Rodeo). En cuanto a la edad de esta formación se inclina por Paleoceno a Eoceno Superior, por la presencia de rudistas.

Una contribución general sobre todos los aspectos geológicos de la isla se encuentra en el Special Paper de Mann *et al.*, (1991), destacando los trabajos allí incluidos de Draper y Lewis, sobre cinturones metamórficos; Lewis y Jiménez, sobre el C. Duarte; Lewis *et al.*, sobre la Formación Tireo; y Dolan *et al.*, sobre cuencas sedimentarias.

Por último, todos los trabajos desarrollados en este Proyecto SYSMIN durante etapas anteriores (Proyectos C de Cartografía Geotemática, 1998-2000 y E de Prospección Magnética y Radiométrica Aereoportada del Territorio de la República Dominicana; CGG, 1995-96) y las publicaciones a que dieron lugar: Pérez-Estaún *et al.*, Lewis *et al.*, Escuder-Virueite *et al.*, Díaz de Neira & Solé Pont, Hernáiz Huerta *et al.*, y Locutura *et al.*, en Acta Geológica Hispánica, (2002).

## **ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA**

### **1.1.1. Paleógeno - Neógeno del Dominio de la Cordillera Septentrional**

#### **1.1.1.1. Introducción**

La Cordillera Septentrional de La Española está formada por una cadena de montañas, alargada en sentido ESE-WNW, con una máxima elevación de 1249 m (Pico Diego de Ocampo) en su parte más o menos central. Se extiende desde las localidades de Nagua, en el sector más oriental, hasta Montecristi, en el extremo noroccidental, a lo largo de casi 200 kms. El límite de la cordillera, por el sur es con la Cuenca del Cibao, a través de la Zona de Falla Septentrional, una zona de falla sísmicamente activa, con carácter inverso y sobre todo, lateral izquierdo, relacionado todo ello con el movimiento lateral entre las placas norteamericana y caribeña. El resultado de esta situación geodinámica es que a partir de la subducción oblicua de la plataforma carbonatada de Las Bahamas, situada en la placa norteamericana, se produce un contexto fuertemente transpresivo en toda la cadena que continúa siendo activo hasta hoy día (Rosencrantz et al., 1988; Mann et al., 1991, Grindlay et al., 1997; Dolan et al., 1998; Mann et al., 2002; Tabrez Ali et al., 2008).

La Cordillera Septentrional está formada por unos conjuntos de rocas volcánicas y metamórficas, de edad Cretácico-Paleoceno?, de diferentes características y orígenes, que constituyen el sustrato de las cuencas sedimentarias que se desarrollan discordantes a estos complejos. Se localizan, por un lado, complejos formados mayoritariamente por rocas metamórficas de alta presión, con rocas plutónicas y volcánicas en menor grado, situadas al norte de la Falla de Camú (Complejo de Puerto Plata), y de la Falla Septentrional (Complejo de Río San Juan, Nagle, 1979; Pindell y Drapper, 1991) y complejos de rocas ígneas, volcánicas y plutónicas (El Cacheal, Palma Picada y Pedro García), situados entre la zona de falla de Camú y la Zona de falla Septentrional, sin metamorfismo y con una cierta influencia de procesos vulcanosedimentarios (Eberle et al., 1982; Muff y Hernández, 1986; Calais et al., 1992). Estas diferencias en el sustrato dieron lugar a una primera división de la Cordillera Septentrional en bloques, propuesta por de Zoeten (1988), y seguida por de Zoeten y Mann (1991, 1999), donde definen tres bloques diferentes,

denominados: Bloque de Altamira, Bloque de La Toca y Bloque de Puerto Plata, separados por zonas de falla (Zona de falla de Río Grande y Zona de falla de Camú). Además de las diferencias en el sustrato de cada Bloque, también argumentan diferencias estratigráficas y sedimentológicas en las unidades sedimentarias depositadas sobre los complejos ígneos y metamórficos en cada Bloque, distinguiendo diversas formaciones, que ha dado lugar a una terminología estratigráfica amplia pero que, en ocasiones, ha resultado confusa. Por todo ello, en la Cordillera Septentrional, uno de los objetivos prioritarios de este trabajo ha sido el de comprobar la nomenclatura y criterios estratigráficos existentes previamente, y su funcionalidad. A partir de los nuevos datos cartográficos, estratigráficos y sedimentológicos obtenidos, se ha intentado establecer una estratigrafía conjunta para toda la Cordillera Septentrional de manera que se pueda entender mejor la evolución geológica de la cadena. Según nuestra opinión, el uso de una terminología de bloques para todos los materiales de la Cordillera Septentrional puede resultar inapropiado en determinadas ocasiones, debido principalmente a que puede entenderse una aloctonía generalizada para las rocas de toda la Cordillera. Solamente desde el punto de vista de los complejos ígneos y metamórficos existirían diferencias sustanciales entre la procedencia de los materiales pertenecientes a los complejos de rocas de alta presión (Samaná, Río San Juan y Puerto Plata) y los complejos volcánicos y vulcanosedimentarios (El Cacheal, Palma Picada y Pedro García), por pertenecer a dominios suficientemente diferentes. Sin embargo, desde el punto de vista sedimentario, las diferencias no son tan notables e, incluso, existe una cierta homogeneidad estratigráfica que ha justificado la propuesta de un nuevo esquema de la estratigrafía de la Cordillera Septentrional, basándose únicamente en la división en sectores. Por esta razón, para facilitar la descripción de las unidades, se han distinguido diferentes sectores a lo largo de la Cordillera Septentrional, que presentan organizaciones estratigráficas ligeramente distintas en el detalle, aunque parecidas y relacionadas de manera general con la evolución geológica de la Cordillera Septentrional. Los sectores o dominios que se han diferenciado en este trabajo han sido, para la Zona Occidental: *sector de Altamira-El Mamey* y *sector de Imbert-Puerto Plata*, y para la Zona Oriental: *sector de Tenares-Gaspar Hernández* y *sector de Villa Riva-Pimentel*, este último encuadrado en el dominio de la cresta de San Francisco de Macorís (San Francisco Ridge), dominio algo distinto de la Cordillera Septentrional, aunque claramente relacionado.

### 1.1.1.2. Características de la zona oriental

Este sector se encuentra en la parte centro-oriental de la Cordillera Septentrional, al este de una gran extensión de rocas del Mioceno superior- Plioceno de Villa Trina-Haitises que ocupa las mitades de las hojas de San Francisco Arriba, Salcedo y Gaspar Hernández. Es destacable la inexistencia de estudios estratigráficos en esta zona y solamente en el trabajo de Draper y Nagle (1991), dedicado al Complejo de Río San Juan, se hace referencia a las unidades sedimentarias relacionadas con el Complejo de RSJ, siguiendo algunas ideas previas de Eberle et al. (1982).

Desde el punto de vista estratigráfico, en esta región existen particularidades respecto al sector de Altamira-El Mamey, que sería el más correlacionable y del cual constituye su continuación al sureste. Por un lado, no afloran las rocas volcánicas del complejo de Pedro García, que sería el complejo más cercano a este sector, por lo que no se observa en ningún punto la base de las rocas sedimentarias, y por otro, existen unidades de carácter turbidítico y unidades conglomeráticas con relaciones difíciles de observar debido a la deformación producida por la zona de falla Septentrional y por otras zonas de importante deformación. Estas unidades turbidíticas se incluyen en la Fm La Toca, donde se pueden diferenciar niveles de conglomerados. En este sentido, la gran extensión e importancia de una unidad conglomerática incluida en la base de la Fm La Toca, que aflora ampliamente hacia el este de la transversal de Tenares (Hoja de Salcedo) y el borde suroeste de la Hoja de Guayabito, es susceptible de controversia por presentar rasgos sedimentarios equivalentes a unidades que afloran en el *ridge* de San Francisco (ver Fm El Firme, Hojas de Pimentel y Villa Riva), hacia las cuales llegan aproximadamente en continuidad cartográfica, y se presentan en una posición estratigráfica y edad diferente a las aquí cartografiadas. Esta unidad conglomerática prácticamente no aflora en el norte del sector, en la región de Gaspar Hernández, donde se reconocen muy bien los materiales turbidíticos de la Fm La Toca sobre las rocas metamórficas y plutónicas del Complejo de Río San Juan en relaciones complejas de observar y con contactos mecánicos en su mayoría. Aún así, se ha reconocido una brecha polimíctica y heterométrica, con muy poca organización, que re trabaja materiales del Complejo de RSJ y que debe de ser la primera unidad depositada sobre el Complejo. Posiblemente en relación con esta facies se han observado sobre afloramientos de serpentinitas (p ej. Gaspar Hernandez), tramos de brechas e incluso conglomerados que podrían tener un origen sedimentario, aunque se desconoce su edad.

Por encima de la Fm La Toca y de manera discordante, existe otra unidad conglomerática, muy reconocible y distinguible de la anterior, por presentar grandes cantos de rocas procedentes del complejo de Río San Juan, que se denominan conglomerados de La Piragua (Draper y Nagle, 1991), y que, en la orla del macizo metamórfico de Río San Juan se apoyan directamente encima de este Complejo. Estos autores le dan una edad Mioceno Superior-Plioceno, aunque realmente no tienen datos suficientes para hacer esta observación. Como se ha visto en la cartografía de las Hojas de Salcedo y Gaspar Hernández, esta unidad se sitúa por encima de la Fm La Toca o del Complejo de RSJ y por debajo de las rocas de la Fm Villa Trina - Haitises y Haitises, y por tanto, corresponderían al Mioceno medio (por posición estratigráfica).

### **1.1.2. Descripciones de las unidades y formaciones**

#### **1.1.2.1. Introducción**

Las formaciones geológicas de la hoja Cabrera aparecen repartidas en una estructura muy peculiar de forma anular constituida principalmente por las Calizas de Viílla Trina Haitises. La parte central de esta estructura anular se ubica en una depresión alargada en rumbo SO-NE en el valle del Arroyo los Hoyos.

Si las formaciones de calizas constituyentes de la estructura pueden relacionarse con las formaciones conocidas en la isla (formaciones Villa Trina - Haitises e Isabela), el substrato, aun que tenga similitudes con formaciones conocidas en la isla, no puede asimilarse completamente con una de estas y será descrito como unidad aparte bajo el nombre de la Unidad de los Hoyos.

### 1.1.2.2. Unidad Los Hoyos

Esta unidad aflora únicamente en la depresión central de la estructura anular de los Hoyos (Fig. 20). Esta constituida por dos facies brechosas y estratificadas que se diferencian en la topografía. La facies brechosas constituyendo un apex topográfico de 50m de elevación en el centro de la depresión constituida de las facies lutíticos más estratificados.

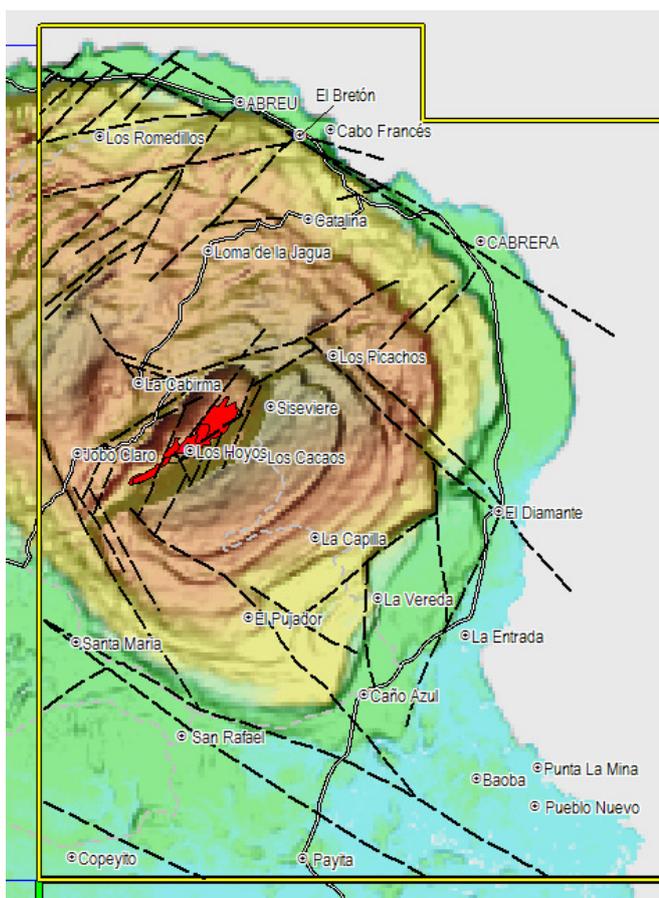


Fig. 20: Unidad de los Hoyos: Repartición de las unidad (rojo) del en el marco topográfico (SRTM) de la hoja Cabrera.

1.1.2.2.1. Brecha de tipo "debris flows" polimíctico con bloques y cantos angulosos de andesitas, basaltos, calco esquistos metamórficos y pelitas rojas en una de grauvacas o tobacea andesítica - Mioceno Medio - (1).

Esta facies brechosa de tipo "debris flows" o "melange" aparece como el más antiguo en el marco de la Hoja. Aflora en dos áreas cumulando 0.1km<sup>2</sup> en el fondo de la depresión de los Hoyos. La zona más oriental más desarrollada constituye una loma de 200 X 350m de 50m de desnivel (Fig. 21 y Fig. 22).



Fig. 21: Unidad de los Hoyos: Elevación correspondiendo a las brechas de la Unidad desde la Loma los Cacaos .

18PU9482 Lat.: 19°60001 / Long.: -69°96798 - Flanco Norte de la Loma de los Hoyos



Fig. 22: Unidad de los Hoyos: Elevación al centro de la depresión correspondiendo a las brechas de la Unidad .

19.59870 Lat.: 19°5987 Long.: -69°96455

La facies corresponde una brecha polimíctica con aproximadamente 65% (75 a 55%) de cantos decimétricos a centimétricos angulosos a subredondeados mal clasificados en una matriz arenosa de grano grueso muy feldespática (Fig. 23 a Fig. ). Los clastos están constituidas de:

- andesitas verdosas y /o basaltos vesiculares en clastos centimétricos generalmente angulosos.
- pelitas rojizas a naranjas en clastos subangulosos centimétricos
- calizas crema micríticas en clastos escasos centimétricos
- talco esquistos y mármoles de color azul verde oscuro en mega bloques o bloques

La matriz es arenosa mal clasificada con un alto contenido en feldespatos.



Fig. 23: Unidad de los Hoyos: brecha masiva con cantos matriz soportados muy angulosos de andesitas, pelitas



Fig. 24: Unidad de los Hoyos: detalle de la brecha masiva cantos matriz soportados muy angulosos de andesitas pelitas

rojizas, andesita porfiricas cuarzo, calizas masivas etc.

rojizas andesita porfiricas cuarzo calizas masivas etc.

18PU9168 Lat.: 19°59769 / Long.: -69°96584 - Subida del arroyo Los Hoyos

18PU9168 Lat.: 19°59769 / Long.: -69°96584 - Subida del arroyo Los Hoyos



Fig. 25: Unidad de los Hoyos: Brecha melange con cantos polimicticos angulosos y redondos de calizas y siltitas grises claro.

Fig. 26: Unidad de los Hoyos: Brecha melange con cantos polimicticos angulosos y redondos de calizas y siltitas grises claro.

18PU9155 Lat.: 19°59531 / Long.: -69°96815 - Subida del arroyo Los Hoyos

18PU9155 Lat.: 19°59531 / Long.: -69°96815 - Subida del arroyo Los Hoyos

Los mega bloques de talco esquistos y mármoles son muy frecuentes a abundantes en la cumbre de la elevación. El volumen de las partes expuestas supera el metro cúbico. Son muy esquistizados y presentan facies de carstificación (Fig. 27). Las facies son muy similares a los mármoles expuestos en la Península de Samaná particularmente en la hoja de Las Galeras distante de 80km.



Fig. 27: Unidad de los Hoyos: vista de los mega bloques de mármol esquistizados y carstificados en la brecha.

18PU9479 Lat.: 19°59831 / Long.: -69°96457 - Cumbre de la Loma de los Hoyos

#### 1.1.2.2. Siltitas y lutitas expansivas gris oscuro con pirita diseminada con intercalaciones de areniscas feldespáticas laminadas (epiclastitas) y conglomerados brechoides polimicticos - Mioceno Medio - (2).

Esta facies corresponde a la parte alta de la unidad de los Hoyos. Aflora únicamente y esporádicamente en el cauce del Arroyo de Los Hoyos ocupando 1km<sup>2</sup> equivalente a 0.1% de la superficie terrestre de la hoja.. Las riberas de dicho arroyo están cubiertas por arcillas removilizadas por gravedad proviniendo de la misma formación o de las margas de la formación Villa Trina - Haitises suprayacentes en las faldas de la depresión.

Las litologías son muy diversas (lutitas feldespáticas, lutitas conglomerados, brechas), y alternan en niveles de potencia métrica a polimétricas con una estratificación plegada

La litología dominante es una lutita feldespática gris muy oscuro expansiva muy laminada con nivelillos centimétricos a milimétricos feldespáticos mas claro dándole un aspecto de varvas o de epiclastitas(Fig. 28 y Fig. 29). La roca esta esencialmente constituida de feldespatos detríticos (facies de grauvacas) y se altera en arcillas muy blandas. En las facies mas oscuras se nota presencia frecuente de pirita oxidada que otorga a la roca un olor sulfurado.



Fig. 28: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores – areniscas feldespáticas muy laminadas en facies de varvas.



Fig. 29: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores areniscas feldespáticas muy laminada en facies de varvas.

18PU9116 Lat.: 19°58779 / Long.: -69°97872 - Bajada del arroyo Los Hoyo

18PU9116 Lat.: 19°58779 / Long.: -  
69°97872 - Bajada del arroyo Los Hoyo

Frecuentemente esta facies se presenta con granulometría mas fina con aspecto a lutitas expansivas muy laminadas de color negras a gris oscuro (Fig. 30 y Fig. 31) con alteración con grietas de desecación muy llamativas.



Fig. 30: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores – Vista de las alternancias cm a polícm de lutitas negras expansivas y siltitas grises

18PU9178 Lat.: 19°60061 / Long.: -69°96222 – Cauce superior del Arroyo Los Hoyos



Fig. 31: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores - Vista de las alternancias centimétricas a polícentimétricas de lutitas negras expansivas y siltitas grises fuertemente inclinadas.

18PU9172 Lat.: 19°59745 / Long.: -69°96387 - Subida del arroyo Los Hoyos

Dentro de estas lutitas existen lentes de brechas y conglomerados de facies similares a la brecha polimíctica inferior (Fig. 32). Estos lentes son de potencia decimétrica y de extensión polimétrica discontinua con frecuentes figuras de slumps. Hacia la base de se observan una aumento de la frecuencia de estos lentes conglomeráticas que evolucionan hacia facies brechoides similares a las brechas de la parte inferior. Ningún indicio de presencia de ámbar fue detectado en la unidad.

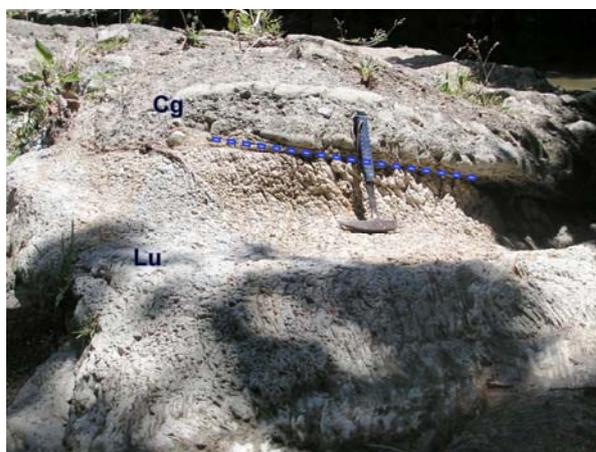


Fig. 32: Unidad de los Hoyos – Intercalación de nivel



Fig. 33: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores

conglomerático (Cg.) en las siltitas y lutitas superiores (Lu) . (muestra para datación) .

18PU9178 Lat.: 19°60061 / Long.: -69°96222 – Cauce superior del Arroyo Los Hoyos. 18PU9142 Lat.: 19°59194 / Long.: -69°97332 - Subida del arroyo Los Hoyos.

Dentro de esta facies, las dos muestras 18 PU 9136 y 18 PU 9142 (Fig. 33) fueron estudiadas en lamina delgada para datación de fauna. Los principales resultados figuran a continuación y están detallados en las fichas en anexo a esta memoria

### **Muestra N° 18 PU 9136 Lat.: 19°59056/ Long.: -69°97445**

#### Descripción microscópica:

Lutitas y siltitas gris oscuro laminadas en alternancias cm con nódulos (Muestra) de areniscas y siltitas carbonatadas con fauna

Nombre: SILTITA

Litofase: importante fase detrítica siltosa compuesta principalmente de granos de feldespatos, frecuentemente alterados, con cuarzo raro,

Microfauna: Foraminíferos planctónicos muy raros en pequeños organismos indeterminables (juveniles y recristalización), Globigerinidae

Cemento micritico-arcilloso más o menos impregnado de hematita. Facies que ha sufrido una fuerte meteorización.

Medio de depósito, paleoentorno: marino, plataforma muy externa a cuenca.

Muestra N° 18 PU 9142 Lat.: 19°59194 / Long.: -69°97332

Nombre: LITOBIORUDITA - LITOBIOMICROESPARITA À ESPARITA

Estructura: bastante homogénea

Textura: grainstone

Constituyentes: bien sorteados, de la clase de las arenitas

Litofase: abundante fase detrítica esencialmente compuesta de pedazos de rocas y minerales de origen volcánico:

- pedazos de lava microlítica fina, frecuentemente alterados bastante comunes;
- cristales de feldespato frecuentes;
- algunos pedazos de calizas silicificadas, con contornos pulidos;
- micro-gravas o extraclastos pulidos de calizas (bioclástica?) ferruginizado;
- varios cristales de piroxeno, cuarzo, minerales opacos.

Foraminíferos planctónicos: muy raros tests de pequeña tamaño y fragmentados

*Globigerina* sp.

*Globigerina* cf. *venezuelana* (HEDBERG)

*Globigerinoides* sp.

*Praeorbulina glomerosa* (BLOW)

Foraminíferos béticos: muy raros pequeños pedazos o especímenes de medio litoral

*Operculinoides* ? sp.

*Quinqueloculina* sp.

Radiolarios: ausentes

Metazoarios: - pequeños pedazos muy mal conservados de equinidos, comunes

- algunos fragmentos de moluscos

- algunos pedazos rodados de corales con disoluciones e impregnaciones de hematita

Bioestratigrafía: material retrabajado del Mioceno medio basal - Langhiense

Biozona M5b o M6.

Diagénesis: cemento microesparítica más o menos recristalizado localmente (micrita al origen?). La facies contiene varios bioclastos fuertemente hematizados. Faciès quizás por exposición aérea (meteorización).

Medio de depósito, paleoentorno: marino, plataforma externa, batial. Faciès de turbidita fina? (figuras sedimentarias características).

Estos dos estudios indican una fracción importante de material feldespático poco retrabajado (cristales) asociado a material lítico volcánico (lavas) coherente con los fragmentos andesíticos observados en los clastos de la brechas y conglomerados infrayacente. La fauna indica un medio de sedimentación marino de plataforma externa batial. La edad entregada por la microfauna presente en la muestra 18 PU 9142 nos permite dar una edad Mioceno medio a esta unidad.



Fig. 34: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores vista de un eje anticlinal buzando al norte .

18PU9138 Lat.: 19°59063 / Long.: -69°97385 Arroyo Los Hoyos.

La Unidad de los Hoyos presenta una deformación plicativa significativa descrita en el capítulo Tectónica con pliegues asimétricos de amplitud decamétrica (Fig. 34). Los ejes de pliegues observados están poco inclinados de 5° hacia el norte (N0°E).

La edad mioceno medio de la unidad nos permite establecer una edad post mioceno medio a la fase plicativa observada y a la discordancia que erosiona esta unidad.

### **1.1.3. Formación Villa Trina - Haitises**

#### **1.1.3.1. Presentación y antecedentes**

Villa Trina - Haitises es el nombre antiguo de la localidad de José Contreras, en las estribaciones de la Cordillera Septentrional (Hoja de Salcedo). La formación corresponde a una serie potente turbidítica dominada por margas e intercalaciones de calizas bioclásticas, de edad Mioceno medio-superior - Plioceno inferior, reconocidos en el conjunto de la Cordillera Septentrional. Constituye una cobertura monoclinada poca inclinada al Norte que se desarrolla en ligera discordancia (inferior a 10°) sobre las formaciones anteriores (Vaughan T.W. et al, 1921, de Zoeten R. y Mann P., 1991). Su potencia es variable, superando los 800 m en la Loma Isabel de Torres que domina Puerto Plata y, donde se encuentra la formación (Pindell J.L. y Draper G., 1991). La parte inferior contiene algunos niveles de conglomerados, después margas y argilitas ricas en foraminíferos planctónicos, que predominan en el resto de la unidad. Hacia techo, la serie se enriquece en capas de micrita arcillosa y en calcarenitas organogénicas. Dentro de la

formación mas representados a techo existen parches extensiones poli kilométrica de calizas micríticas Están definidos como miembro de La Piedra y corresponden a depósitos de plataforma arrecifal; las calizas correspondientes son los equivalentes litológicos de las calizas de los Haitises desarrollados mas al sureste de la Isla.

#### 1.1.3.2. Descripción particular a la Hoja

La formación Villa Trina - Haitises se expone en la parte central de la hoja. Las litologías de la formación se individualizan en tres unidades con características diferentes que se suceden de piso a techo:

- La unidad principal esta constituidas de margas que presentan un desarrollo mas importante en las partes inferior y superior de la Formación. En la parte inferior son margas gris a negra laminadas con intercalaciones de conglomerados y de calcilutitas con clastos de poliperos. En la parte superior las margas presentan una facies de color gris blanco y son laminadas con micro foraminíferos abundantes.

Dentro de este paquete de margas y interrumpiéndolo en la presente hoja se observa

- un nivel discontinuo de calcarenitas laminadas.
- un nivel potente de calizas micríticas de color blanquecino a crema con parches de calizas arrecifales constituyendo el Miembro la Piedra equivalente al Miembro Haitises.

1.1.3.2.1. Margas laminadas, gris a negro, con intercalaciones de conglomerados y clastos de poliperos - margas gris con foraminíferos abundantes (3) Mioceno Superior- Plioceno Inferior.  $N_1^3$  -  $N_2^1$

En esta unidad cabe distinguir las margas inferiores correspondiendo a las margas laminadas, gris a negro, con intercalaciones de conglomerados y clastos de poliperos y las margas superiores correspondiendo a las margas gris con foraminíferos abundantes

Las margas inferiores ocupan las faldas de la depresión de los Hoyos. Aparecen también en el fondo de una megadolina al norte de Caña Mala. Se extienden sobre una superficie de 3.2km<sup>2</sup> equivalente a 3.2% de la superficie terrestre de la hoja. Están destructuradas por deslizamientos a lo largo de la pendiente de las laderas dando al paisaje una morfología ondulada suave cubierta de pasto (Fig. 35 y Fig. 36). Los afloramientos son escasos y de mala calidad ubicados en unas cabeceras o vertiente de arroyitos.



Fig. 35: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – vista hacia el Este de las faldas de la depresión de los Hoyos en las margas y la cobertura de calizas del Miembro la Piedra.

18PU9479 Lat.: 19°59831 / Long.: -69°96457 - Cumbre de la Loma de los Hoyos.



Fig. 36: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – vista hacia el Noroeste de las faldas de la depresión de los Hoyos en las margas (1) sobreyacida por las calcarenitas (2) y las calizas del Miembro la Piedra (3).

18PU9480 Lat.: 19°5987 / Long.: -69°96455 - Cumbre de Los Hoyos.

En las zonas alteradas, las facies se presenta en arcillas expansivas retrabajadas de color beige naranjo con grietas de desecación centimétricas (Fig. 37). Se observan localmente esparcimientos de clastos conglomeráticos traduciendo la presencia probable de niveles conglomeráticos.

En los escasos afloramientos, se observan arcillas negras con niveles mal definidos conglomeráticos a fragmentos de poliperos (Fig. 38), niveles más arenosos y niveles de “debris-flow” con cantos de arcillas negras o siltitas grises (Fig. 39). Se observa una facies de lutitas arenosas brechosas piritosas de color negro al contacto con las biocalcarenicas subyacentes en el sector de Caña Mala al nivel de un manantial (Fig. 40).



Fig. 37: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – Margas beige retrabajadas en la pendiente de la depresión de los Hoyos con presencia de arcillas expansivas por presencia de grietas cm..



Fig. 38: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – Arcillas negras conglomeráticas a fragmentos de poliperos y niveles más arenosos.

18PU9473 Lat.: 19°59888 / Long.: -69°97138 - Flanco Norte de la Loma de los Hoyos.

18PU9090 Lat.: 19°58903 / Long.: -69°98325 -  
Bajada al valle de los Hoyos.



Fig. 39: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – Arcillas negras conglomeráticas a fragmentos de políperos y niveles mas arenosos y niveles de debris flow con cantos de arcillas negras.



Fig. 40: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – lutitas arenosas piritosa negras al contacto con las biocalcarenicas tableadas superiores.

18PU9484 Lat.: 19°59956 / Long.: -69°97108 - Flanco  
Norte de la Loma de los Hoyos.

18PU9224 Lat.: 19°60661 / Long.: -69°9825 - Caña Mala.

Estas margas inferiores descansan horizontalmente en discordancia encima de la lutitas y siltitas plegadas de la Unidad de los Hoyos. El espesor se estima a una sesenta de metros. El contacto con las calcarenitas superior no se observa en la depresión y puede deducirse con la presencia de manantiales al limite de las dos facies de permeabilidades diferentes.

Las margas superiores constituyen la unidad mas joven de la Formación Villa Trina - Haitises en esta zona del extremo nororiental de la Isla. Son presentes igualmente en la hoja Nagua ubicada al Sur. En la Hoja Cabrera, afloran en una corona externa bordeando a la estructura anular constituida de relieves cársticos en las calizas del Miembro La Piedra. Ocupan 1.74km<sup>2</sup> equivalente a 0,83% de la superficie terrestre de la hoja.

Afloran en escasas incisiones dentro de la Formación La Isabela pleistocena que cubre las zonas bajas del edificio anular de Cabrera - Río San Juan. Los afloramientos están más desarrollados en el sector Norte de la hoja en los sectores de Playa Preciosa, al Sur de Abreu y Cabo Francès.. Aparecen al pie del farallón terrestre correspondiendo a la penúltima superficie de abrasión o raza caracterizando la historia de la Formación Isabela en la Península de Río San Juan - Cabrera. Constituyen el substrato de la formación

Isabela a lo largo de toda la costa entre Cabrera y Playa Preciosa al límite occidental de la hoja.

Los mejores puntos de observación se ubican en Playa Cabo Francés Viejo, Punta Blanca y Punta Preciosa,

En Playa Cabo Francés Viejo hacia el norte se puede observar, bordeando la playa al Norte las margas en la parte inferior del farallón (Fig. 41).



Fig. 41: Fm Villa Trina - Haitises Vista del contacto superior de las margas superiores con las calizas coralinas de la Fm. Isabela en Cabo Francés.

18PU9105 Lat.: 19°66646 / Long.: -69°93703 - Punta Cabo Franc7s Viejo.

Son margas gris azules masivas homogéneas meteorizadas a beige crema. La estratificación es difícilmente discernible y inclinada a 10° hacia el Noreste con foraminíferos esferoides Infra milimétricos. Del otro lado, hacia el sur estas margas afloran a lo largo de la playa hasta el límite meridional de la playa, donde aparece una estratificación muy inclinada a 50 ° hacia el Norte y un diaclasado tectónico vertical orientado ON0-ESE (Fig. 41). Un levigado fue muestreado en las facies poco alterados del farallón (Fig. 42) y un resumen de las observaciones están entregado a continuación.

En la parte superior de estas margas se observa manantiales frecuentes naciendo al contacto de las calizas carstificadas de la Formación Isabela superior. Estos manantiales existen en varias localidades , y en particular en la carretera costera al nivel del poblado Bretón donde estas surgencias esta captada y almacenadas en un tanque de agua.

Hacia el norte en la costa las margas aparecen muy inclinadas hasta 30° debajo de las calizas de la Fm Isabela particularmente en Punta Preciosa (Fig. ). En Playa Preciosa, al extremo oeste de la Hoja las margas constituyen el substrato de la playa actual (Fig. 44).



Fig. 42: Fm Villa Trina - Haitises – Vista de las margas superiores grises azuladas fabrica tectónica y con niveles biocásticos poco marcados (S0).

18PU9308 Lat.: 19°66221 / Long.: - 69°93855 – Sur de la Playa de Cabo Francès..



Fig. 43 Fm Villa Trina - Haitises - Margas superiores –Vista de la discordancia de las calizas coralinas de Fm. Isabela encima de las margas amarillentas muy inclinadas hacia el Norte.

18PU9367 Lat.: 19°68454 / Long.: -69°98916 - Itinerario marítimo en Punta Preciosa

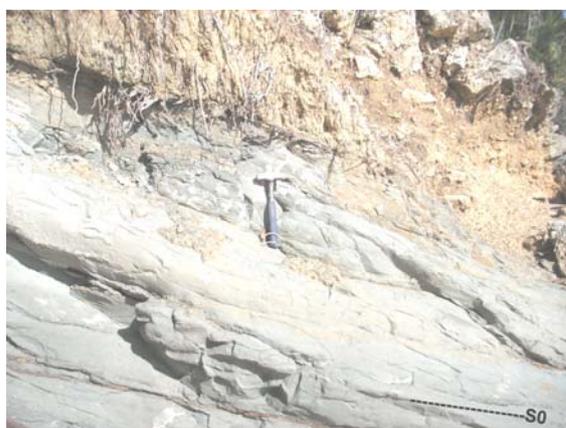


Fig. 44: Fm Villa Trina - Haitises - Vista de las margas superiores inclinadas en Playa Preciosa.

18PU9132 Lat.: 19°67835 / Long.: -70°00285 - Playa Preciosa;



Fig. 45: Fm Villa Trina - Haitises – Vista costera de las margas superiores masivas sin S0 y dobladas en pliegues.

18PU9380 Lat.: 19°66359 / Long.: -69°93368 - Itinerario marítimo en Punta Blanca;

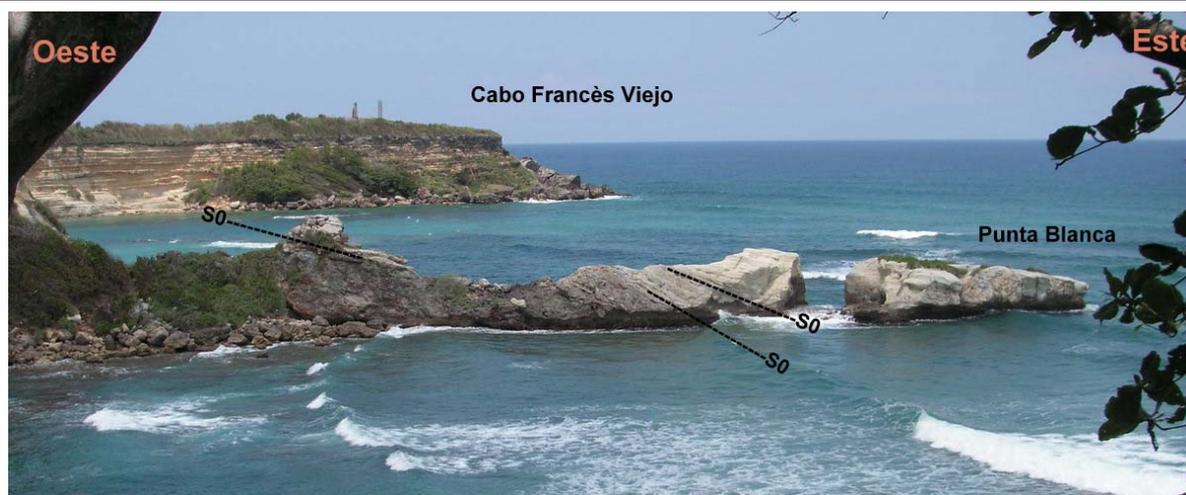


Fig. 46: Fm Villa Trina - Haitises – Vista del contraste entre las margas superiores muy inclinadas de Punta Blanca en y de las capas estratificadas de la Fm Isabela de Cao Francès.

18PU9311 Lat.: 19°65974 / Long.: -69°93646 - Paisaje desde El Sur de Punta Blanca;

Al Sur de Punta Blanca se observa una perspectiva con dicha punta al primer Plano y Cabo Francès. Viejo al último. Se percibe claramente el contraste de las margas grises a blancas de Punta Blanca fuertemente inclinadas con, al último plano, en Cabo Francès., las estratificaciones subhorizontales de la Formación Isabela. Otra vista desde el mar nos muestra la ausencia de estratificaciones horizontales de las margas superiores (Fig. 45).

Tierra adentro los afloramientos son muy escasos y las margas aparecen por zonas tectonizadas. De hecho las margas superiores están expuestas en la parte norte en el sector de Abreu o en la base del farallón costero y desaparecen progresivamente bajo la cobertura de la última plataforma de las calizas de la formación Isabela al sur de la ciudad de Cabrera.

Están inferidas las margas en el Arroyo Caya Clara por la permanencia del caudal del Arroyo en el entorno muy carstificado. Mas al sur, la presencia de las margas esta muy probable el efecto de pantalla impermeable que producen en las dolinas inundadas del sector de Diamante (Lago Dudu, Lago Diamante) La surgencia de agua dulce de La Playa diamante esta relacionada con el contacto de las calizas de la Fm Isabela con las margas infrayacente

Entregamos a continuación los resultados principales de dos levigados muestreados en las margas

**Levigado N° 18 PU 9231** Fracción  $\geq 50 \mu\text{m}$

Lat.: 19°66294 / Long.: -69°96484 - Camino de Abreu a los Guaos

Constituyentes:

Levigado carbonatado amarillo a ocre amarillo

Litofase: muy raros pequeños granos siltsos de feldespatos y cuarzo

Biofase:

Eucariotes Algas: ausentes

Foraminíferos planctónicos: diversificados, muy abundantes, muy bien conservados

*Globorotalia crassaformis* (GALLOWAY & WISSLER)

*Globorotalia pseudomiocenica* BOLLI & BERMUDEZ

*Globorotalia miocenica* PALMER

*Globorotalia margaritae margaritae* BOLLI & BERMUDEZ

*Globorotalia cf. margaritae evoluta* CITA

*Sphaeroidinella dehiscens* (PARKER & JONES)

*Sphaeroidinellopsis seminula* (SCHWAGER)

*Globigerinoides obliquus extremus* BOLLI & BERMUDEZ

*Globigerinoides trilobus* (REUSS)

*Globigerinoides sacculifer* (BRADY)

*Globigerinoides conglobatus* (BRADY)

*Orbulina universa* de ORBIGNY

*Orbulina bilobata* (de ORBIGNY)

*Globoquadrina altispira altispira* (CUSHMAN & JARVIS)

*Neogloboquadrina dutertrei* (de ORBIGNY)

*Neogloboquadrina acostaensis* (BLOW)

*Neogloboquadrina humerosa* (TAKAYANAGI & SAITO)

Foraminíferos béticos: frecuentes, bien conservados, mixtos, alóctonos, retrabajados desde un dominio litoral y probablemente en parte más antiguos, y considerados como autóctonos o sub-autóctonos

*Pyrgo murrhina* (SCHWAGER)

Radiolarios: ausentes

Metazoarios: algunos pedazos retrabajados desde una plataforma carbonatada (equinidos, coral, briozoario, moluscos bivalvos y gasterópodos)

Bioestratigrafía: Plioceno inferior - Zancleense no basal Biozona PL1 alta quizás hasta PL2 no somital ?

Medio de depósito, paleoentorno: cuenca batial.

**Levigado N° 18 PU 9308**

Lat.: 19°66221 / Long.: -69°93855 –Sur de Playa de Cabo Francès.

Margas grises azuladas meteorizadas a beige con fabrica tectónica y con niveles bioclasticos poco marcados

Constituyentes:

Levigado carbonatado gris muy claro

Litofase: algunos raros pequeños cristales de moscovita

Biofase:

Eucariotas: Algas ausentes

Foraminíferos planctónicos: abundantes y bien conservados

*Globigerinella aequilateralis* (BRADY)  
*Orbulina universa* de ORBIGNY  
*Sphaeroidinellopsis seminula* (SCHWAGER)  
*Sphaeroidinella dehiscens* (PARKER & JONES)  
*Sphaeroidinella dehiscens inmatura* (CUSHMAN)  
*Neogloboquadrina dutertrei* (de ORBIGNY)  
*Globorotalia* sp.

Foraminíferos béticos: raras formas profundas

*Bulimina exilis* BRADY  
*Planulina ariminensis* de ORBIGNY  
*Globocassidulina subglobosa* (BRADY)

Radiolarios: ausentes

Metazoarios: raros pequeños fragmentos de moluscos indeterminados

Bioestratigrafía: Plioceno inferior – Zancleense - Biozona PL1.

Medio de depósito, paleoentorno: marino, nivel batial, entre 400 y 800 m aproximadamente.

La abundancia de foraminíferos planctónicos permiten una datación precisa al Plioceno inferior - Zancleense relacionados con un medio de sedimentación en nivel batial, entre 400 y 800 m, La predominancia de los afloramientos en el sector Norte, la irregularidad observada del valor de la estratificación, permite suponer un historia tectónica activa posterior al Plioceno inferior por fallas tectónicas y basculamiento del edificio pre existente hacia el Sur. Dicho basculamiento o Tilt de Prentice será evocado en el capítulo correspondiendo a la carstificación de la estructura de Cabrera Río San Juan

Las margas superiores corresponden a un depósito distal de cuenca coetáneo de la plataforma de las calizas del Miembro La Piedra. Las margas tienen una repartición circular alrededor de la estructura anular de las calizas del Miembro la Piedra.

#### 1.1.3.2.2. Calcarenitas laminadas (equivalente Fm. Cevicos) (4) ) Mioceno Superior- Plioceno Inferior. N<sub>1</sub><sup>3</sup> - N<sub>2</sub><sup>1</sup>

Entre las calizas micríticas superiores y las margas inferiores se intercala un miembro de calcareniscas bioclásticas. Se observan claramente en un afloramiento en el fondo de la dolina de Caña Mala (Fig. 47 y Fig. 48). Ocupan 1.42km<sup>2</sup> equivalente a 0.67% de la superficie terrestre de la hoja.

La facies corresponde a una biocalcarenita grano clasificada naranja de meteorización blanca crema, de grano medio bioclastico con fragmentos de bioclastos milimétricos. Se presenta en capas decimétricas laminadas bien estratificadas liviamente onduladas. La textura es porosa.



Fig. 47: Fm Villa Trina - Haitises - Calcarenitas laminadas vista del afloramiento de las biocalcarenita laminadas.

18PU9223 Lat.: 19°6059 / Long.: -69°98364 - Caña Mala.



Fig. 48: Fm Villa Trina - Haitises - Calcarenitas laminadas - vista de detalle de las biocalcarenita laminadas.

18PU9223 Lat.: 19°6059 / Long.: -69°98364 - Caña Mala.

El resumen del estudio de lámina delgada en esta facies figura a continuación y están más detallados en las fichas en anexo al informe.

**Lámina delgada: 18PU9223 Lat.: 19°6059 / Long.: -69°98364 - Caña Mala.**

**Nombre:** Biomicrita recristalizada – micrita con foraminíferos planctónicos

**Estructura:** muy porosa

**Textura:** wackestone

**Litofase:** ausente

**Foraminíferos planctónicos:** a pesar de su extrema abundancia, los foraminíferos planctónicos de este lámina están muy difícilmente identificables por muy recristalizados. Pues estas determinaciones están propuestas con muchas reservas.

Organismos marcados por numerosos espesores o « engordamientos » de recristalización

*Orbulina universa* de ORBIGNY

*Sphaeroidinellopsis seminula* (SCHWAGER)

*Sphaeroidinella* sp.

*Globigerinoides trilobus* (REUSS)

*Globigerinoides sacculifer* (BRADY)

*Globigerina* sp.

*Globorotalia multicamerata* CUSHMAN & JARVIS ?

*Globorotalia cf. pseudomiocenica* BOLLI & BERMUDEZ  
*Globorotalia gr. menardii* (PARKER, JONES & BRADY)  
*Globoquadrina dehiscens* (CHAPMAN, PARR & COLLINS)  
*Globoquadrina altispira* (CUSHMAN & JARVIS)

Foraminíferos béticos: muy raras formas de medio profundo

*Cibicidoides* sp.

Radiolarios: ausentes o ocultados por la fuerte recristalización de alteración

Metazoarios: algunos pequeños pedazos de equinodermo con franja de recristalización sintaxial

Bioestratigrafía: Neógeno-Mioceno superior alto (Messiniense) a Plioceno inferior (Zancleense) Biozona PL1.

Diagénesis: cemento micrítico, microfósiles muy mal conservados porque el sedimento ha sufrido una fuerte meteorización.

Medio de depósito, paleoentorno: marino, depósito de cuenca batial.

En la depresión de los Hoyos, estas biocalcarencias se observan en formas de bloques paralelepípedicos sueltos residuales en las arcillas desmanteladas particularmente en la parte superior de la depresión asociados a un escalón de topografía más horizontal.

El nivel de espesor máxima de 20m es discontinuo en forma de lentejón desaparece entre las calizas del Miembro la Piedra y las margas inferiores en la parte suroeste de la depresión.

1.1.3.2.3. Miembro La Piedra - Haitises: Calizas micríticas de color blanquecino a crema con parches de calizas arrecifales. (5 ) Mioceno Superior- Plioceno Inferior.  $N_1^3$  -  $N_2^1$

Este miembro corresponde a un paquete de calizas micríticas intensamente carstificadas constituyendo el armazón principal de la estructura anular de la Hoja Cabrera y por extensión de la toda la Península de Cabrera - Río San Juan (Fig. 49). Corresponden a un mega parche calcáreo dentro de las margas de la Formación Villa Trina - Haitises. Ocupan  $42.3\text{km}^2$  equivalente a 20% de la superficie terrestre de la hoja.

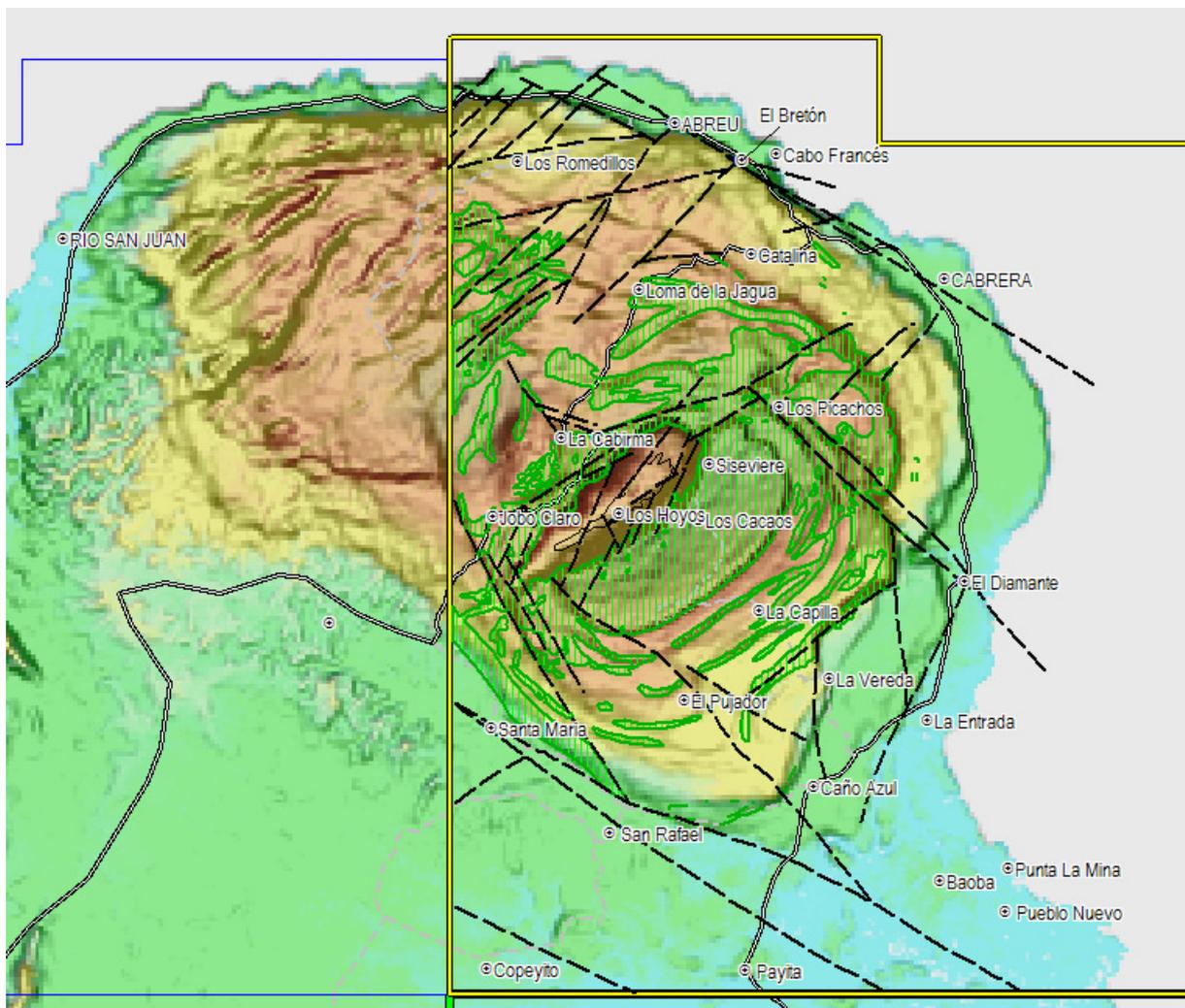


Fig. 49: Fm Villa Trina - Haitises Miembro la Piedra - Repartición de las calizas (verde) en el marco topográfico (SRTM) de la Península de Río San Juan y de la hoja Cabrera.

Debido a la carstificación y la recristalización muy intensa, se encuentra muy difícil la observación de las facies originales y su diferenciación macroscópica de las calizas

coralinas de la Formación Isabela. A continuación se entregan los principales criterios de distinción utilizados en el mapeo entre las Calizas del Miembro La Piedra y las Calizas de La Formación La Isabela. Las características de la carstificación están detalladas a continuación en el capítulo 1.1.8.

<b>Criterios</b>	<b>Calizas del Miembro La Piedra</b>	<b>Calizas de La Formación La Isabela</b>
carstificación	Carstificación intensa de tipo kegelkarst muy evolucionado con firmas estructurales (Fallas) con trazas muy marcadas  arcillas de descalcificación muy abundantes  Superficie principal liviamente inclinada hacia el SSE en la cual resaltan los mogotes en líneas de crestones esta	Carstificación menos evolucionada con dolinas recientes de extensión hectométricas .  Poco desarrollo de arcillas de descalcificación.  Superficies topográficas globalmente planas liviamente inclinada hacia el mar correspondiendo a razas de erosión sucesivas.
Estratificación	Estratificación poca marcada imperceptible al afloramiento y borrada por la recristalización càrstica.	Estratificación visible en las biocalcarencias dístales o en evolución laterales.
Color	Homogéneo del blanco rosado a naranja que se meteoriza a gris claro.	Heterogéneo - Blanco amarillento a gris.
Fauna	Foraminíferos milimétricos abundantes localmente bien visibles pocos corales visibles o recristalizados.	Presencia de macro corales decimétricos a semimétricos poco recristalizados en una matriz de calcarenita poco recristalizada.

Fig. 50: Fm Villa Trina - Haitises - Criterios principales de distinción de las Calizas del Miembro la Piedra – Haitises y de las Calizas la Isabela

Las mejores zonas de exposición de estas calizas corresponden a la franja superior de la depresión de los Hoyos donde, particularmente en el sector Noroeste constituyen una pared vertical de unos treinta metros de altura (Fig. 51). En otras partes las calizas afloran en mogotes cáusticos localmente abruptos como en el sector de La Cabirma (Fig. 52) y Pozo Hondo (Fig. 53) en resaltos de dolinas poco elevados (El Cavori Jima Clara) (Fig. 54) o en formas de arcos continuos concéntricos muy peculiares en el sector sur de la depresión de los Hoyos (El Pujador, la Capilla, El Picao, y Loma La Vereda).



Fig. 51: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra: Vista de la cornisa de las calizas del Miembro la Piedra (3) encima de las calcareniscas laminadas (2) y las margas inferiores (1)  
18PU9183 Lat.: 19°60545 / Long.: -69°96802 - Camino hacia la Cabirma



Fig. 52: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra: Vista parcial del relieve cárstico en el sector de la Cabirma  
18PU9093 Lat.: 19°59681 / Long.: -69°97894 - Camino de los Hoyos a La Cabirma

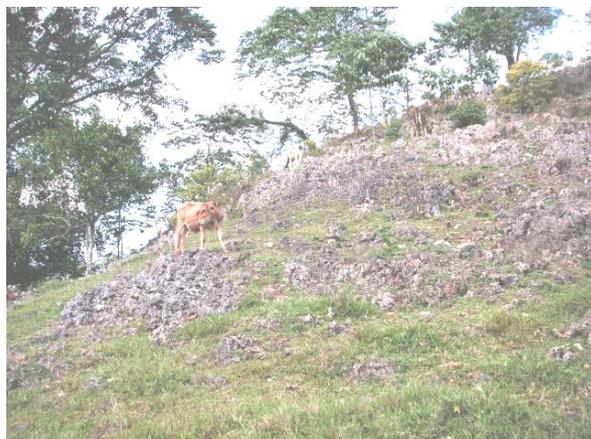


Fig. 53: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra Relieve cárstico en calizas micríticas rosadas.  
18PU9047 Lat.: 19°59108 / Long.: -69°93305 - Pozo Hondo



Fig. 54: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra Vistas del paisaje de karst maduro al Noroeste de la Cabirma.  
18PU9213 Lat.: 19°61368 / Long.: -69°96264 - camino de Laguna Honda a El Cavori



Fig. 55: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra



Fig. 56: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra

18PU9257 Lat.: 19°64706 / Long.: -69°98633 - Camino Abreu a El Guao.

paisaje cárstico muy maduro en el sector norte.

18PU9256 Lat.: 19°649 / Long.: -69°98526 - Camino Abreu a El Guao.

Al nivel del afloramiento se observa una estratificación es poca marcada, imperceptible frecuentemente borrada por la recristalización càrstica (Fig. 57). El color es rosado a naranja meteorizado a gris claro. Sin embargo localmente se observan acumulaciones de foraminíferos (Fig. 58). Cuatro muestras del Miembro fueron estudiadas por láminas delgadas. Los resultados y las observaciones están resumidas a continuación y figuran in extenso en anexo a esta memoria.



Fig. 57: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra - Afloramiento de las calizas con alto contenido de macro foraminíferos descrita a continuación.

18PU9017 Lat.: 19°55392 / Long.: -69°95353 - Camino cruzando un farallón de calizas.

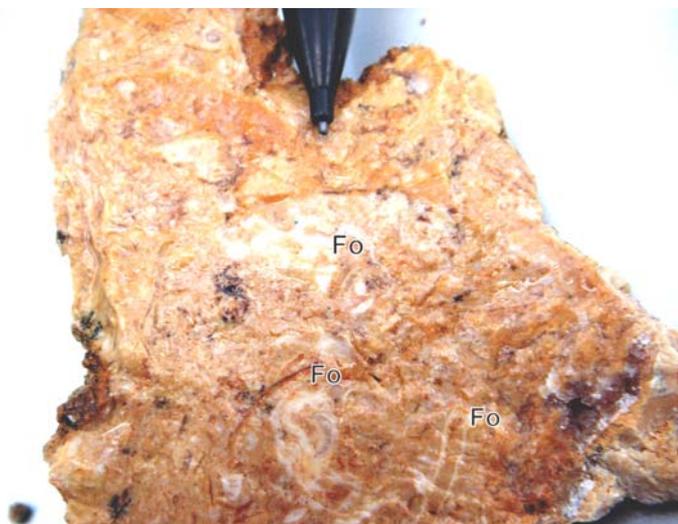


Fig. 58: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra Detalle de un bloque de calizas con alto contenido de macro foraminíferos .

18PU9068 Lat.: 19°54242 / Long.: -69°96812 - de Pueblo de San Rafael a el Pujador.

### Lámina delgada N° 18 PU 9017 Lat.: 19°55392 / Long.: -69°95353

Nombre: BIOMICRITA

Estructura: bioturbada

Textura: wackestone

Constituyentes:

Litofase: algunos pellets

Biofase:

Eubacterias: probable papel de las cianobacterias litorales en la fuerte micritización de los bioclastos algarios

Eucariotes Algas: frecuentes pedazos rodados de coralinaceas melobesiae

Foraminíferos planctónicos: frecuentes, mal conservados

*Praeorbulina glomerosa* (BLOW)

*Globigerinoides trilobus* (REUSS)  
*Globorotalia dutertrei* (de ORBIGNY)  
*Globigerina praebulloides* BLOW  
*Globigerinoides* cf. *extremus* BOLLI & BERMUDEZ  
*Globigerinoides ruber* (de ORBIGNY)

Foraminíferos béticos: frecuentes pedazos de grandes formas litorales

*Amphistegina* sp.  
Fragmento de Soritinae indeterminable  
Pedazos de Miogypsinidae indeterminable  
*Sphaerogypsina globula* (REUSS)  
*Heterostegina antillea* CUSHMAN

Radiolarios: ausentes

Metazoarios:

Algunos pequeños restos de equinidos  
Algunos fragmentos de briozoario, coral, moluscos bivalvos

Bioestratigrafía: Mioceno medio basal – Langhiense - Zona de foraminíferos planctónicos M5b.

Diagénesis: cemento micrítico.

Medio de depósito, paleoentorno: marino, plataforma externa en cuenca con retrabajo de material litoral.

**Lámina delgada N° 18 PU 9024 Lat.: 19°56647/ Long.: -69°96069**

Nombre: BIOMICRITA

Estructura: orientación preferencial de los constituyentes, figuras de imbricación, micro-litage

Textura: wackestone

Constituyentes:

Litofase: ausente

Biofase:

Eubacterias: probable papel de las cianobacterias en la fuerte micritización de los bioclastos

Eucariotes Algas: abundantes pedazos alargados de coralináceas

Foraminíferos planctónicos: frecuentes pequeños organismos mal conservados, muy recristalizados

*Fohsella* (*Globorotalia*) cf. *fohsi peripheroronda* BLOW & BANNER

*Praeorbulina* sp., probablemente dos especies:

*Praeorbulina* cf. *transitoria* (BLOW)

*Praeorbulina* cf. *sicana* (BLOW)

*Globigerinoides trilobus* (REUSS)

*Globigerinoides* sp.

*Globigerina* sp.

Foraminíferos béticos: pedazos de grandes formas litorales

*Amphistegina* sp.

*Miogypsina* sp.

*Heterostegina* sp.

Raros organismos aglutinados profundos

Radiolarios: ausentes

Metazoarios: algunos pequeños pedazos de equinidos

Raras secciones de tubo carbonatado de anélido poliqueta

Bioestratigrafía: Mioceno medio en su parte inferior - Langhiense  
Entre la biozona M5b y la biozona M6.

Diagénesis: cemento micrítico.

Medio de depósito, paleoentorno: marino, epibatial (= pendiente batial = talud continental o talud batial).

**Lámina delgada N° 18 PU 9110 Lat.: 19°58091/ Long.: -69°89912**

Nombre: BIOPELESPARITA

Estructura: porosa

Textura: grainstone

Constituyentes:

Litofase: frecuentes pellets y peloïdes

Biofase: Eubacterias: papel importante de las cianobacterias en la fuerte micritización de los bioclastos

Eucariotes Algas:

- abundantes pedazos rodados de thalle de caulerpale (algas verdes)
- más raros pedazos de coralinaceas melobesiae

Foraminíferos planctónicos: ausentes

Foraminíferos béticos: algunos pedazos muy rodados de Soritinae y de Archiasinae

Radiolarios: ausentes

Metazoarios: - varias pequeños gasterópodos

- algunos pedazos muy rodados y recristalizados de corales

Bioestratigrafía: probable Mioceno ?

Diagénesis: raro con cemento esparítico.

Medio de depósito, paleoentorno: marino, plataforma interna, infra litoral muy proximal agitado.

**Lámina delgada N° 18 PU 9131 Lat.: 19°58228/ Long.: -69°98766**

Nombre: BIOLITOMICRITCON ALGARIA

Estructura: construida, encostrada

Textura: bindstone

Constituyentes:

Litofase:

- algunos pellets y peloïdes
- varias extraclastos de calizas bioclásticas encostrados por laminas algobacterianas

- algunos cristales de feldspatos

Los extraclastos de calizas bioclásticas con miliolas de 2 a 12 Mm.

aproximadamente, son angulosos a sub-angulosos, encostrados por cianobacterias constituyendo tipos de oncoïdos.

Biofase:

Eubacterias: facies esencialmente debido a la acción de las cianobacterias

Eucariotes Algas: pequeños pedazos de coralinaceas melobesiae

Foraminíferos planctónicos: ausentes

Foraminíferos béticos: contenidos casi exclusivamente en extraclastos muy frecuentes pequeños organismos porcelanosos miliolideos

*Spiroloculina* sp.

*Quinqueloculina* sp.  
Algunas pequeñas formas hialinas:  
Discorbidae  
*Eponides* ? sp.  
Pequeños aglutinados Textulariidae

Radiolarios: ausentes

Metazoarios:

- algunos carapazones de ostracodos
- algunos pequeños fragmentos de moluscos

Bioestratigrafía: ausencia de criterio.

Diagénesis: cemento micrítico.

Medio de depósito, paleoentorno: plataforma interna, nivel medio litoral probablemente en agua salobre.

### **Lámina delgada N° 18 PU 9190 Lat.: 19°64499/ Long.: -69°92676**

Nombre: BIOESPARITA

Estructura: muy recristalizada, porosa

Textura: grainstone

Constituyentes:

Litofase: algunos peloïdes

Biofase:

Eubacterias: importante papel de las cianobacterias en la fuerte micritización de la facies

Eucariotas: Algas: frecuentes pequeños pedazos rodados y fuertemente micritizados de coralinaceas melobesiae

Foraminíferos planctónicos: algunos muy raros organismos de

globigerinidos

*Globigerina venezuelana* (HEDBERG)

Foraminíferos bénticos: grandes arenáceos de estructura compleja

Textulariidae

Numerosos pequeños miliolideos incluyendo *Miliolinella* sp., *Sigmoilina* sp., *Spiroloculina* sp., *Massilina* sp., etc

Planorbulinidé

*Amphistegina* sp.

Soritinae

Discorbidae

Radiolarios: ausentes

Metazoarios:

- algunos fragmentos rodados de corales, equinidos, asteria (= estrella de mar), moluscos bivalvos y probable gasterópodo
- algunos carapazones de ostracodos

Bioestratigrafía: Cenozoico - Oligoceno medio a Plioceno inferior, entre P21 y PL1 ; presunciones para el Mio-Plioceno.

Diagénesis: cemento calciesparítica. Facies que ha sufrido una fuerte recristalización por exposición en medio sub aéreo vadoso, luego una meteorización que ha borrado las varias fases de cementación.

Medio de depósito, paleoentorno: marino, plataforma interna.

Resalta de estas descripciones la abundancia de los foraminíferos béticos tal como planctónicos retrabajados y en extraclastos depositados en medio marino de plataforma externa a interna.

La edad tiene que considerarse como Mioceno superior a Plioceno inferior con retrabajo de fauna mioceno medio basal proviniendo probablemente de la erosión de la Unidad de los Hoyos debajo de la discordancia. La edad superior esta determinada por las edades de las margas superiores: Zancleense (Plioceno inferior basal).

El contacto o la transición con estas margas superiores no se observo en el campo por la meteorización fuerte de los afloramientos.

#### 1.1.3.3. Conclusiones parciales

La Formación Villa Trina - Haitises constituye el armazón de la estructura anular de La Península de Río San Juan - Cabrera. Se deposita entre el Mioceno superior y el Plioceno basal en forma de plataforma discordante encima de una unidad ante Miocena deformada. Las calizas micríticas y coralinas del Miembro la Piedra y las margas superiores constituyen el substrato frecuentemente emergido encima del cual se desarrollaron, en discordancia entre el Plioceno inferior y Holoceno, episodios sucesivos de carstificación, de depósitos las calizas coralinas, erosión de dichas calizas y del substrato carstificados, así que un basculamiento de todo el edificio

#### 1.1.4. Formación La Isabela

Bajo esta denominación se pueden recoger las calizas y rocas siliciclásticas asociadas formadas en medios sedimentarios relacionados con los arrecifes que rodearon La Española durante el Pleistoceno. Fue definida por Marcano y Tavares (1982) en las proximidades de La Isabela, en la costa norte de la RD, pero sus características litológicas, de facies y de arquitectura estratigráfica se repiten con pequeñas variaciones en largos segmentos de la costa dominicana, especialmente en el este y sureste. Sólo describo con detalle cada facies la primera vez que aparece en el texto. En capítulos sucesivos hago sobre todo hincapié en las peculiaridades de dicha facies en esa área.

##### 1.1.4.1. La Formación La Isabela en la costa norte de la Hispaniola

Se trata de un conjunto de materiales, en los que predominan las calizas, que tienen la peculiaridad de estar dispuestos en escalones sucesivos que descienden desde altitudes de unos 200 m hasta el mar. En todos los escalones se encuentran litologías y facies similares que responden a un mismo modelo sedimentario, pero la propia dinámica tectono-sedimentaria de la formación, como se verá más adelante, y la distribución de afloramientos (canteras, acantilados, etc.) hace que la información provenga sobre todo de los dos escalones inferiores. Las litologías representadas son principalmente calizas arrecifales, calizas bioclásticas, calizas margosas, margas, arenas y conglomerados.

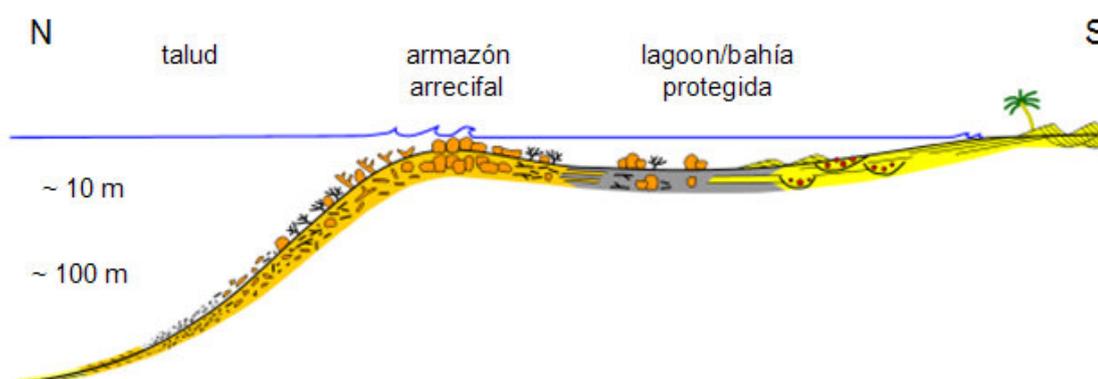


Fig. 59: Formación La Isabela – esquema de reparticiones y asociaciones de las facies principales..

##### 1.1.4.2. Descripción general de las facies

A continuación se describe las distintas facies reconocidas empezando por el armazón arrecifal y continuando primero con las que aparecen hacia mar abierto y después con las más internas.

## **Almacén arrecifal o “Framestone” de corales**

Esta facies está constituida por la superposición y acumulación de esqueletos de colonias de coral, en posición de vida o más o menos volcadas y con distintos grados de fragmentación. Las colonias de coral presentan en muchos casos costras de diverso grosor de algas rojas coralinales. Entre las colonias de coral se observa un sedimento interno de calcirudita-calcarenita bioclástica, compuesta de fragmentos de coral, algas, moluscos, equinodermos y briozoos en una matriz micrítica. El sedimento interno no siempre rellena completamente los espacios entre los corales, lo que unido a los huecos producidos por la disolución de los esqueletos de coral, produce una elevada macro porosidad en esta facies. Donde la exposición lo permite, se observa una cierta zonación en la composición de los corales constructores principales, que afecta sobre todo a las proporciones relativas de los mismos. En el núcleo de la construcción, el coral de ramas muy gruesas *Acropora palmata* aparece junto a numerosas y grandes (hay ejemplos de más de 2 m de altura) colonias masivas, en domos más o menos subdivididos internamente de *Montastrea annularis*, *Diploria*, *Siderastrea* y *Porites*. Se encuentra también alguna rama de otras formas de *Acropora*. Hacia el mar (actual, que corresponde con el pasado) se reduce la proporción relativa de las colonias en domos y predominan las ramas gruesas de *A. palmata* que dejan luego paso a una mayor proporción de colonias de ramas finas de *Acropora prolifera* y *Acropora cervicornis*. En el núcleo, la construcción es masiva, pero define una cierta estratificación grosera, que buza ligeramente hacia el mar en las zonas más ricas en *Acropora*.

Interpretación: Es obvio que estas facies representan los restos conservados *in situ* de arrecifes de coral, muy semejantes, tanto en componentes como en la zonación de la composición, a los arrecifes actuales del Caribe.

### **Brechas, calciruditas y calcarenitas bioclásticas**

Se trata de depósitos formados por fragmentos de coral, moluscos, algas coralinales y *Halimeda*, equinodermos, foraminíferos y briozoos. Las brechas son muy heterométricas y la selección del tamaño de grano aumenta con la disminución de éste. En las calciruditas de grano más fino y en las calcarenitas suele ser patente una bioturbación de fondo, de trazado vertical, que resalta con la meteorización. Es frecuente encontrar colonias decimétricas masivas de coral, sobre todo de *Montastrea* y *Diploria*, volcadas y dispersas entre las calciruditas. Presentan contenidos variables de matriz micrítica

(texturas “rudstone”, “grainstone” y “packstone” si se combina tamaño de grano y presencia de barro micrítico entre los bioclastos). Cuando hay una matriz micrítica es perceptible una elevada porosidad por disolución de bioclastos (probablemente sobre todo aragoníticos). Estas facies aparecen en clinofomas con un buzamiento de hasta 18-20 grados, que disminuyen de potencia y de tamaño de grano pendiente abajo. Pendiente abajo incrementa también la definición de la estratificación interna dentro de las clinofomas. En corte transversal, las clinofomas tienen bases erosivas que trazan canales amplios y someros. Cuando la estratificación interna se puede observar, dibuja el relleno de los canales. La potencia máxima observada es de unos 30 m en la cantera del Camino de la Ermita de la Vereda en la Hoja de Cabrera.

Interpretación: Estas facies representan la acumulación, pendiente abajo y mar adentro, de los derrubios bioclásticos procedentes de la destrucción del arrecife y la fragmentación de los esqueletos de los distintos organismos que en él vivieron. A ellos se suman los restos de los organismos que vivieron directamente mar adentro del arrecife sobre su talud de derrubios y que pertenecen a los mismos grandes grupos. En el desplazamiento pendiente debajo de los bioclastos se produce una segregación general de tamaño de grano, que disminuye hacia abajo, lo que favorece una mejor definición de laminaciones y estratificaciones. Al menos episódicamente, los flujos de derrubios excavaban los acumulados previamente, produciendo erosiones y ligeras discordancias internas.

### **Calcarenitas finas, calcisiltitas y margas**

Estas litologías aparecen alternando en capas centimétricas a decimétricas, en paquetes métricos discordantes entre si (Fig. 5). En la única localidad en que estas facies están bien expuestas (Acantilado de la Playa de Cabo Francés Viejo, 1939850/6956300), aunque la mayor parte del afloramiento es inaccesible, se observa un incremento de las capas calcareníticas, las de tamaño de grano más grueso, hacia arriba, tanto en el conjunto de la sección como en el interior de cada paquete de capas. La potencia mínima observada es de unos 20 m.

Interpretación: Son las facies más distales de los taludes arrecifales, en las que se combina la llegada de los derrubios más finos del arrecife (calcarenitas y calcisiltitas) con sedimentos de mar abierto, mezclas de arcillas y limos y componentes planctónicos (margas). Los paquetes de capas corresponden a distintos episodios de crecimiento arrecifal, lo que explica las discordancias internas (ver más adelante). El incremento de

las capas calcareníticas hacia techo es el resultado de la progradación o avance mar adentro de los arrecifes, tanto en cada fase como a lo largo del tiempo en sucesivos episodios.

### **Calizas margosas y margas con corales y moluscos**

Se trata de calizas micríticas y calcarenitas bioclásticas (“wackestones” a “packstones”) con contenido margoso variable. Siempre se observan moluscos, sobre todo moldes, y pequeños cabezos de coral dispersos (generalmente *Montastrea* y *Diploria*). Contienen foraminíferos bentónicos y restos de equinodermos dispersos en la matriz, junto a los huecos de disolución, más o menos completa de los esqueletos aragoníticos. Se disponen en capas finas, centimétricas a decimétricas, bien estratificadas. Se observa en afloramientos dispersos en el entorno del Promontorio de Cabrera, con poca potencia (hasta 4 m) y poca continuidad lateral. El más representativo está en la Loma de la Jagua (1938565/6957330).

Interpretación: Son facies de retroarrecife o lagoon protegido, sin influencia siliciclástica gruesa.

### **Conglomerados, arenas y limos con moluscos y corales**

Las arenas son siliciclásticas con contenido bioclástico, tamaño de grano y cementación variables. El grado de cementación suele incrementar con el tamaño de grano. Los conglomerados son poligénicos y también de tamaño de grano y grado de heterometría variables, desde microconglomerados de gránulos a conglomerados muy heterométricos con bloques. Los conglomerados y arenas pueden aparecer en canales o en lentejones de variada potencia y continuidad lateral, de escalas centimétricas a métricas. Las arenas, además, pueden aparecer también en capas horizontales centimétricas a decimétricas, a veces alternado con limos con laminaciones o estratificaciones cruzadas de pequeña escala y rizaduras (“ripples”). Entre estos depósitos se encuentran moluscos dispersos, concentraciones de ostreidos, equinodermos y colonias de coral, en ocasiones de dimensiones métricas. Estas últimas suelen ser domos de *Montastrea*, *Diploria*, *Porites* o *Siderastrea* en posición de vida. También aparecen, generalmente a techo del conjunto, arenas con estratificación y laminación paralelas con inclinaciones de bajo ángulo hacia el mar. La sección de referencia para estas facies es el pequeño acantilado del extremo noroeste de la Bahía de Maimón (1950290/7046740), dónde alcanzan unos 12 metros de espesor.

Interpretación: El conjunto representa los depósitos costeros y de lagoon/bahía protegida por las construcciones arrecifales en zonas con influencia de sedimentación terrígena. Conglomerados y arenas canalizados y en cuerpos lenticulares, provienen de la descarga de pequeños ríos en el lagoon/bahía. Las arenas, a veces con estructuras que indican corrientes poco intensas, y limos son los depósitos del lagoon/bahía en los que crecieron pequeños parches de coral o fueron colonizados por agrupaciones de ostreidos. Por último, las facies de arenas con laminación/estratificación paralela de bajo ángulo se formaron por el avance de la playa sobre los sedimentos del lagoon/bahía. Las bahías actuales de la costa norte de La Española, en las que descargan ríos de pequeñas dimensiones y que están cerradas en diversos grados por una barrera de arrecifes, son buenos análogos del medio sedimentario representado por estos depósitos.

### **Calcarenitas y arenas con estratificaciones cruzadas de alto ángulo**

Cualquiera que sea la proporción del contenido de carbonato bioclástico, se trata de arenas bien seleccionadas, con estratificaciones cruzadas muy patentes y grados diversos de bioturbación. Aparecen sobre otras facies, particularmente en la superficie del techo del escalón inferior. El afloramiento de referencia son de escasa entidad (dimensiones métricas) y están dispersos en la urbanización Costambar, al oeste de Puerto Plata (1948530/7042600)

Interpretación: Se trata de los restos de dunas eólicas coetáneas con los depósitos arrecifales la Fm La Isabela.

#### 1.1.4.3. Modelo sedimentario y contexto de la formación-erosión de las facies de la Formación Isabela

De la interpretación de las facies y de sus relaciones laterales y verticales Braga J.C. (2009). propone un modelo sedimentario en el que los ambientes costeros (playas y desembocaduras de ríos), pasaban lateralmente a bahías protegidas o lagoones, de centenares de metros a pocos kilómetros de extensión perpendicular a la costa, situados atrás unas barreras arrecifales que por delante tenían unos taludes con una pendiente relativamente alta que acaban en zonas suficientemente profundas para no ser afectadas por las tormentas (Fig. 9). En el interior de cada fase de desarrollo de la formación, correspondiente a un escalón, las facies de medios costeros avanzan sobre las de lagoon y las construcciones sobre sus propios taludes.

Las calizas arrecifales y depósitos asociados que se ajustan al modelo sedimentario antes descrito afloran en escalones, desde unos 300 m de altitud hasta el mar. La distribución en escalones y la compleja estratigrafía interna que presentan estos materiales se deben a que se formaron durante un periodo con marcados cambios en el nivel de mar global (cambios eustáticos) coetáneos con el levantamiento de la costa norte de La Hispaniola. Esta combinación de movimiento vertical del sustrato con subidas y bajadas del nivel del mar explica también el modelado (geomorfología) de estas rocas y el diferente grado de carstificación según su altitud.

A continuación se ilustran esquemáticamente Braga J.C. (2009) unas pocas fases sucesivas de A a D de la formación-erosión de las rocas y la disposición estratigráfica y geomorfología resultantes:

### Fase A

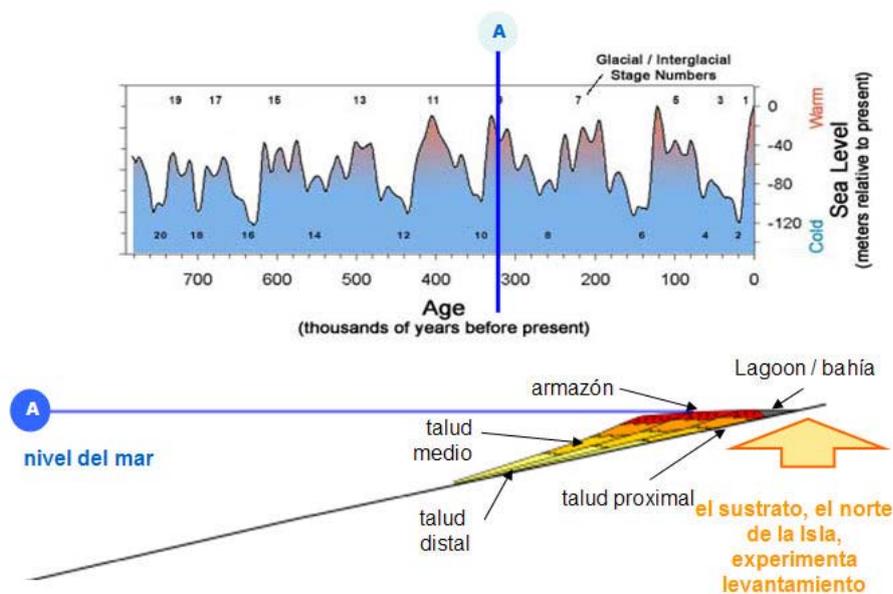


Fig. 60: Formación La Isabela - Fase A de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009).

Comenzamos el esquema en una fase de mar global alto cualquiera (p.e. en el Estadio Isotópico 9, hace 330000 años)

En el arrecife en cada momento (o episodio de crecimiento) hay una distribución de facies como la que se ha visto en las diapositivas anteriores

El nivel de mar estable y el levantamiento de la Isla fuerzan la progradación (avance hacia el mar) de los sucesivos episodios de crecimiento arrecifal e, incluso, que la cresta del arrecife esté cada vez más baja. El dispositivo estratigráfico es regresivo: en la vertical facies más someras descansan sobre facies más profundas

### Fase B

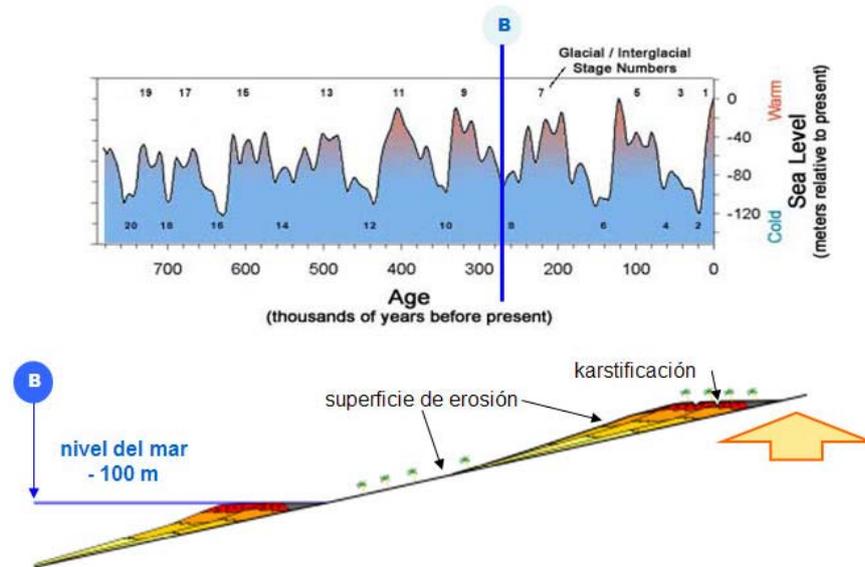
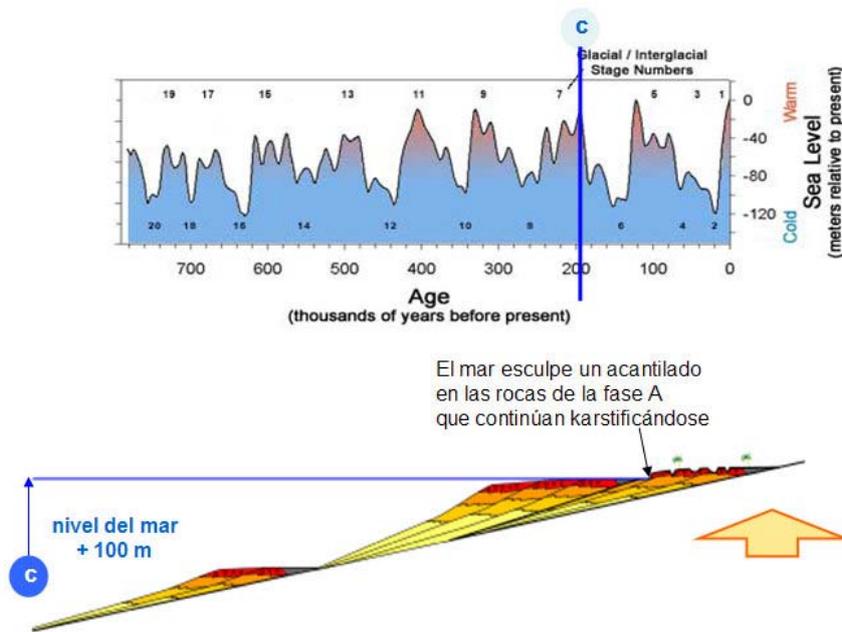


Fig. 61: Formación La Isabela - Fase B de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009).

Siguiendo la curva, con el tiempo el nivel de mar global va bajando del orden de unos 100 m mientras que el sustrato sigue subiendo. Normalmente, la combinación de la bajada eustática y el levantamiento no permite desarrollo arrecifal importante mientras el mar baja. El arrecife crece bien cuando el mar se estabiliza abajo (“lowstand”). Mientras tanto, los depósitos de la fase previa decrecimiento arrecifal quedan expuestos a la erosión y carstificación subáreas.

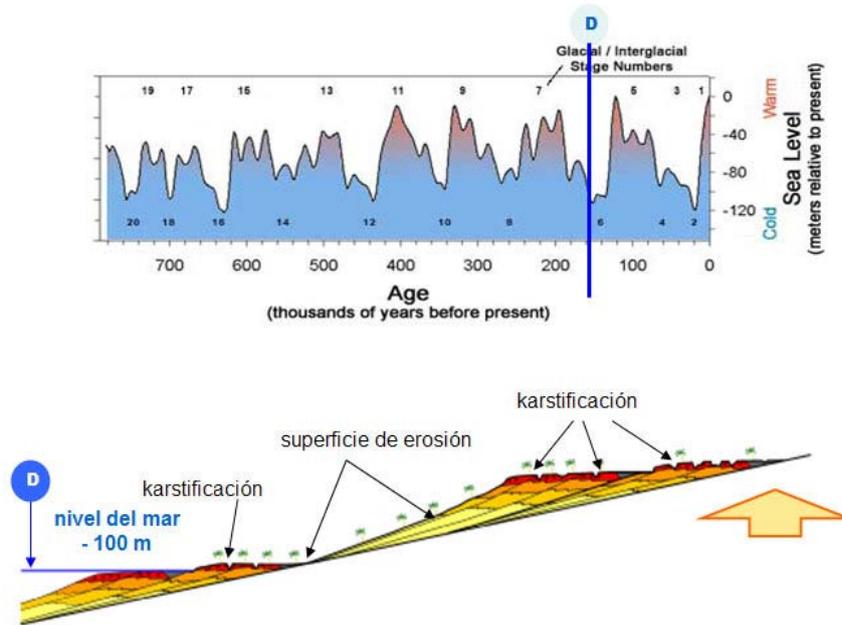
### Fase C



**Fig. 62:** Formación La Isabela - Fase C de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009).

El mar recupera su nivel global, subiendo del orden de 100 m. Como la Isla ha subido mientras tanto (típicamente pasan 100000 años entre dos periodos de mar alto), el mar no alcanza la altura de los arrecifes de la fase A. El mar esculpe un acantilado en las rocas de la fase A que continúan carstificándose. La nueva fase de crecimiento se comporta como la fase A. Los depósitos de C descansan sobre una superficie de erosión desarrollada sobre A. El dispositivo sigue siendo regresivo pero con superficies erosivas internas

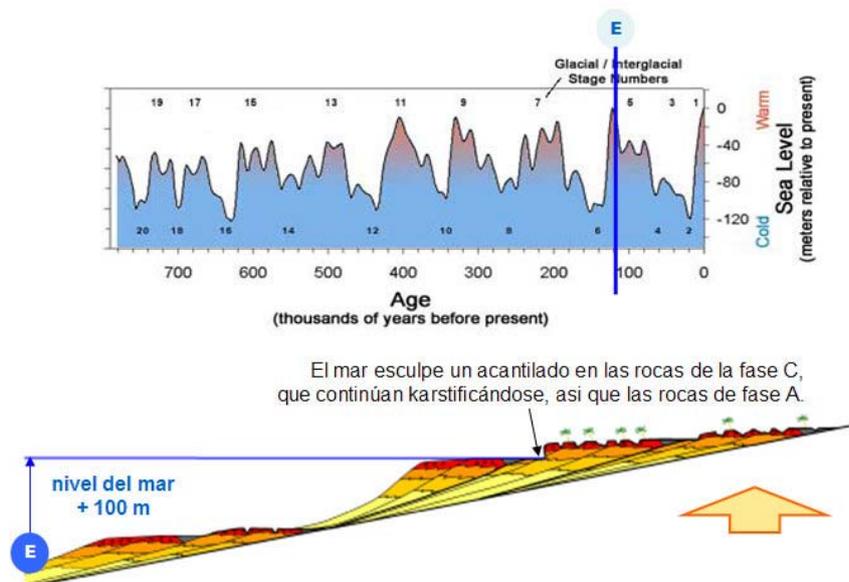
#### Fase D



**Fig. 63:** Formación La Isabela - Fase D de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009).

El nivel de mar vuelve a bajar del orden de 100 m. Se repite la situación que condujo a la fase B. En esta fase comienza la carstificación de las fases B y C, mientras que en la fase A lleva ya produciéndose un largo tiempo

### Fase E



**Fig. 64:** Formación La Isabela - Fase E de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009).

El mar recupera su nivel global, subiendo del orden de 100 m. Como la Isla ha subido mientras tanto pasan 100000 años entre dos periodos de mar alto, el mar no alcanza la altura de los arrecifes de la fase C.

Las rocas de la fase 1 prosiguen su carstificación, que siempre será más acentuada que la de las rocas de fases más recientes. El antiguo acantilado esculpido durante la fase 3, es suavizado por la erosión. Lo normal es que las rocas de las fases antiguas estén algo basculadas por el levantamiento. La nueva fase de crecimiento se comporta como las fases A y C. Los depósitos de D descansan sobre una superficie de erosión desarrollada sobre C y posiblemente encima de A . El dispositivo sigue siendo regresivo pero con superficies erosivas internas y “saltos” en la secuencia regresiva

Aunque en estudios previos se le otorga una edad Pleistoceno inferior a la Fm La Isabela. Considerando las características estratigráficas de sus depósitos, la cota topográfica, los diferentes grados de carstificación que presenta y el modelo de apilamiento de secuencias sedimentarias, todo parece indicar una etapa continuada de producción de carbonatos arrecifales desde, al lo meno, el Pleistoceno a la actualidad. Sin embargo, la ausencia de buenos organismos datadores nos hace imposible fechar con precisión su base, que es mas reciente que Plioceno inferior, edad atribuida al techo de las margas de la Fm Villa Trina - Haitises infrayacentes. Esta base y los depósitos más antiguos correspondientes ubicados en las elevaciones más altas puede haber sido completamente carstificados y corresponder a acumulaciones de arcillas residuales en los sectores más elevados

#### 1.1.4.4. Descripción particular a la Hoja de Cabrera

##### 1.1.4.4.1. Introducción

En el marco particular de la Hoja se describen como Formación Isabela las facies más calcáreas y coralinas de la formación Isabela que son:

Las calizas coralinas brechoides amarillentas a blanquecinas en edificios de arrecife coralinas o armazón arrecifal Ocupan a minima 19km<sup>2</sup> equivalente a 8.9% de la superficie terrestre de la hoja.

Las calizas coralinas brechoides amarillentas a blanquecinas en brechas de talud y margas inter estratificadas. Ocupan 60km<sup>2</sup> equivalente a 29% de la superficie terrestre de la hoja.

Las otras facies de bahía o golfo esta descritos a parte por la representación extensa y cartografiable que poseen y otras peculiaridades que tienen (facies terrígenos o estuarinos acumulaciones de arcillas expansivas de golfo o de lago endorreico, dunas y playas fósiles. Estos depósitos descritos en la presentación general como accesorios en la Fm Isabela tienen en el marco de la hoja, tal como en la hoja Nagua, una representación cartográfica que merece una descripción individualizada. Sin embargo pueden considerarse como parte del sistema de sedimentación pleistoceno global.

La Península de Río San Juan Cabrera lleva en su morfología y topografía marcas de los eventos ante descritos (periodos o fases de depósitos / erosión de la Formación Isabela). El análisis de la topografía permite identificar una serie de planicies o restos carstificados de superficies que corresponden a emersiones, carstificaciones, depósitos y erosiones marinas que se sucedieron desde el Plioceno inferior hasta el periodo actual. Este tipo de estructuras de terrazas marinas se encuentran igualmente en la Hispaniola en la Península Noroeste de Haití (Mann et al 1995)

Considerándolo, describimos en primer lugar los rasgos geomorfológicos correspondiendo a la Formación La Isabela y en segundo lugar las diferentes litologías encontradas en dicha formación.

En trabajos anteriores, Dolan (Dolan 1999) identifica una serie de más de 15 trazas y escarpes de terrazas de erosión marinas en la Península de Río San Juan (Fig. 65). Estas trazas pueden agruparse en 7 superficies principales de erosión o razas (Fig. 67) cuyas las cuatro ultimas (de 4 a 7) se desarrollan principalmente encima facies perteneciendo a la Fm. Isabela. La superficie 4b corresponde probablemente a una parte de la superficie 4a hundida por tectónica.

Esta agrupación de terrazas corresponde a las razas principales que resaltan de manera espectacular en el paisaje particularmente desde la Punta la Mina en el Sureste de la hoja (Fig. 66).

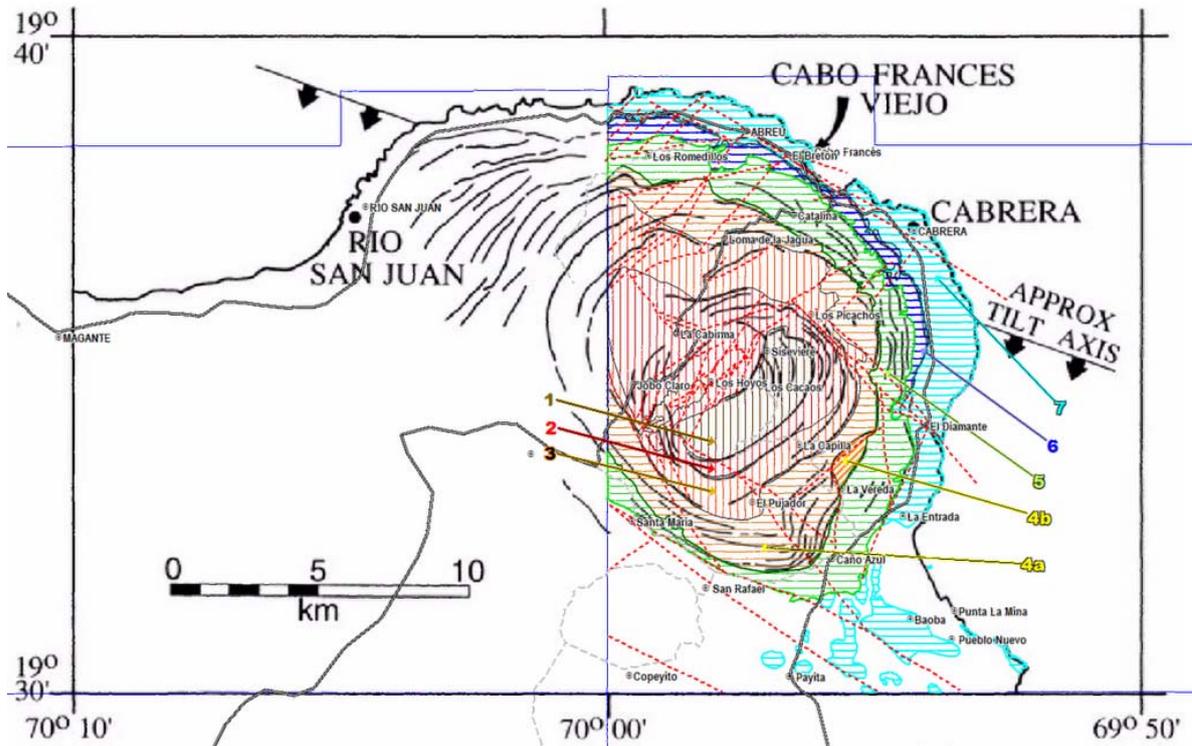
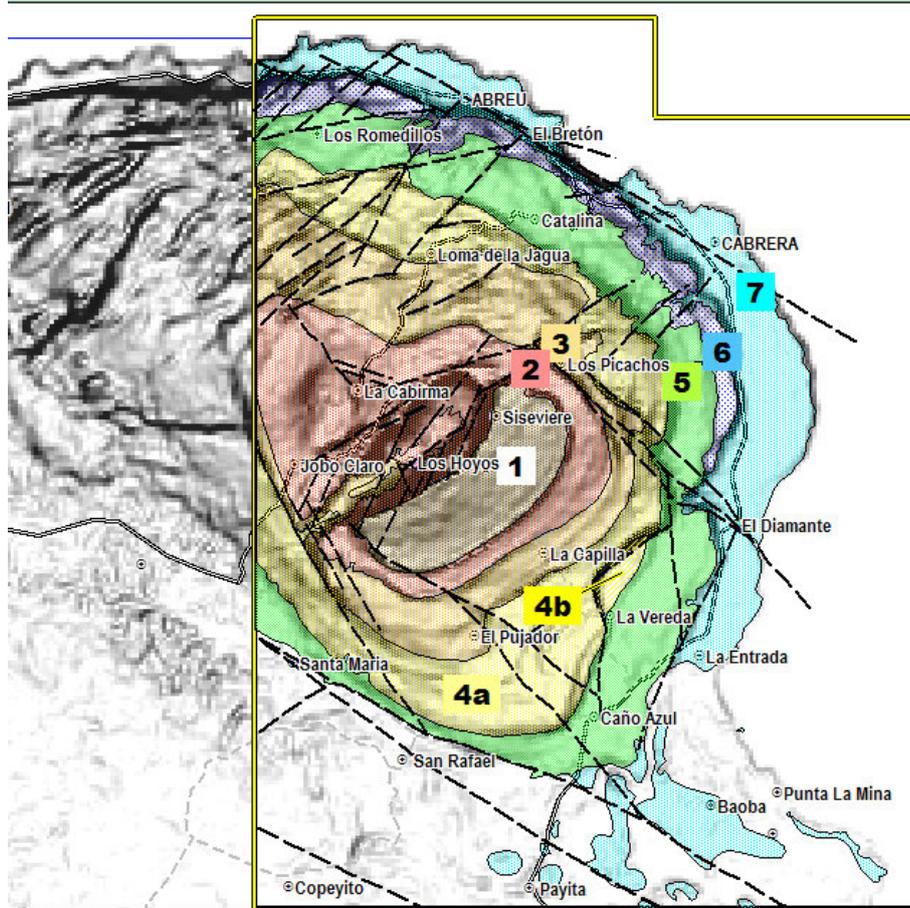


Fig. 65: Formación La Isabela - Esquema del conjunto de terrazas de la Península de Río San Juan según Dolan (Penrose conference 1999) con los rasgos tectónicos y la agrupación propuesta en 7 terrazas.



Fig. 66: Fm. La Isabela: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera desde Punta La Mina con las razas 4 a 7 y la zona somital carstificada (K).

Las superficies 1 a 3, aun que visibles en la topografía, corresponden a planadas inclinadas muy carstificadas donde no se observan relictos de facies correspondiendo a la Fm. Isabela. Este hecho será por erosión total de los depósitos, por carstificación completa, inversión debido a la carstificación diferencial o ausencia de depósitos. Estas tres superficies están entalladas por la incisión de los Hoyos que permite considerar las como mas antiguas que las cuatros mas recientes.



**Fig. 67:** Fm. La Isabela: Esquema de repartición de las superficies de erosión en la parte oriental de la Península de Río San Juan Cabrera con los principales rasgos tectónicos y la pendiente del modelo numérico de Terreno (SRTM).

La ultima terraza (7) sobreyace el nivel del mar de unos 20m en la zona Norte (Cabo Francés) y de unos metros el nivel actual del mar en el sector de Playa Diamante en la Entrada de Cabrera indicando un levantamiento actual del sector Norte de esta plataforma o raza (Fig. 71).

En Cabo Francès. y Playa Preciosa la superficie de erosión inferior del deposito erosionado por la terraza 7 esta desarrollada encima de las margas superiores de la formación Villa Trina - Haitises (Plioceno inferior). Este hecho traduce una elevación relevante de la parte Septentrional de la península desde al mínimo al Plioceno basal. Los estudios de microfaua (muestra **18 PU 9308**) de la indican en estas facies una profundidad de depósitos entre 400 y 800m al Zancleense.

Una estimación del basculamiento relativo de las diferentes razas con el pendiente general desde un punto medio al norte y otro punto medio al sur nos permite ver la

intensidad y la evolución del basculamiento El "tilt axis" propuesto por Dolan (1999) corresponde a el sitio de mayor elevación del substrato plioceno.

Rasas	ALTO	BAJO	DISTANCIA (m)	Pendiente hacia el Sur en ‰
7	27	7	13170	2
6	114	68	6040	7,6
5	141	15	15290	8,2
4	220	94	13160	9,6
3	290	148	8810	16
2	354	226	5980	21
1	424	250	5540	31

Fig. 68: Fm. La Isabela: Planilla de calculo de la pendiente de las diversas terrazas según los datos de elevación del modelo numérico de Terreno (SRTM).

El aumento hacia el norte del desnivel del farallón del acantilado entre la terrazas 6 y 7 en la Caño Azul al Sur (10 m) y Abreu Cabo Francès. (40 m) atesta de este basculamiento ya anterior a la terraza 7

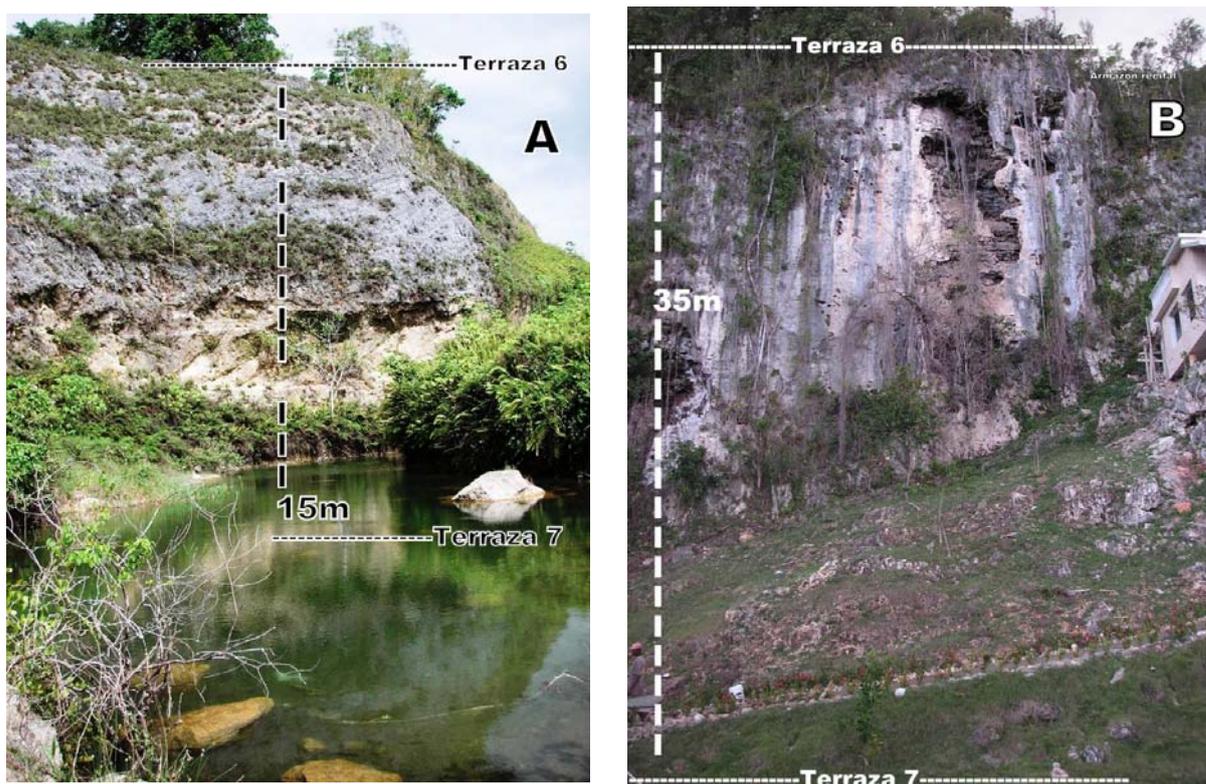


Fig. 69: Fm. La Isabela: Cambio de elevación del acantilado entre las terrazas 6 y 7 en Caño Azul (A) y Cabrera (B).

(A) 18PU9010 Lat.: 19°53014 / Long.: -69°93272 - Cantera al oeste de carretera / (B)18PU9319 Lat.: 19°63338 / Long.: -69°90784 - Cabrera - Barrio residencial al Oeste de la carretera.

Este basculamiento esta efectivo desde la formación de las terrazas mas antiguas como lo indica la con los valores de la pendiente de las varias terrazas. En esta planilla se nota

la individualización de las terrazas 4 a 7 con una disminución de pendiente moderada (9.6 a 2 °/° en comparación de las razas 3 a 1 que presentan ordenes de valores mas altas 31 a 16 °/ °.

En el estudio de geomorfología detallado se ha individualizado una serie de 11 terrazas de abrasión.

Formación	Terrazas principales	Plataformas de abrasión	UNIDAD ARTOGRÁFICA (ERRAZA MARINA)	SECTOR SEPTENTRIONAL		SECTOR SUDORIENTAL		DATACIÓN N (ka)	EDAD
				COTA (m)	TASA DE ELEVACIÓN (mm/a)	COTA (m)	TASA DE ELEVACIÓN N (1) (mm/a)		
LA ISABELA	<b>T7</b>	r1	<b>o</b>	24	0,197	12	0,098	<b>121+9</b>	126 ka
	<b>T6</b>	r2	<b>ñ</b>	70	0,276	25	0,098	254,0	
		r3	<b>n</b>	130	0,366	35	0,098	355,5	
	<b>T5</b>	r4	<b>m</b>	180	0,221	80	0,098	812,7	781 ka
		r5	<b>l</b>	-	-	90	0,098	914,3	
		r6	<b>k</b>	220	0,221	100	0,098	1015,8	
		r7	<b>j</b>	240	0,170	180	0,127	1415,7	
LOS HAITISES	<b>T4</b>	r8	-	280	0,162	220	0,127	1730,3	1806 ka
	<b>T3</b>	r9	-	320	0,136	300	0,127	2359,6	
	<b>T2</b>	r10	-	360	0,135	340	0,127	2674,2	3500 ka
	<b>T1</b>	r11	-	402	0,115	445	0,127	3.500,0	

**121:** datación absoluta corregida y correlacionada con la Llanura Costera del Caribe.

(1) Tasas calculadas en base a la atribución temporal de r1(Fm La Isabela) y r11 (Fm Los Haitises).

Fig. 70: Fm. La Isabela: Agrupación de las terrazas elementales en familias principales de terrazas (T1 a T7) en la Península de Cabrera (Basado en datos de Braga, 2010).

La influencia de los accidentes tectónicos aparece importante en el modelado de todas las terrazas, que sean antiguas o recientes Al Noroeste particularmente las terrazas aparecen de superficie poco planar debido a la intensidad alta de fallas de rumbo NE-SO. Al Este se observa un acortamiento de la anchura de de las razas 6 Y 7 correspondiendo al trazado de la falla Abreu Cabrera. Este acortamiento de la superficie de raza corresponde también a una elevación del desnivel o acantilado entre las terrazas 6 / 7 y 5 / 6 así como al el eje de "Tilt axial" propuesto por Dolan (1999).

Las terrazas 4 a 7 están afectadas por la falla reciente de los Picachos - Playa Diamante. La misma falla constituye también el limite NE de las terrazas 1 a 3.

Al sur la falla de San Rafael-Payita constituye el límite meridional del conjunto de terrazas con el golfo del Río Boba a la excepción de la terraza 7 que sobresale mas al sur en formas de manchas aisladas de muy poca elevación en el sector de Payita-Baoba



Fig. 71: Fm. La Isabela: Ilustración del la evolución de la elevación de la terraza 7 entre Cabo Francés y playa Diamante .

En el modelo sedimentario y contexto de la formación-erosión de las facies se indican depósitos de baja elevación en las fases B y D. En la costa entre Cabo Francès. y Cabrera (de Punta La Guaza a Punta la Marita) se observa un cambio de substrato a la los depósitos de la terraza 7. Al Norte de la Falla Abreu Cabrera (Cabo Francès.) los depósitos descansan encima de las margas de la Fm. Villa Trina. Al Sur de la Falla y hasta cabrera aparecen depositados encima de otra raza cuya elevación del techo corresponde al nivel del mar actual, sin desarrollo de plata forma marina con

probablemente un acantilado hundido y un pendiente de 70% entre las curvas batimétricas frente a la Punta Mata Hambre.

En el campo esta costa se presenta en una pared vertical sin desarrollo de notch, sin barreras de corales actuales rompeolas y expuestas a las oscilaciones del oleaje de alta-mar (Fig. 72). Cabe señalar esta ausencia de notch de erosión o poco marcado en todos los farallones de la costa Norte. Se observa el notch en el sector de Cabrera (Fig. 73) donde aparece más como una erosión más intensa de las margas de talud el notch típico de disolución de forma más aguda.



Fig. 72: Fm. La Isabela: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera en Punta La Guaza.

Armazón de la raza 7 subyaciendo directamente a una raza de una fase de sedimentación anterior con nivel marino bajo.

18PU9384 Lat.: 19°65505 / Long.: -69°92283



Fig. 73: Fm. La Isabela: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera en Punta Marita.

Armazón de la razas 7 y depósitos del talud proximal subyaciendo directamente a una raza desarrollada encima de una fase de sedimentación anterior de nivel marino bajo.

18PU9059 Lat.: 19°64684 / Long.: -69°90331



Fig. 74: Fm. La Isabela: Vista del notch de erosión en la base de la terraza 6.

18PU9341 Lat.: 19°56367 / Long.: -69°90831 - Lago Dudu

Al pie del acantilado de la terraza 6 en sectores libres de bloques derrumbados o de vegetación se observa un notch antiguo carstificado. Es visible en el sitio del Lago Dudu donde se conecta con cuevas de piso horizontales. Formas similares están observadas en la parte externa del límite de la terraza 1 en el punto 18PU9027 Lat.: 19°57338 / Long.: -69°95984) sin que no se puede identificar claramente como paleonotch.

#### 1.1.4.4.2. Litología

Las facies descritas a continuación son las facies de sedimentación típicamente marinas de la Formación Isabela. Cartográficamente se han distinguidos dos facies por sus firma topográficas que presentan y la abundancia de colonias o apilamientos de macro corales que presentan.

##### 1.1.4.4.2.1. Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides amarillentas a blanquecinas en edificios de arrecife coralinas (6)

En la línea de costa estas facies constituyen la parte superior del farallón costero de manera casi continua desde Punta Preciosa al Noroeste hasta la Entrada de Cabrera en el Sector Sureste. El afloramiento más espectacular corresponde al acantilado de Cabo Francés (Fig. 75 y Fig. 76) .

Corresponde al corte de la raza 7 constituida por el último depósito emergido de la Fm. La Isabela. Son poco carstificados a la diferencia de los edificios de las terrazas anteriores. El espesor es variable entre 2m a 15m en unas secciones. Sobreyacen locamente a facies de talud proximal con cantos coralinos de menor tamaño y con matriz más abundante. Esta facies está constituida por la superposición y acumulación de esqueletos de colonias de coral, en posición de vida o más o menos volcadas y con distintos grados de fragmentación (Fig. 75 y Fig. 76).

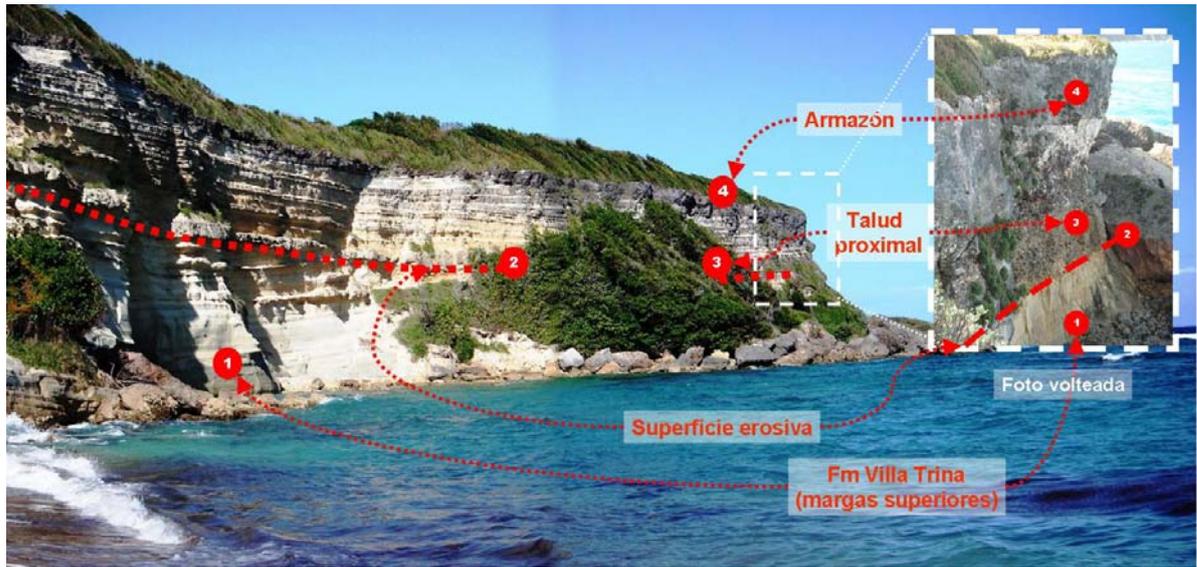


Fig. 75: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoideas en edificios de arrecife coralinas en Cabo Francés con el armazón superior y el talud proximal en discordancia sobre las margas superiores de Villa Trina..

18PU9105 Lat.: 19°66646 / Long.: -69°93703 - Punta Cabo Francés. Viejo.

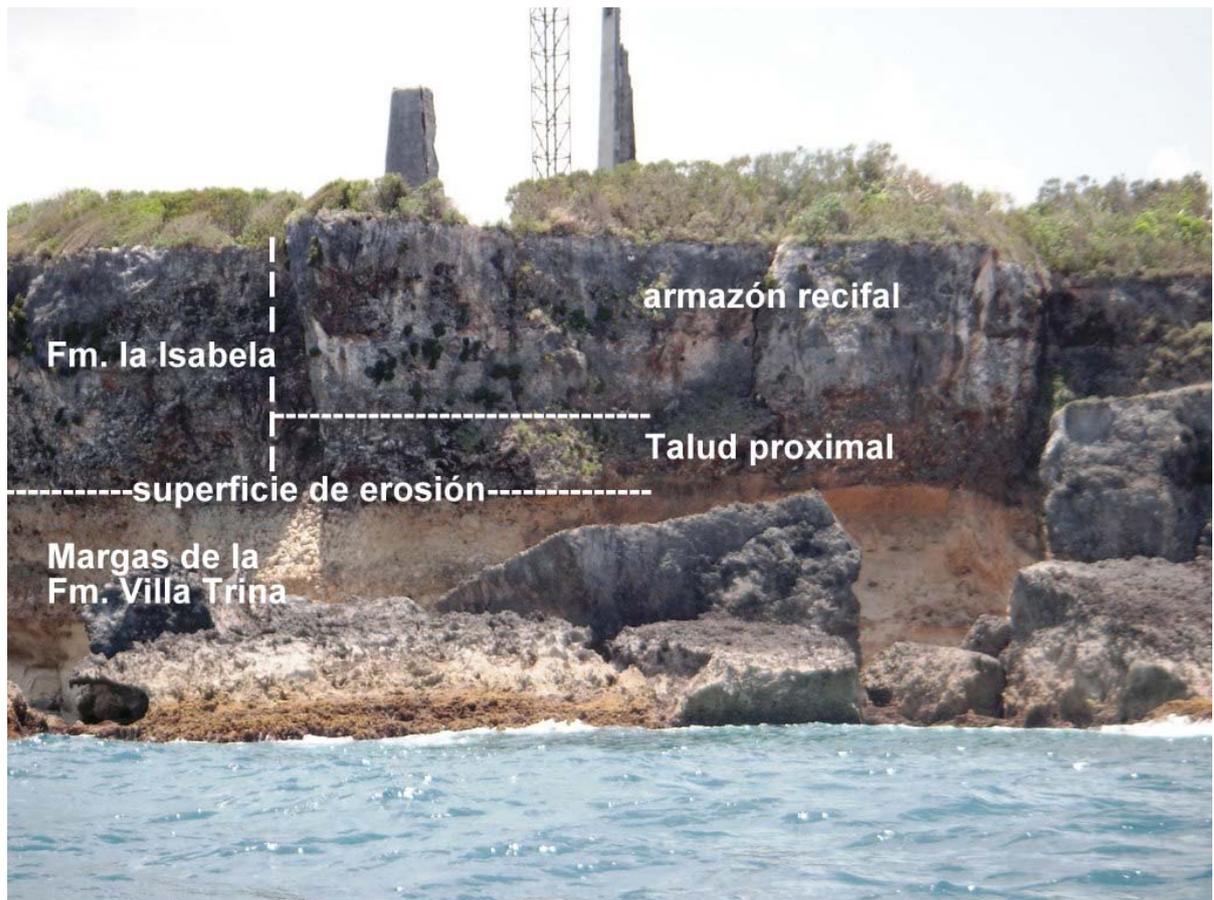


Fig. 76: Fm. La Isabela: Vista costera de Cabo Francés con las calizas coralinas brechoideas en edificios de arrecifes con el armazón superior y el talud proximal en discordancia sobre las margas superiores de Villa Trina - Haitises Se notan los

bloques del armazón derrumbados con el maremoto del 4 de Agosto 1946.

18PU9379 Lat.: 19°66874 / Long.: -69°93652 - Cabo Francès. vista desde el mar.

Las colonias de macro corales están constituidas principalmente de *Montastrea*, *Porites*, *Diploria*, *Siderastrea*, *Favia*, *Acropora palmata* (Fig. 77 a Fig. 79). Localmente se encuentran colonias ramosas de *Acropora cervicornis* (parcialmente disueltas), entre sedimento bioclástico (Fig. 80)

Las colonias de coral presentan en muchos casos costras de diverso grosor de algas rojas coralinales (Fig. 81). Entre las colonias de coral se observa un sedimento interno de calcirudita-calcarenita bioclástica, compuesta de fragmentos de coral, algas, moluscos, equinodermos y briozoos en una matriz micrítica.

El sedimento interno no siempre rellena completamente los espacios entre los corales, lo que unido a los huecos producidos por la disolución de los esqueletos de coral, produce una elevada macro porosidad en esta facies. Esta porosidad favorece la carstificación del edificio hasta llegar a la constitución de cuevas en el acantilado costero (Fig. 82 y Fig. 83). En las terrazas superiores desde 6 a 4 la carstificación es mas intensa y llega a borrar progresivamente las formas de los corales (Fig. 84 a Fig. 86)

En el sector norte al este de Romedillos, las facies de armazón mapeados corresponden a facies brechosas poco estratificados con presencia de bloques de macro corales (Fig. 87 y Fig. 88). Son muy carstificadas y corresponden a terrazas más antiguas 5 y 4. El paisaje es muy peculiar por la intensa carstificación en el Norte (Fig. 89) tal como en la parte Oeste (Fig. 90).

Al sur de la hoja en la costa actual afloran parches de armazones arrecifales correspondiendo al armazón arrecifal de la terraza 7 (Fig. 91 y Fig. 92). Estos parches de tamaño hectométrico constituyen sectores mas resistentes que aparecen como islitas o afloramiento rocosos en las arenas playeras.

Es obvio que estas facies representan los restos conservados *in situ* de arrecifes de coral, muy semejantes, tanto en componentes como en la zonación de la composición, a los arrecifes actuales del Caribe.



Fig. 77: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas con mega corales en posición de vida.

18PU9345 Lat.: 19°55338 / Long.: -69°91426 - La Entrada en Carretera Cabrera Nagua



Fig. 78: Fm. La Isabela: Pedazo de *Acropora Palmata* encima de la terraza 7.

18PU9105 Lat.: 19°66646 / Long.: -69°93703 - Cabo Francès. Viejo



Fig. 79: Fm. La Isabela: Mega corales con *Porites* polimétricos en las calizas coralinas brechoides en el farallón de terraza 6.

18PU9345 Lat.: 19°55338 / Long.: -69°91426 - Cano Azul - La Entrada en Carretera Cabrera Nagua.



Fig. 80: Fm. La Isabela: *Acropora cervicornis* (parcialmente disueltas), entre sedimento bioclástico en las calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas en el farallón de terraza 6.

18PU9345 Lat.: 19°55338 / Long.: -69°91426 - Cano Azul - La Entrada en Carretera Cabrera Nagua.



Fig. 81: Fm. La Isabela: - Calizas coralinas brechoideas edificios de arrecife coralinas con mega corales y costras de algas coralinas del acantilado de la terraza 6/7.

18PU9313 Lat.: 19°64963 / Long.: -69°92939 – La Catalina en carretera Río San Juan – Cabrera.



Fig. 82: Fm. La Isabela: Mega corales en las cuevas del acantilado costero de la terraza 7.

18PU9293 Lat.: 19°67982 / Long.: -69°9657 - Proyecto Sea Free en Abreu



Fig. 83: Fm. La Isabela: Aspecto de la costa entre Cabrera Abreu en las calizas coralinas brechoideas de la terraza 7 muy carstificadas .

18PU9293 Lat.: 19°67982 / Long.: -69°9657 – Proyecto Sea Free en Abreu.



Fig. 84: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoideas en edificios de arrecife coralinas – Pedazo de Acropora Palmata muy recrystalizado en el acantilado de las razas 6/7.

18PU9326 Lat.: 19°60975 / Long.: -69°89978 – Camino subiendo a los Canjilones.



Fig. 85: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides muy recristalizados con mega corales en el farallón de las terrazas 3 / 4 .

18PU9011 Lat.: 19°53741 / Long.: -69°95652 – Cantera activa al Norte de San Rafael..



Fig. 86: Fm. La Isabela: Aspecto despedazado de la carstificación en las calizas coralinas brechoides de la terrazas 4.

18PU9008 Lat.: 19°5305 / Long.: -69°93529 – camino hacia Arroyo Salado.



Fig. 87: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas – Presentación del armazón arrecifal superior en las terrazas superior (5) en el sector Norte de la hoja.

18PU9251 Lat.: 19°66184 / Long.: -69°97783 - Camino Abreu a El Guao..



Fig. 88: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides edificios de arrecife coralinas con mega corales en bloques esparcidos del armazón arrecifal superior en las terrazas superior (4) en el sector Norte de la hoja.

18PU9256 Lat.: 19°649 / Long.: -69°98526 - Camino Abreu a El Guao.



Fig. 89: Fm. La Isabela: Paisaje de karst muy evolucionado en el Sector Norte .

18PU9254 Lat.: 19°65288 / Long.: -69°9826 - Camino de Abreu a El Guao.



Fig. 90: Fm. La Isabela: Paisaje de karst muy evolucionado en el Sector Oeste .

18PU9080 Lat.: 19°56547 / Long.: -69°99763 - camino de Santa María a Mella.



Fig. 91: Fm. La Isabela: Afloramiento de parches del armazón coralino al sur extremo de la Hoja ..

18PU9394 Lat.: 19°53319 / Long.: -69°8984 - Carretera a orilla de la playa Arroyo Salado.



Fig. 92: Fm. La Isabela: Detalle de los macro corales de los del armazón coralino al sur extremo de la Hoja

18PU9389 Lat.: 19°55324 / Long.: -69°90117 - Carretera a orilla de la playa Arroyo Salado.

#### 1.1.4.4.2.2. Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides amarillentas a blanquecinas en brechas de talud y margas inter estratificadas (7)

Esta unidad agrupa las facies de brechas, calcarenitas bioclásticas, calizas margosas y margas con corales y moluscos descritas por Braga J.C. (2009) en su presentación de la Formación Isabela. Debido a su baja consolidación los afloramientos naturales son escasos. Las facies están expuestas principalmente en canteras de gravas o “Caliche” y en escasos taludes de carretera. Por eso están inferidas en las zonas de depresión suaves entre los altos frecuentemente constituidos de brechas del armazón arrecifal con

macro Corales abundantes. Los afloramientos costeros no son accesibles o peligrosos y en varios casos enmascarados por recristalizaciones càrsticas.

Braga (2009) en su descripción describe un afloramiento de referencia en la cantera del Camino de la Ermita de la Vereda ( Fig. 93) . Se observan clinofomas de brechas de coral (Fig. 94 B) que disminuyen de potencia y de tamaño de grano pendiente abajo. La inclinación original puede ser muy fuerte y se acentúa hacia arriba en los apilamientos de capas. Mas al sur (Fig. 94 A) se observan calcarenitas bioclásticas tableadas en niveles centimétricos paralelos.

Se trata de depósitos formados por fragmentos de coral, moluscos, algas coralinales y *Halimeda*, equinodermos, foraminíferos y briozoos. Las brechas son muy heterométricas y la selección del tamaño de grano aumenta con la disminución de éste. En las calciruditas de grano más fino y en las calcarenitas suele ser patente una bioturbación de fondo, de trazado vertical, que resalta con la meteorización. Es frecuente encontrar colonias decimétricas masivas de coral, sobre todo de *Montastrea* y *Diploria*, volcadas y dispersas entre las calciruditas. Presentan contenidos variables de matriz micrítica (texturas “rudstone”, “grainstone” y “packstone” si se combina tamaño de grano y presencia de barro micrítico entre los bioclastos). Cuando hay una matriz micrítica es perceptible una elevada porosidad por disolución de bioclastos (probablemente sobre todo aragoníticos). Estas facies aparecen en clinofomas, con un buzamiento de hasta 18-20 grados, que disminuyen de potencia y de tamaño de grano pendiente abajo. Pendiente abajo incrementa también la definición de la estratificación interna dentro de las clinofomas. En corte transversal, las clinofomas tienen bases erosivas que trazan canales amplios y someros. Cuando la estratificación interna se puede observar, dibuja el relleno de los canales

Esparcidos en la cantera se observan bloques de brechas con pedazos angulosos de macro corales correspondiendo a bloques derrumbados del armazón e incluidos en la sedimentación sin desmantelamiento (Fig. 95).

Interpretación: Estas facies representan la acumulación, pendiente abajo y mar adentro, de los derrubios bioclásticos procedentes de la destrucción del arrecife y la fragmentación de los esqueletos de los distintos organismos que en él vivieron. A ellos se suman los restos de los organismos que vivieron directamente mar adentro del arrecife sobre su

talud de derrubios y que pertenecen a los mismos grandes grupos. En el desplazamiento pendiente debajo de los bioclastos se produce una segregación general de tamaño de grano, que disminuye hacia abajo, lo que favorece una mejor definición de laminaciones y estratificaciones. Al menos episódicamente, los flujos de derrubios excavaban los acumulados previamente, produciendo erosiones y ligeras discordancias internas.

A 300m mas al Noreste en otra cantera "Caliche" se observan facies de talud mas distal con niveles brechosos decimétricos intercalados en margas y calcarenitas margosas de color rosado oscuro (Fig. 96).

A parte de estos afloramientos característicos estas facies están expuestas en diferentes puntos de la hoja y en terrazas más antiguas del edificio anular. En la cantera de Romedillos al Norte de la Hoja quedan relictos de la brecha de brecha de talud medio con estratificación visible (Fig. 97). Estos relictos están ubicados en la terraza 5 y corresponden a masas con leve recristalización càrstica impidiendo la fragmentación natural

Puntualmente se observan afloramientos con calizas margosas y margas con corales y moluscos. El más representativo está en la Loma de la Jagua en el camino de La Cabirma a la Catalina (Lat.: 19°64412 / Long.: -69°93497). Son de poca potencia (hasta 4 m) y de poca continuidad lateral constituidos calizas arcillosas rosadas a naranja sobre yaciendo calcarenitas bioclásticas brechoides tableadas con moldes de fragmentos de conchas

Se trata de calizas micríticas y calcarenitas bioclásticas ("wackestones" a "packstones" con contenido margoso variable. Siempre se observan moluscos, sobre todo moldes, y pequeños cabezos de coral dispersos (generalmente *Montastrea* y *Diploria*). Contienen foraminíferos bentónicos y restos de equinodermos dispersos en la matriz, junto a los huecos de disolución, más o menos completa de los esqueletos aragoníticos. Se disponen en capas finas, centimétricas a decimétricas, bien estratificadas. Se observa en afloramientos dispersos en el entorno del Promontorio de Cabrera. Son facies de retroarrecife o lagoon protegido, sin influencia siliciclástica gruesa.



Fig. 93: Fm. La Isabela: Afloramiento de la Ermita de la Vereda con la evolución de la brechas de talud proximal a las calcarenitas de talud medio.

18PU9032 Lat.: 19°55663 / Long.: -69°92694 - Camino a la Capilla.



Fig. 94: Fm. La Isabela: Fotos de detalle de las brechas de talud proximal (B) y de las calcarenitas laminadas de talud medio (A) ubicadas en la foto anterior

18PU9032 Lat.: 19°55663 / Long.: -69°92694 - Camino a la Capilla



Fig. 95: Fm. La Isabela: Detalle de los macro corales de las brechas de talud proximal .

Fig. 96: Fm. La Isabela: Calcareniscas intercaladas en facies de talud distal.

18PU9032 Lat.: 19°55663 / Long.: -  
69°92694 - Camino a la Capilla.

18PU9029 Lat.: 19°56062 / Long.: -69°93143 –  
Cantera activa en camino a la Capilla.



Fig. 97: Fm. La Isabela: relictos indurados de brecha y calcarenitas estratificadas de talud medio con estratificación muy marcada..

18PU9241 Lat.: 19°66786 / Long.: -69°98665 - cantera en los Romadillos.

En las terrazas superiores la carstificación y recristalización enmascaran fuertemente la estratificación original sin embargo las calcarenitas tableadas afloran en escasos puntos de las terrazas 6 a 4 mas antiguas (Fig. 98 y Fig. 99)

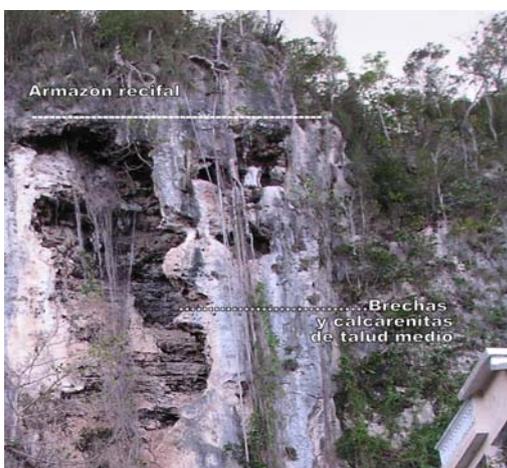


Fig. 98: Fm. La Isabela: Ventana en la carstificación del acantilado 7/6 con las biocalcarenitas estratificadas de talud proximal a medio (detalle de la Fig. 69B).

18PU9319 Lat.: 19°63338 / Long.: -69°90784 -  
Cabrera - Barrio residencial al Oeste de la  
carretera.



Fig. 99: Fm. La Isabela: Terraza 4 con afloramiento de biocalcarenitas poco tableadas estratificadas de color beige naranja sobreyacidos por calizas blancas micríticas muy carstificadas brechosos.

18PU9255 Lat.: 19°64916 / Long.: -69°98518 - Camino Abreu a el Guao.

La potencia máxima observada de un sistema armazón arrecifal y talud es de es de unos 30 m en la cantera del Camino de la Ermita de la Vereda en la Hoja de Cabrera. El

espesor del acantilado entre las terrazas 6 y 7 es de 50m máxima en la zona de Cabrera Abreu. El contacto con las margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises n es discordante y corresponde frecuentemente a surgencias de las aguas de la red càrstica de las calizas con las margas inferiores.



Fig. 100: Fm. La Isabela: contacto de las calizas con las margas de la Fm Villa Trina.

18PU9307 Lat.: 19°66281 / Long.: -69°93863 - Playa de Cabo Francès.

#### **1.1.5. Arcillas del Río Boba: Arcillas expansivas abigarradas de aspecto laterítico con parches y diferenciaciones arenosas a conglomeráticas – Pleistoceno (8)**

Cartográficamente estas facies se desarrollan en la parte inferior de la cuencas de los ríos Boba y Bacuí que se extienden al Sur y Oeste de la Hoja compartida entre las hojas Cabrera, Río San Juan, Guayabito y Nagua. Por su ubicación se denominaron Arcillas del Río Boba. Tienen similitudes con las arcillas expansivas endorreicas encontradas en varias hojas en el flanco septentrional del Valle del Cibao oriental tal como las arcillas de Licey al Medio en Santiago, San Francisco de Macorís y otras arcillas observadas en Nagua, Villa Riva y Sánchez.

En la hoja estas arcillas se ubican principalmente en el ángulo Suroeste de la Hoja al Sur de la Falla San Rafael Payita con otra zona de exposición mas limitada en Vista Linda, Baoba y Pueblo Nuevo al Noreste de dicha falla. Ocupan 26km<sup>2</sup> equivalente a 12% de la superficie terrestre de la hoja.

Corresponden a mesetas planares poca inclinadas liviamente surelevadas de 5 a 10 m encima de la red hidrográfica o de la llanura de inundación actual (Fig. 101 y Fig. 102). Están constituidas de arcillas de color rojizo a naranja muy llamativo frecuentemente abigarradas de gris (Fig. 103). El abigarramiento usa una red de fisuras o vetas multidireccional con pequeños planes de fallas listricas (Fig. 104).. No se percibe influencia de estratificación en el abigarramiento. No suelen presentar estratificaciones muy marcadas salvo concentraciones de clastos polimicticos muy redondos esparcidos en la matriz arcillo-arenosa. Los cantos observados no superan 15% y son de redondeamiento variable (Fig. 105 y Fig. 106). Se supone una edad Pleistocena para estos depósitos por su ubicación debajo de las eolianitas identificadas en la costa y la morfología bien diferenciada que presentan en comparación de los depósitos cuaternarios.



Fig. 101: Arcillas del Río Boba: Plateau suave inclinado al este de las arcillas de Río Boba en la vecindad de San Isidro .

18PU9270 Lat.: 19°53388 / Long.: -69°97419 - Camino de San Isidro a El Cruce



Fig. 102: Arcillas del Río Boba: Limite del Plateau con afloramiento natural de arcillas rojas.

18PU9269 Lat.: 19°52979 / Long.: -69°97079 - Puente Arroyo Cano Claro en Camino de San Isidro a San Rafael.



Fig. 103: Arcillas del Río Boba: Suelos y afloramiento de arcillas expansivas arenosas de tipo abigarradas con colores grises en una red dentro de arcillas naranjas rojas .



Fig. 104: Arcillas del Río Boba: Suelos y afloramiento de arcillas expansivas arenosas de tipo abigarrada con colores grises en una red dentro de arcillas naranjas rojas .

18PU9464 Lat.: 19°52103 / Long.: -69°94249 - Caminos al oeste de Payita.

18PU9464 Lat.: 19°52103 / Long.: -69°94249 - Caminos al oeste de Payita.



Fig. 105: Arcillas del Río Boba: arcillas residuales con manchas de tipo lateríticas de coloración crema a naranja con lentejones o bolsones arenosos y cantos de calizas no



Fig. 106: Arcillas del Río Boba: Perfil en talud de carretera con arcillas muy plásticas con presencia de cantos cm a mm muy redondos en la parte superior como relictos esparcidos

disueltos .

de un nivel conglomerático matriz soportado..

18PU9065 Lat.: 19°52637 / Long.: -69°96154 - camino de la Javiela a San Rafael pueblo Tierra.

18PU9273 Lat.: 19°5322 / Long.: -70°00703 - Camino de San Isidro a El Cruce.



Fig. 107: Arcillas del Río Boba: Zona de transición entre las arcillas rojas de Río Boba (A) las calizas arrecifales de la terraza 7 y de la Fm Isabela (B).

Fig. 108: Arcillas del Río Boba: presencia de relictos carstificados de corales tubulares en una planicie de arcillas de Río Boba.

18PU9417 Lat.: 19°5157 / Long.: -69°87827 - Punta cabeza de Muerto.

18PU9001 Lat.: 19°51863 / Long.: -69°93816 - Club gallístico Pascua .



Fig. 109: Arcillas del Río Boba: Detalle de la brecha coralina polimíctica matriz soportada con bloques de arrecifales corales tubulares con corales métricos y en matriz de arcillas rojas de Río Boba.

18PU9409 Lat.: 19°52346 / Long.: -69°8907 - Caletón de la Paloma.

### 1.1.6. Eolianitas y esparcimientos de arenas blancas de grano fino: Arenas estratificadas de grano fino consolidada con cemento calcáreo con rizolitos y/o

## **esparcimiento de arenas blancas de grano fino bien clasificadas (9) - Holoceno.**

### **Q<sub>1-4</sub>**

Estos depósitos aparecen muy limitados en la hoja. Ocupan 2km<sup>2</sup> equivalente a 1% de la superficie terrestre de la hoja. Son difícilmente visibles por la cobertura vegetal que los esconde. Así probablemente tienen más extensión en el sector meridional de la hoja. Son equivalente a las facies de calcarenitas y arenas con estratificaciones cruzadas de alto ángulo descritas por Braga J.C. (2009) en su descripción de la Formación La Isabela.

Las eolianitas se encuentran en un sector costero muy limitado (0.2 km<sup>2</sup>) en Punta la Mina a 1km al Oeste del Pueblo de Baoba . Desde el mar se destaca el conjunto de dunas por el aspecto masivo del farallón costero (Fig. 110) contrastando con las terrazas tabulares y las margas y brechas estratificadas de la costa en la parte Norte del litoral de la Península.

A tierra estas dunas constituyen afloramientos muy llamativos. Son constituidos de sucesiones de nivelillos de calcareniscas de grano fino a medio en plaquetas finas centimétricas a poli milimétricas con estratificación cruzadas de alto ángulo (Fig. 111 y Fig. 112). Esta estratificación es muy variable y puede alcanzar un buzamiento de 40° en el parte septentrional de la punta.

El color es amarillento meteorizado a gris. Las facies son altamente cartsticados y erosionados por la exposición directa al oleaje marino (Fig. 113). Esta erosión pone de evidencia la presencia de rizolitos o rizoconcreciones (Fig. 114) tal como de las calizas coralinas infrayacentes del armazón coralino infrayacentes de la Formación Isabela (Fig. 115). Localmente se observan fracturas o fallas sub verticales o inclinadas en las eolianitas (Fig. 116).



Fig. 110: Eolianitas - Vista marítima de los afloramientos masivos costeros en Punta la Mina..

18PU9364 Lat.: 19°53129 / Long.: -69°89139 - Itinerario marítimo El Cerro.



Fig. 111: Eolianitas – Vista de las calcarenitas con estratificación muy inclinada.

Fig. 112: Eolianitas – calcarenitas plaquetas finas centimétricas con estratificación cruzadas de alta dimensión.

18PU9402 Lat.: 19°52941 / Long.: -69°89345 – Norte de Punta la Mina

18PU9401 Lat.: 19°52917 / Long.: -69°89359 - Punta la Mina



Fig. 113: Eolianitas – vista de la carstificación costera con



Fig. 114: Eolianitas - concreciones de rizolitos en el primer

las estratificaciones de alto ángulo y las terrazas 6 y 7 del sector de Cabrera al último plano y las concreciones de rizolitos en el primer plano (R).

18PU9404 Lat.: 19°52703 / Long.: -69°89238 - Punta la Mina Sur.

plano (R) en calcarenitas de grano grueso.

18PU9407 Lat.: 19°52672 / Long.: -69°89237 - Punta la mina Sur.



Fig. 115: Eolianitas - calizas coralinas del armazón coralino infrayacente a las eolianitas.

18PU9402 Lat.: 19°52941 / Long.: -69°89345 - Punta la mina.



Fig. 116: Eolianitas - Falla o fractura en las eolianitas.

18PU9406 Lat.: 19°52678 / Long.: -69°89241 - Punta la mina Su.r

Los esparcimientos de arenas están repartidos exclusivamente tierra adentro en la parte meridional de la hoja en los sectores de Copeyito, San Isidro y Payita. Se presenta, en coberturas de espesor métricas cubren un total de 1.7km<sup>2</sup>. Afloran en los pisos de caminos (Fig. 117), en excavaciones de taludes (Fig. 118), de canales de riego o de pequeñas canteras de explotación de arenas. Son constituidos de arenas de grano fino a medio de color blanco a gris, La composición es esencialmente silíceas con una proporción notable de minerales negros que se acumulan por gravedad en los micro caudales de arroyadas pluviales.

Unos cortes más desarrolladas aparecen en zanjas de riego o excavaciones de material.

Por ejemplo en el Camino de San Isidro a Copeyito al punto 18PU9283 Lat.: 19°50455 / Long.: -69°9763 (Fig. 119 ) se observa el corte siguiente de la base a techo:

- nivel A: 50cm de arcillas plásticas naranja con trazas de materias orgánicas liviamente arenosa (arcilla palustre).
- nivel B: 5cm de nivel de materias orgánicas negras.
- nivel C: 30cm de arenas de grano medio no clasificada ni laminada bien lavada de color gris claro con unos granos muy redondos.
- nivel D: 20cm de suelo orgánico arenoso actual.

En Payita, al punto 18PU9461 Lat.: 19°50446 / Long.: -69°94214 (Fig. 120) en una pequeña excavación de talud, se observa el corte siguiente de base a techo:

- nivel A: 60cm de arcillas muy plásticas de color naranja rojizo plásticas.
- nivel B: 30cm de arenas grises marrón con minerales negros.
- nivel C: 60cm de arcillas arenosas rojizas con cuarzoes redondos mm matriz soportado.
- nivel D: concentración de minerales negros en arroyadas pluviales.

Tal como las facies de calcarenitas y arenas con estratificaciones cruzadas de alto ángulo descritos por Braga J.C. (2009) las eolianitas y arenas aparecen sobre otras facies, particularmente en la superficie del techo del escalón inferior. Son los restos de dunas eólicas coetáneas con los depósitos arrecifales la Fm La Isabela. Si las eolianitas descansan directamente encima de las calizas coralinas de la última terraza de la Formación Isabela, los esparcimientos de arenas descansan encima de las arcillas del Río Boba. La posición surelevada encima de los depósitos cuaternarios recientes y actual permite considerar estos depósitos ante holocenos.



Fig. 117: Esparcimientos de arenas – afloramiento de arenas en piso de camino.

18PU9281 Lat.: 19°50957 / Long.: -69°97709 - Camino de San Isidro a Copeyito.



Fig. 118: Esparcimientos de arenas 30 cm de arenas poca consolidada de color gris claro con granulometrías de silt a granos mm y minerales negros no clasificadas.

18PU9279 Lat.: 19°51212 / Long.: -69°97819 - Camino de San Isidro a Copeyito.

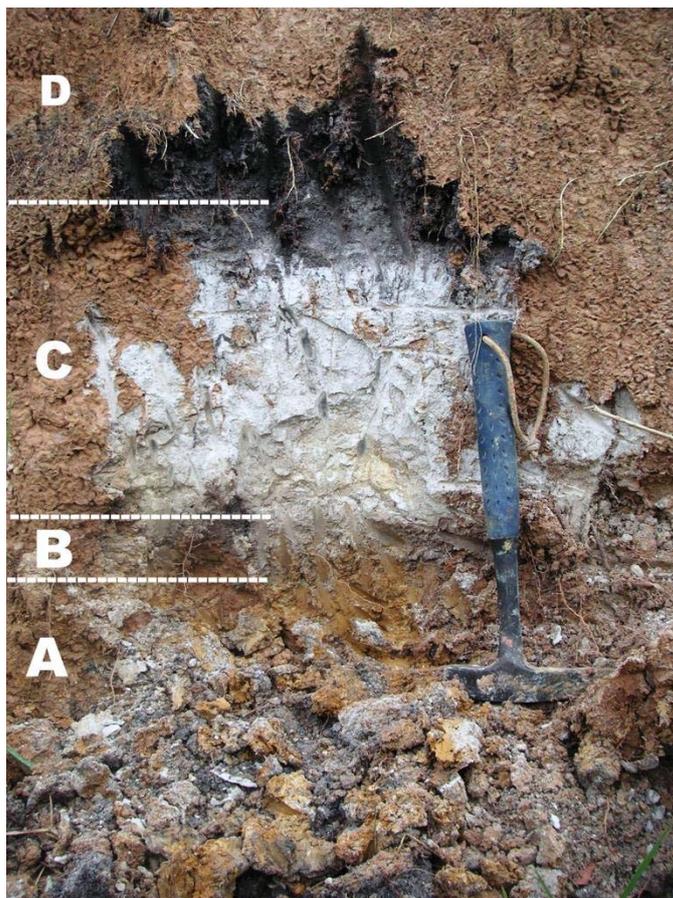


Fig. 119: Esparcimientos de arenas - Corte en zanja de riego con el corte completo de un deposito de arena.

18PU9283 Lat.: 19°50455 / Long.: -69°9763 - Camino de San Isidro a

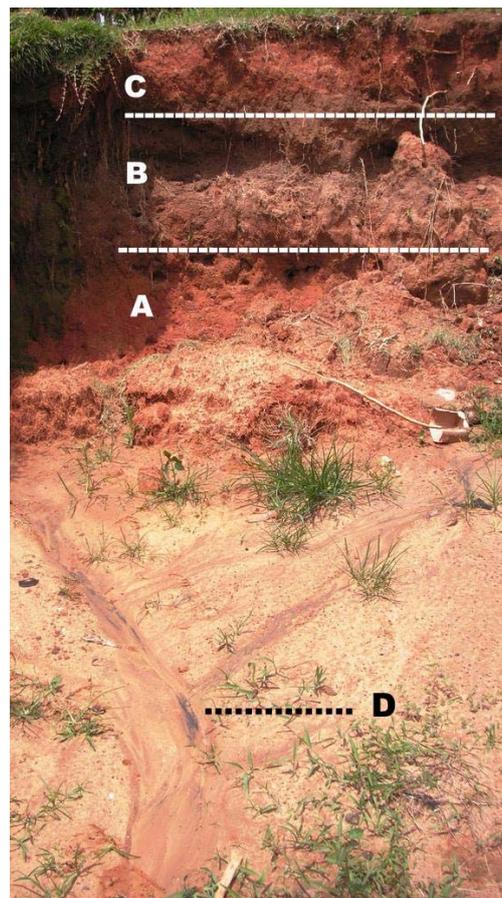


Fig. 120: Esparcimientos de arenas -Perfil en talud de carretera en Payita con concentraciones de minerales negros en arroyadas (D).

Copeyito.

18PU9461 Lat.: 19°50446 / Long.: -69°94214 -  
Pueblo de Payita en carretera a Cabrera.

### 1.1.7. Arcillas residuales: Arcillas arenosas con cantos polimicticos calcáreos y gravas o granos redondos aluviales (10) Holoceno. Q<sub>1-4</sub>

Estas arcillas se reparten en cobertura de espesor variable en las partes altas de la estructura anula de Cabrera. Ocupan 31.4km<sup>2</sup> equivalente a 15% de la superficie terrestre de la hoja.

Son suelos limosos arenosos con escasos cantos redondos a angulosos de calizas no disueltos y cantos aluviales redondos. Son de color muy llamativo rojizas a marrón. Se disponen en las zonas bajas entre los mogotes o crestas de calizas carstificadas. Se diferencian de las arcillas de decalcificación La zona de extensión corresponde globalmente a la superficie de las terrazas de erosión 1 a 3 del edificio anular de Cabrera Río San Juan Constituyen probablemente el suelo residual de la alteración de las calizas de y de las margas de la Formación Villa Trina - Haitises asociados con relictos arenosos o conglomeráticos de la erosión de las terrazas 1 a 3.



Fig. 121: Arcillas residuales - Vista de un campo en arcillas residuales .

18PU9018 Lat.: 19°55738 / Long.: -69°95391 Entrada del Pueblo El Pujador.



Fig. 122: Arcillas residuales vista de un campo en arcillas residuales entre mogotes muy carstificados de la Fm. Villa Trina.

18PU9070 Lat.: 19°55031 / Long.: -69°96487 - camino de Pueblo de San Rafael a el Pujador.

### **1.1.8. Arcillas de descalcificación: Arcillas residuales rojizas en relleno de dolinas (11) - Holoceno Q<sub>1-4</sub>**

#### 1.1.8.1. Descripción de las facies

Estas arcillas se diferencian de las anteriores por sus ubicaciones en relleno de depresiones kársticas tal como dolinas y uvalas de extensión limitada decamétrica a hectométrica. Ocupan al total 2.75km<sup>2</sup> equivalente a 1.3% de la superficie terrestre de la hoja.

Se ubican preferencialmente en las terrazas 1 a 3 en las calizas coralinas de la Fm Villa Trina - Haitises aun que existen algunas dolinas con relleno de arcillas en la calizas de la Formación Isabela en los sectores de La en la terraza 4. Existen dolinas u ovals de tamaño kilométrico en el sector Norte en La Jagua y Caña Mala. Están ligadas a fracturas y fallas. Queda pendiente el origen de la depresión de los Hoyos que podría corresponder a una evolución terminal de un uvala.



Fig. 123: Arcillas de descalcificación: fotos de las dolinas de extensión decamétrica.

18PU9257 Lat.: 19°64706 / Long.: -69°98633 - Camino Abreu a El Guao.

### 1.1.8.2. Figuras de carstificación y fenómenos asociados

En este capítulo describimos las varias formas y fenómenos asociados a la carstificación de las diferentes unidades calcáreas en la hoja.

En el capítulo anterior, se describieron las dolinas y uvalas y las facies que se observan en la parte central de la hoja con los depósitos asociados. En la zona periférica, particularmente en el sector oriental, existen otras dolinas inundadas sin depósitos. Son Lago Azul, Lago Dudu Norte y Sur, y Lago Diamante. Las ubicaciones están detalladas en la Fig. 124 e ilustrada en la Fig. 125.

	Lat. (WGS 84)	Long. (WGS 84)	Elevación en m (sndm)
Lago Azul	19.559377°	-69.908841°	15
Lago Dudu Sur	19.563203°	-69.907941°	15
Lago Dudu Norte	19.564691°	-69.907349°	15
Lago Diamante	19.584795°	-69.901475°	13

Fig. 124: Figuras de carstificación y fenómenos asociados. Coordenadas de las dolinas del sector La Entrada Diamante

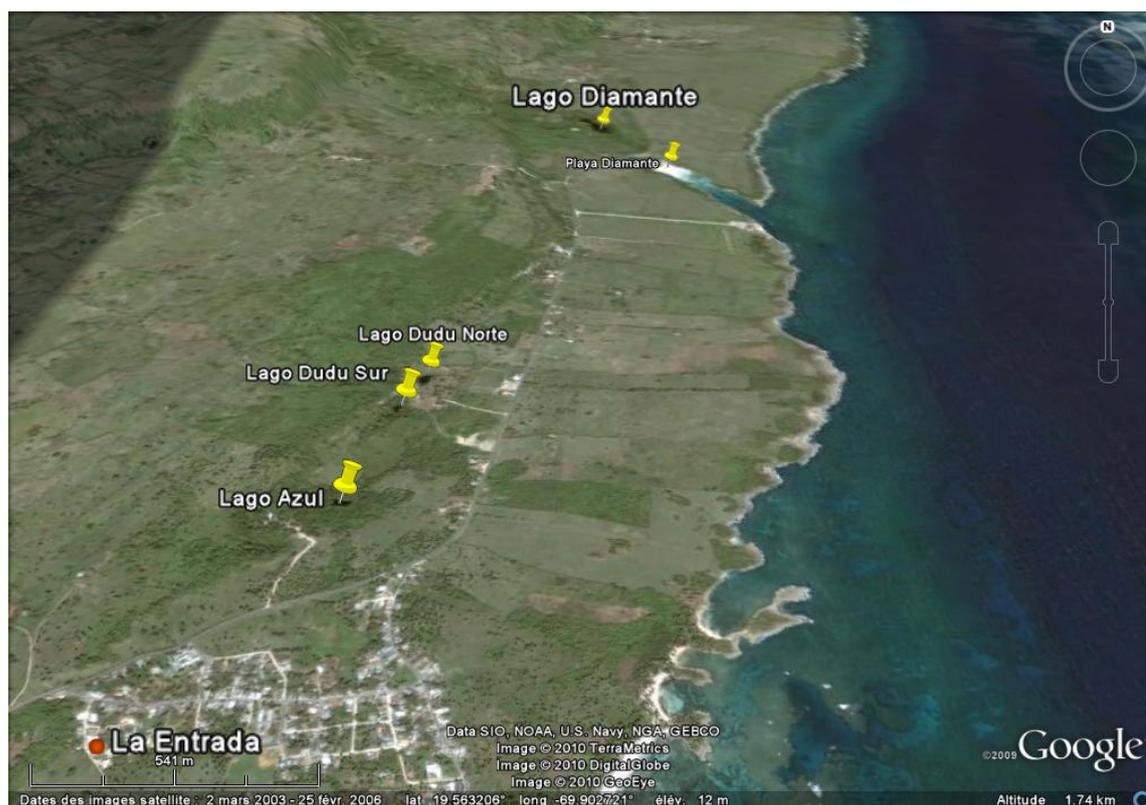


Fig. 125: : Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Vista Google Earth de las dolinas inundadas del sector La Entrada Diamante.

Estas dolinas se ubican al pie del escarpe entre las terrazas 6 y 7. Son dolinas de forma circular de diámetro semi hectométrico (Fig. 126 y Fig. 127). El lago Diamante tiene una

forma alargada paralelo a la dirección de la Falla Los Picachos - Diamante. Estas dolinas están inundadas y tienen una red extendida debajo del nivel acuático como lo indica el esquema de espeología disponible en la entrada de la cueva del Lago Dudu (Fig. 128) .El nivel del agua se ubica aproximadamente a 7m debajo de la planada de la terraza 7. El techo de estas cuevas presenta concreciones abundantes de estalactitas (Fig. 129 y Fig. 130). El farallón de la dolina alcanza 6 a 7m encima del nivel del agua (Fig. 131 y Fig. 132). Esta red càrstica acuática esta probablemente conectada o sub conectada por lo meno entre los Lagos Dudu Norte y Sur

Al este (50m) del Lago Dudu existe un notch de erosión y disolución marina contemporáneo de la terraza 7 asociado a una cueva aérea (Fig. 133) . La cueva y el notch están ubicados en el pie del acantilado entre las terrazas 6 y 7. La cueva presenta concreciones calcáreas de tipo estalactitas y estalagmitas (Fig. 134). También se observan clastos de macro corales no completamente recristalizados en las paredes de la cueva aérea (Fig. 135).



Fig. 126: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763 - Lago Dudu Norte.



Fig. 127: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763 - Lago Dudu Norte.

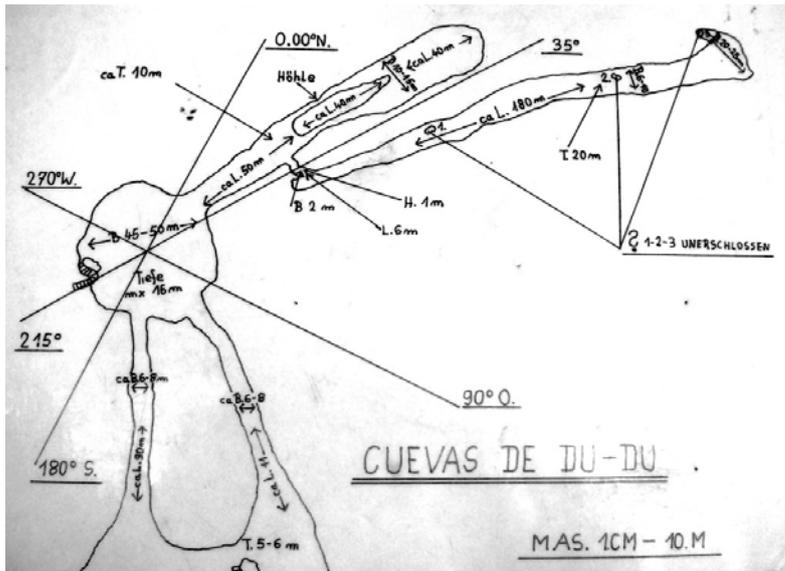


Fig. 128: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Esquema espeológico de las cuevas sub acuaticas del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: - 69°90763 - Lago Dudu Norte.



Fig. 129: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur.

18PU9343 Lat.: 19°5634 / Long.: -69°90793 - Lago Dudu Sur.



Fig. 130: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista del techo de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur.

18PU9343 Lat.: 19°5634 / Long.: -69°90793 - Lago Dudu Sur.

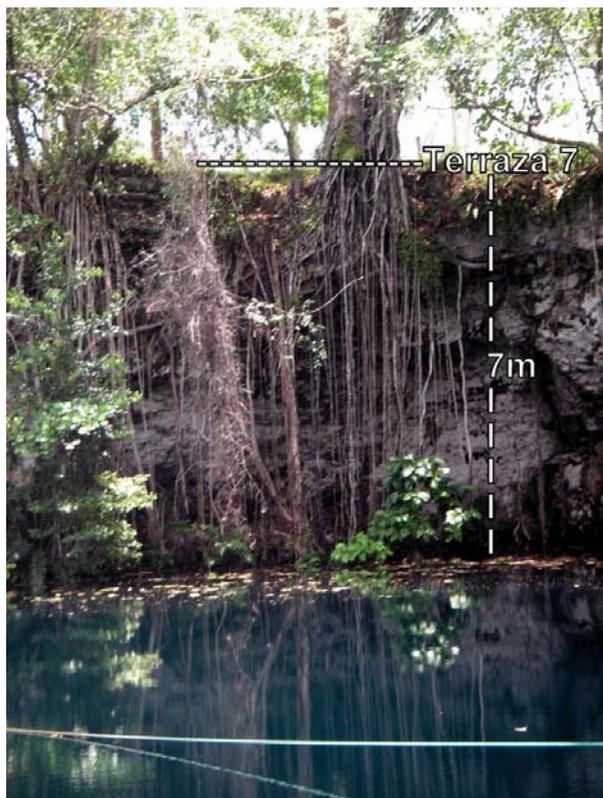


Fig. 131: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la entrada Noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763 - Lago Dudu Norte.



Fig. 132: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la entrada Noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763 - Lago Dudu Norte.



Fig. 133: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Entrada de la cueva aérea y recristalizaciones en el notch de erosión al nivel de la terraza 7.

18PU9342 Lat.: 19°56366 / Long.: -69°9083 - Cueva de Lago Dudu Sur.



Fig. 134: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- concreciones en la cueva aérea del Lago Dudu Sur Diamante entre los bloques de calizas.

18PU9342 Lat.: 19°56366 / Long.: -69°9083 – Cueva de Lago Dudu Sur.



Fig. 135: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Presencia de macro corales en las cuevas aéreas del Lago Dudu .

18PU9342 Lat.: 19°56366 / Long.: -69°9083 – Cueva de Lago Dudu Sur.

En Playa Diamante esta una surgencia en la parte alta de la playa. La surgencia principal brota con un caudal fuerte entre los bloques de calizas de la ribera de la playa (Fig. 136 y Fig. 137). Hacia el Sur la surgencia es difusa y sale en forma de una multitud de pozos artesianos por la arenas de la playa (Fig. 138 y Fig. 139). Debido a la morfología encerrada de la playa, las aguas son poco agitadas y resulta que el agua de la parte alta de la playa es poco salada. Esta diferencia de agua se percibe en vista aérea con la parte alta con aguas turbias con partículas arcillosas a la diferencia de las aguas marinas de aspecto más transparente (Fig. 140).

La presencia de esta red càrstica inundada y de esta surgencias se puede explicar por la presencia a poca profundidad de una formación muy arcillosa actuando como pantalla impermeable. Mas al Norte en los sectores de Abreu, Cabo Francès. las margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises llegan a aflorar de bajo de la terraza 7 de La Formación La Isabela con presencia de surgencias de agua al contacto. También al Sur de Abreu y en Caya Clara estas margas llegan a aflorar al pie del acantilado entre la terraza 6 y 7. Prolongando estas margas infrayacentes hacia el sur se puede explicar interpretar que en el sector de la Entrada Diamante estas margas estén actuando como pantalla impermeable.

En este sector particularmente en Diamante, la fracturación a lo largo de la Falla Los Picachos Diamante favorece el drenaje y la carstificación de las calizas. Además en todo este sector desde la Loma La Vereda, los Cacaos hasta el Pujador y La Entrada no existe una red hidrográfica superficial y el derrame de agua es completamente subterráneo por una red càrstica muy probablemente conectada.

La turbidez del agua en la parte Alta de Playa Diamante corresponde probablemente a partículas arcillosas proviniendo de la pantalla impermeable de las margas de la Formación Villa Trina - Haitises infrayacente a poca profundidad.



Fig. 136: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la surgencia de Playa Diamante hacia el mar.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.



Fig. 137: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de detalle del nacimiento de la surgencia de Playa Diamante entre los bloques de calizas..

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.



Fig. 138: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la surgencia difusa de Playa diamante en pozos artesianos.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.

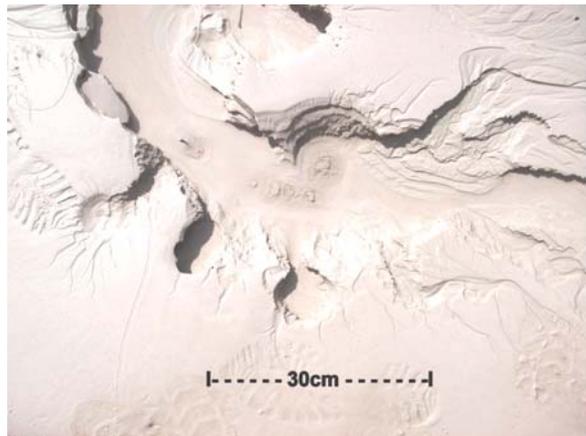


Fig. 139: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la surgencia difusa de Playa Diamante en pozos artesianos en las arenas playeras.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante..



Fig. 140: Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Vista aérea de Playa y Lago Diamante con las zonas de surgencias (S: Surgencia principal – A: Surgencia artesiana difusa) y la presencia de agua turbia .

Las imágenes de la espectrometría de los canales y uranio con valores altas coincidiendo con las terrazas carstificadas de la península de Río San Juan Cabrera. Los

valores altos del espectro del torio corresponden globalmente particularmente en la parte meridional a las terrazas 1 a 3 intensamente carstificadas. Los valores altos del espectro del uranio son mas dispersas con una serie de anomalías en la franja costera al Este de la hoja correspondiendo a la terraza 7 al Sur de Cabrera . Los valores de los dos espectros son muy bajos en el sector sur oeste de la hoja marcando claramente un cambio al sur de la falla San Rafael Payita.

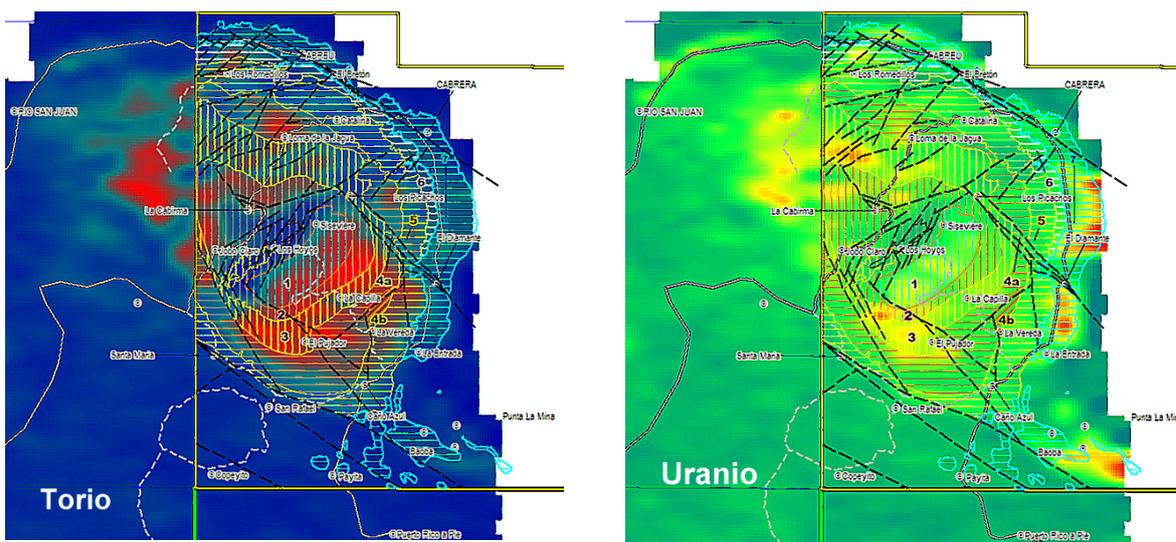


Fig. 141: Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Mapas de espectrometría del torio y del uranio en el sector de Cabrera..

#### 1.1.9. Manglar: Arcillas arenosas, limos y arcillas (12) Holoceno. Q<sub>1-4</sub>

Estas arcillas y arenas corresponden a las zonas de manglares con arcillas y limos muy bioturbadas de color gris a marrón en materias orgánicas abundantes con presencia de canales de arenas finas gris a blanco correspondiendo a canales mareales dentro del manglar. Se ubican en la zona costera al sur del Pueblo de La Entrada donde ocupan 0.2km<sup>2</sup> al este de los poblados de Baoba y Vista Linda (Fig. 142) y 0.1km<sup>2</sup> al sur de la Punta Cinco Matas de Cocos .Se desarrollan paralelamente a la playa tierra adentro de la Playa Arroyo Salado Se diferencian de las facies de arcillas palustre por su vegetación típica (Fig. 143 y Fig. 144) y la saturación de los suelos en agua salobra.



Fig. 142: Manglar - Vista aérea de la zona de manglares (M) de las arcillas palustres (P) y del cordón arenoso (CA) de la Playa Arroyo Salado.

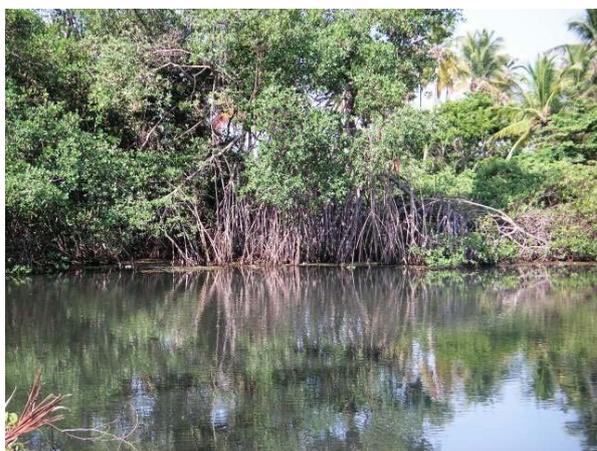


Fig. 143: Manglar - Vista del manglar de Arroyo Salado en la su parte septentrional.

18PU9391 Lat.: 19°54626 / Long.: -69°90592 - Carretera a orilla de la playa Arroyo Salado.



Fig. 144: Manglar - Vista de la terminación meridional del manglar de Arroyo Salado en la desembocadura del Arroyo al mar.

18PU9392 Lat.: 19°53917 / Long.: -69°90251 - Carretera a orilla de la playa Arroyo Salado.

#### **1.1.10. Arcillas palustres de zona pantanosa: Arcillas (13) Holoceno. Q<sub>1-4</sub>**

Estas arcillas son muy similares a las arcillas de manglares. Se diferencian por la saturación en agua mas baja de los suelos y la colonización por juncales y palmeras (Fig. 142). Se ubican en zonas más altas que los manglares en zonas no invadidas por aguas saladas a tiempo de fuertes mareas u oleajes. Se ubican exclusivamente en la parte sur del mapa donde Ocupan 2.78km<sup>2</sup> equivalente a 1.32% de la superficie terrestre de la hoja. Se extienden del Norte al Este del pueblo de Baoba y entre los Higos y la punta Cinco Matas de Coco en el límite con La Hoja de Nagua. Estan constituidas de arcillas grises ricas en materias orgánicas y unos limos.

#### **1.1.11. Aluviones actuales de fondo de valle: Arenas y arcillas con gravas muy subordinadas (14) Holoceno. Q<sub>1-4</sub>**

Esta unidad es poco representada debido a la morfología poco marcada de la red hidrográfica. Se observa solamente en la parte inferior del Arroyo Salado y en el tramo inferior del Caño Claro. Ocupan 2.4km<sup>2</sup> equivalente a 1.1% de la superficie terrestre de la hoja. Esta morfología poca marcada de la red hidrográfica en la zona es probablemente la consecuencia del maremoto que invadió toda las cuencas bajas de Arroyo Salado y río Boba penetrando entre 2 y 5km tierra adentro el 4 de Agosto 1946. Este maremoto fue consecuencia de un terremoto estimado a 8.1 grados Richter ubicado en Bahía Escoses. Con los bloques del armazón coralino derrumbado en la costa estas son las únicas consecuencias observada de este tsunami.

Estos tramos de ríos son cursos poco o no encajonados en la llanura de inundación y corresponden más a depósitos por flujos ocasionales en temporada lluviosa en zonas bajas. Los depósitos corresponden a arcillas grises poco limosas ricas en materias orgánicas sin cantos y gravas. Esta ausencia de cantos se debe a la naturaleza calcárea y la carstificación del área fuente así como a la energía baja de los caudales de estos ríos.

#### **1.1.12. Llanura de inundación: limos y arcillas con arenas finas (15) Holoceno. Q<sub>1-4</sub>**

Las llanuras de inundación corresponde en esta hoja a zonas que se inundan mas por subida del nivel freático general que a desbordamientos de los arroyos principales ( y ). Así se puede observar zonas inundadas desconectadas de un río principal. Se explica por la carstificación fuerte del área fuente particularmente la cuenca Norte de los arroyos principales y la presencia probable de frecuentes manantiales o resurgencias a lo largo

en el límite de las calizas carstificados expuestos en toda la parte Norte de la hoja. Ocupan 14km<sup>2</sup> equivalente a 6.6% de la superficie terrestre de la hoja. Los depósitos son constituidos de arcillas limosas grises con alto contenido de materias orgánicas



Fig. 145: Llanura de inundación - Vista de la llanura de inundación por flujos laterales en Ochoa.

18PU9429 Lat.: 19°51156 / Long.: -69°90916 - Camino de Baoba a Ochoa.



Fig. 146: Llanura de inundación - Vista de la llanura de inundación por flujos laterales entre Baoba y Ochoa.

18PU9433 Lat.: 19°50157 / Long.: -69°91734 - Camino de Baoba a Ochoa.

### **1.1.13. Cordón arenoso de playa actual - Playa actual: Arena fina clasificada con localmente arena calcáreas litificados con minerales negros (16) Holoceno. Q<sub>1-4</sub>**

Esta formación arenosa corresponde al cordón frecuentemente elevado que bordean las zonas bajas de manglares o de arcillas palustre tal como en Playa Arroyo Salado (Fig. 142) También existen en acumulaciones arenosas en formas de leves al pie de unos farallones costero de la Formación Isabela como en Playa de Caletón Grande o en el fondo de unas calas o caletones (Playa Diamante Playa Preciosa).

La composición es eminentemente arenosa Se trata de arenas finas a medias. Se encuentran cantos de corales en las playas al pie de farallones de calizas coralinas.

Otro fenómeno costero que se puede observar localmente a lo largo de la costa, es la acumulación de mega bloques del armazón de la terraza 7 arrecifal derrumbados en el mar (Fig. 149 y Fig. 150). Como indicado por varios testigos del, la costa el sismo y el maremoto del 4 de Agosto 1946 ocasionó el derrumbes de los arrecifes y acantilados, que se desplomaron en enormes masas entre Abreu y la Entrada. Son bloques de alcanzando 1000m<sup>3</sup> derrumbados al pie del farallón marino actual.



Fig. 147: Cordón arenoso de playa actual - Vista de las en levées al pie de la terraza 7 de la Fm Isabela playa Caletón Grande.

18PU9324 Lat.: 19°62625 / Long.: -69°89209 - Costa de Proyecto Playa Cristal al oeste de Carretera Cabrera Nagua.



Fig. 148: Cordón arenoso de playa actual - Vista de las arenas finas saturadas en agua en la playa Diamante.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.



Fig. 149: Cordón arenoso de playa actual - Bloques derrumbados (B) durante el maremoto del 4 de Agosto 1946 entre Cabrera y la Entrada.

18PU9354 Lat.: 19°61012 / Long.: -69°88214 - Itinerario marítimo entre Punta Juanico y Punta Sabaneta.



Fig. 150: Cordón arenoso de playa actual - Bloques derrumbados (B) en Cabo Francés durante el maremoto del 4 de Agosto 1946.

18PU9379 Lat.: 19°62625 / Long.: -69°89209 - Costa de Proyecto Playa Cristal al oeste de Carretera Cabrera Nagua.

## **2. TECTÓNICA**

La Cordillera Septentrional está formada por una cadena de montañas, alargada en sentido ESE-WNW, con una máxima elevación de 1249 m (Pico Diego de Ocampo) en su parte más o menos central. Se extiende desde las localidades de Nagua, en el sector más oriental, hasta Montecristi, en el extremo noroccidental, a lo largo de casi 200 kms. El límite de la cordillera, por el sur es con la Cuenca del Cibao, a través de la Zona de Falla Septentrional, una zona de falla sísmicamente activa, con carácter inverso y sobre todo, lateral izquierdo, relacionado todo ello con el movimiento lateral entre las placas norteamericana y caribeña. El resultado de esta situación geodinámica es que a partir de la subducción oblicua de la plataforma carbonatada de Las Bahamas, situada en la placa norteamericana, se produce un contexto fuertemente transpresivo en toda la cadena que continúa siendo activo hasta hoy día (Rosencrantz et al., 1988; Mann et al., 1991, Grindlay et al., 1997; Dolan et al., 1998; Mann et al., 2002; Tabrez Ali et al., 2008).

La Cordillera Septentrional conforma junto con la Península de Samaná un dominio geológico bien diferenciado del resto de La Española, al concurrir en él procesos directamente relacionados con la evolución del límite entre las placas Caribeña y Norteamericana. El borde meridional de la cordillera está definido por la falla Septentrional, accidente geodinámico de primer orden que la pone en contacto con los depósitos cuaternarios de la Cuenca del Cibao (Fig. 151)



Dentro de la Cordillera Septentrional se reconocen tres conjuntos de rocas de origen muy diferente:

- 1) Complejos de rocas metamórficas de alta presión, rocas ultra básicas (generalmente asociadas a melanges) y neises de diversa naturaleza, que forman parte del complejo colisional relacionado con la convergencia del arco volcánico caribeño con el continente americano; se reconocen principalmente en la parte norte del dominio y están representados por los complejos de Puerto Plata, Río San Juan y Samaná;
- 2) Pequeños afloramientos de rocas volcánicas y volcano-derivadas de edad cretácica a paleocena, que forman parte del edificio del arco isla de la República Dominicana; se reconocen en la parte meridional, siempre al sur de la falla del Camú y están representados por los complejos de El Cacheal, El Paradero y Pedro García.
- 3) Rocas cenozoicas, constituidas por potentes sucesiones sedimentarias, mayoritariamente de origen marino, que registran la historia geológica de la región desde la colisión del arco volcánico con el continente americano, hasta nuestros días; se disponen discordantemente sobre los complejos de basamento anteriormente mencionados, que ejercen un cierto control paleo geográfico sobre ellas hasta el Mioceno Medio, a partir del cual poseen unas características uniformes.

Pese a que la **falla Septentrional** se identifica con el límite entre la Cordillera Septentrional y la Cuenca del Cibao, en realidad su traza activa no coincide con el frente montañoso (Mann *et al.*, 1998). Así, en el sector occidental desde Montecristi a San Francisco de Macorís la traza activa se localiza en el interior de la cuenca, desplazada unos centenares de metros con respecto al frente montañoso, en tanto que hacia el oeste, la falla se segmenta en diferentes ramales que parecen más activos hacia el sur.

La ausencia de marcadores regionales impide un cálculo riguroso de los desplazamientos laterales, relativos o absolutos, producidos a favor de la falla Septentrional, si bien algunos autores han realizado estimaciones a partir de correlaciones diversas. Así, Eberle *et al.* (1982) justifican un desplazamiento superior a 100 Km. a partir de la

correlación de depósitos aluviales auríferos. Por su parte, Erikson *et al.* (1982), deducen un desplazamiento post-Mioceno de 55-125 Km. mediante la correlación de cuencas productoras de ámbar.

A mayor escala, Pindell y Barret (1990) sugieren que la falla Septentrional ha debido acomodar una parte de los más de 400 km de desplazamiento lateral senestral ocurrido entre Cuba y La Española a partir del Mioceno Inferior. Más recientemente, los estudios estratigráficos y sedimentológicos realizados por Braga (2010) sobre la Fm Haitises y las unidades relacionadas con ella, han permitido deducir un desplazamiento de unos 200 km para explicar su distribución de facies.

La **falla de Camú** se sitúa en el interior de la cordillera con una dirección próxima a E-O, ligeramente oblicua a la de la falla Septentrional. Entre las localidades de Imbert y Sabaneta de Yásica su traza es relativamente neta, aunque con algunas bifurcaciones, mientras que al oeste de Imbert se desarrolla una zona de falla con una anchura de 3-5 km formada por numerosos ramales o *splays* que individualizan bloques de formas romboidales; no está muy claro si su prolongación oriental se resuelve en el golfo situado entre Gaspar Hernández y Río San Juan o si coincide con alguna de las fallas de dirección ONO-ESE que bordean la parte septentrional del macizo de Río San Juan, inmediatamente al este de Gaspar Hernández. La falla de Camú constituye el límite meridional del denominado bloque de Puerto Plata (Pindell y Draper 1991; De Zoeten y Mann, 1991, 1999) y como en el caso de la falla Septentrional, no posee marcadores o referencias regionales fiables que permitan establecer su desplazamiento, si bien la idea de correlación entre los complejos de Puerto Plata y Río San Juan propuesta por Draper y Nagle (1991) es sugerente y permite suponer entre ambos un desplazamiento de al menos 60 km.

Otra falla importante en la estructura de la Cordillera Septentrional es la de **Río Grande** (De Zoeten y Mann, 1999), que atraviesa la cordillera por su parte central con una dirección dominante NO-SE que hacia el sur cambia paulatinamente a ONO-ESE hasta enlazar asintóticamente con la traza de la falla Septentrional. Muy probablemente enlaza con la Zona de falla del Camú inmediatamente al sur de Imbert. En cuanto a la **falla del Río Bajabonico**, se puede considerar asociada a la falla de Río Grande, discurriendo en paralelo algunos kilómetros al oeste de ella.

La intersección de las fallas o zonas de falla principales divide la cordillera en grandes bloques más o menos romboidales, característicos de zonas transpresivas. Son los bloques de Puerto Plata, Altamira, La Toca y Río San Juan, a los que hay que añadir el *ridge* de San Francisco y la península de Samaná. La geometría en planta de la cordillera corresponde a la de un dúplex contractivo (*contractional duplex*), dentro del cual se pueden identificar zonas de altitudes máximas, mayor acortamiento y exposición de rocas del sustrato o basamento correspondientes a inflexiones contractivas o *restraining bends* de rango kilométrico. Por ejemplo, el afloramiento del complejo de Río San Juan se puede considerar asociado a una “inflexión contractiva aguda” (*sharp restraining bend*) en la que el movimiento a través de las dos fallas principales (Camú y Septentrional) se transfiere mediante las fallas relativamente ortogonales a éstas que conforman sus límites oriental y occidental.

Buena parte de la estructuración previa al Mioceno Superior, en la que los complejos ígneo-metamórficos coinciden con estructuras anticlinoriales más o menos apretadas, entre las que se disponen potentes series turbidíticas paleógenas configurando sinclinatorios, queda fosilizada por los materiales margoso-calizos de las Fms. Villa Trina – Haitises y Los Haitises. Éstos se distribuyen ampliamente por la cordillera y constituyen los mejores indicadores de la deformación reciente, mostrando a grandes rasgos un basculamiento general hacia el norte debido a la componente de salto vertical de la falla Septentrional; el techo de dichas formaciones configura una gran cuesta, intensamente meteorizada y dislocada por fallas de entidad menor. Otro basculamiento de menor amplitud se observa pero hacia el Sur en la estructura anular de Río San Juan Cabrera distinguiendo esta zona de la estructura general de la Cordillera Septentrional.

### **Descripción Particular a la Hoja**

La hoja de Cabrera se ubica en un dominio muy peculiar. Esta ubicada al extremo Noreste del Dominio de la Cordillera Septentrional. Las facies y la deformación de las unidades miocenas del sustrato (Unidad de los Hoyos) tienen más similitudes con las facies de la Península de Samaná (Presencia de mármoles y deformación dúctil).

### 2.1.1. Deformación dúctil

Esta deformación interesa únicamente las facies de la Unidad de los Hoyos del (Mioceno Medio) aflorando en el cauce del Arroyo del mismo nombre. Las capas de siltitas y lutitas con intercalaciones de areniscas feldespáticas laminadas y conglomerados presentan pliegues asimétricos de amplitud decamétrica (Fig. 152). Los ejes de pliegues observados (N0°E). Están poco inclinados de 5° hacia el norte.



Fig. 152: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores vista de un eje anticlinal buzando al norte .

18PU9138 Lat.: 19°59063 / Long.: -69°97385 Arroyo Los Hoyos.

### 2.1.2. Deformación frágil

Los accidentes frágiles principales tienen firmas muy marcadas en el mapeo del magnetismo reducido al polo y/o en la topografía o la morfología del relieve (Fig. 153). Se suceden del Norte al Sur con denominaciones locales al nivel de la Hoja.

Son

La Falla Abreu – Cabrera

La Falla Los Picachos – Diamante

La Falla San Rafael - Payita

Son globalmente paralelas orientadas ONO-ESE (130°E a 150°E) Al Oeste de la Hoja la Falla San Rafael - Payita se diverticula con un ramo orientado NN0-SSE

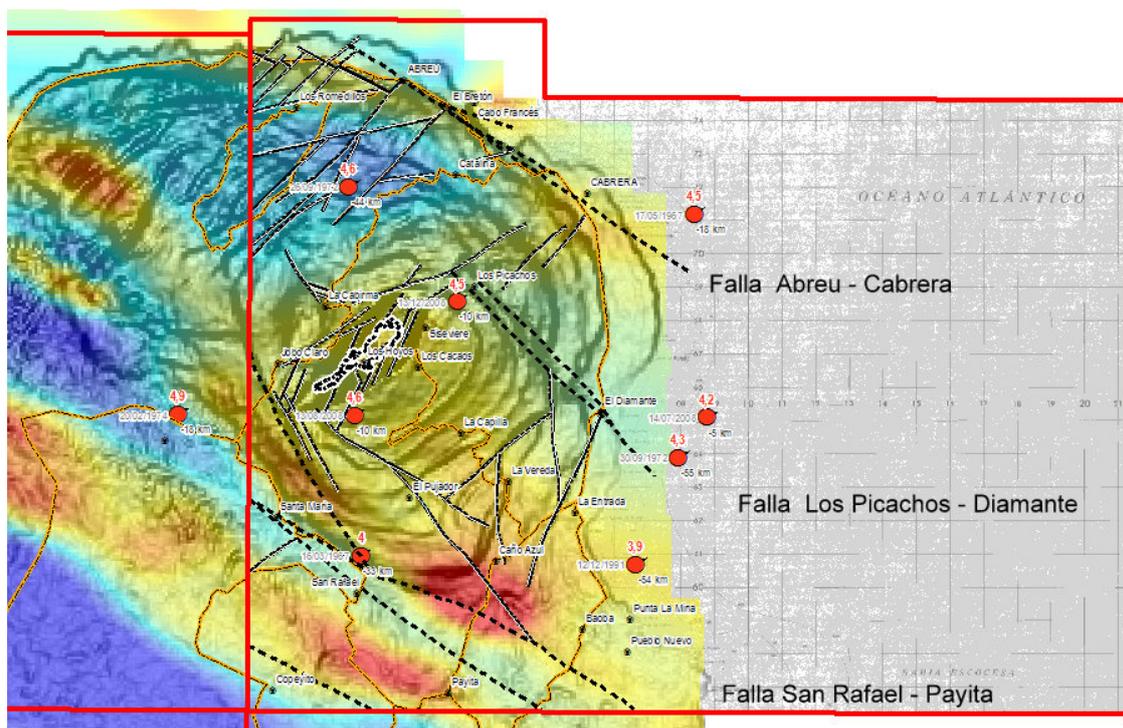


Fig. 153: Mapa de los principales accidentes estructurales con el magnetismo reducido al polo y el relieve del SRTM .

### 2.1.3. Falla Abreu – Cabrera

Al Norte de la hoja La Falla Abreu – Cabrera esta paralela a costa en septentrional En Geofísica, corresponde a una anomalía débil del gradiente vertical del magnetismo En terreno su traza corresponde a una verticalización de la estratificación de las margas de la formación Villa Trina - Haitises en el Sur de la Playa de Cabo Francès. (Fig. 42). Su buzamiento es vertical con el compartimento Norte hundido. Podría corresponder a un plano de ruptura consecuente al basculamiento del edificio de las terrazas exhumando las margas del Plioceno inferior al Norte de la zona de falla .Hacia el Noroeste en el sector de Abreu la falla corresponde a pie del farallón entre las terrazas 7 y 6 .El contraste de los valores del magnetismo reducido al polo es débil pero indicativo d la radicación de la estructura.

### 2.1.4. Falla Los Picachos – Diamante

Esta falla presenta una firma topográfica muy marcada correspondiendo a un corredor de 0.5km de ancho ortogonal al los limites de las terrazas 4 a 7 en la parte baja y paralelo a los limites nororientales de las terrazas 1 a 3 en la parte alta. Además la terraza 6 desaparece al Sur de la falla. El corredor en la parte alta corresponde a alineamientos de

mogotes alargados paralelos al corredor. El rasgo mas llamativo de la falla es la indentacion de la costa que constituye la cala de la playa Diamante alineada con dolinas inundadas y la presencia de una surgencia de agua dulce (Fig. 140 y Fig. 154). Ningún desnivel significativo aparece en las laderas norte y sur de la Falla en la terraza 7. Mas al Norte la falla corresponde al escarpe entre las terrazas 2 y 3. La Falla esta interrumpida al Norte por un accidente menor de rumbo ONO-ESE. El contraste de los valores del magnetismo reducido al polo es débil pero indicativo de la radicación de la estructura.



Fig. 154: Falla Los Picachos – Diamante - Vista aérea de la cala de la playa con el alineamiento del corredor de la Falla de Los Picachos – Diamante .

### 2.1.5. Falla San Rafael - Payita

Esta falla o ramo de fallas al Sur de la hoja constituye claramente el límite meridional de la estructura anular de Cabrera. Esta constituida por varios ramos de falla más o menos marcadas en la topografía. Al límite occidental de la hoja, un ramo conjugado de Rumbo NO-SE asociado a la falla se marca fuertemente en la topografía y corresponde al desnivel entre las terrazas 3 y 4 en la parte oeste. El ramo más septentrional tiene una firma discreta en la topografía por estar ubicado en las arcillas de Río Boba. Corresponde a la depresión poca marcada del la cabecera del Arroyo Claro. Entre Santa María y San Rafael. En el campo, se observan puntualmente al Norte de San Rafael las calizas brechoides sub horizontales de La Formación Isabela con planos de fracturación verticales en el corredor de la Falla de San Rafael – Payita (Fig. 155). El contraste de la anomalía de magnetismo reducido al polo de la Zona de Falla es muy fuerte con dos zonas fuertemente positiva al Sur de Caño Azul y al Norte de Payita. La anomalía de

Caño Azul corresponde a sector donde la edición de 1991 del Mapa Geológico de La Republica Dominicana a la escala 1/ 250 000 suponía la presencia superficial del facies esquistos verdes del complejo básico de Complejo de Pedro García (Fig. 156). El levantamiento detallado de campo en dicha zona no permitió observar las facies del complejo en superficie.



Fig. 155: La Falla San Rafael - Payita – Vista de las: calizas brechoide de la Formación Isabela sub- horizontales con deformación y recristalización según fractura N100°/75N.

18PU9082 Lat.: 19°56744 / Long.: -70°0015 - camino de Santa María a Mella.

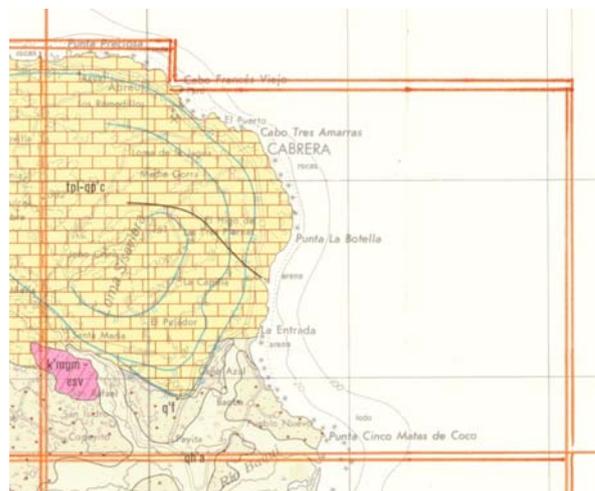


Fig. 156: La Falla San Rafael - Payita –Extracto de la Hoja Cabrera en la edición de 1991 del Mapa Geológico de La Republica Dominicana a la escala 1/ 250 000 con la ubicación del supuesto complejo básico de Pedro García (Rosado).

Mas al sur al Norte de Copeyito existe otra discontinuidad magnética que permite suponer la presencia de otro accidente mayor orientado ONO-ESE que se extiende hacia el mar por la Hoja Nagua

La integración des estas zonas de discontinuidades geofísicas en el mapa del en la parte oriental de la mega estructura de la Zona de Falla de Camu (Fig. 160) permite suponer una relación del conjunto de fallas principales de la hoja con una extensión oriental de la Zona de Falla de Camu o a mínimo con un ramo importante de dicha zona de falla hacia el Sureste. La presencia de la extensión de este accidente mayor en el Sur de la Hoja explica el carácter muy peculiar de la litología del substrato mioceno de La Península de Río San Juan y sus similitudes con las facies de la Península de Samaná.

### 2.1.6. Otras estructuras frágiles y neotectónica reciente

Entres estas estructuras principales existen fallas de menor relevancia las orientaciones son OSO-ENE y SO-NE Son fallas menores con juegos recientes que recortan o limitan

el modelado de las diversas terrazas de la estructura anular particularmente en la parte Noroeste de la Hoja.

De los eventos sísmicos ya descritos anteriormente y con implicación en la hoja podemos destacar los **sismos del Domingo 4 de Agosto del año 1946 a las 12:55 p.m** y el del **Jueves 8 de Agosto del año 1946 a las 8h 30 a.m** Además de las descripciones anteriores otros detalles de prensa ilustran estos evento y sus consecuencias como el artículo del Diario la Nación siguiente:

*“Domingo 4 de Agosto del 1946 a las 12:55 p.m.: Fuerte terremoto, el cuadragésimo tercero sentido en la isla desde el Descubrimiento, de 8.1 en la Escala de Richter que generó, a los pocos segundos, un maremoto en las costas de toda la bahía Escocesa (la cual se extiende desde Arroyo Salado hasta Cabrera), penetrando en algunas zonas, como en Arroyo Salado, más de cinco kilómetros tierra adentro, inundando por más de tres semanas algunas zonas, destruyendo siembras y poblados (Matanzas, Nagua, El Juncal de Cabrera, Punta Morón – entre las secciones de El Limón y Las Cañitas en Samaná, Sánchez, Sabana de la Mar, Río San Juan y Miches) y cobrando aproximadamente 1,970 vidas en territorio dominicano (en los poblados de Matanzas, Villa Julia Molina (Nagua actual), Arroyo Salado, El Bajío, Río Boba, y algunas vidas en Puerto Plata y Santiago). En las partes bajas el mar penetró arrasándolo todo, viviendas y árboles, dejando varias lagunas, transformando el curso de los ríos en las proximidades de su desembocadura y aislando algunos sectores.”*

*“En la parte escarpada el sismo ocasionó el derrumbe de los arrecifes y acantilados, que se desplomaron en enormes masas. Hubo también daños importantes desde Samaná y Miches hasta Puerto Plata y Luperón, incluyendo Sánchez, Villa Isabel (Villa Vázquez actual), Botoncillo, Castañuelas, Villa García, Río San Juan, Cabrera, Santiago, Santo Cerro, Moca, San Francisco de Macorís, Arenoso, Cotuí, Monte Plata”.*

*“Reportaron que el río Licey en Moca que tenía su caudal completamente agotado, volvió nuevamente a correr emergiendo de su lecho abundante caudal de agua”.*

*“En adición, el terremoto fue sentido fuertemente en Montecristi, Dajabón, Valverde, Elías Piña, San Juan de la Maguana, Santo Domingo, Villa Mella, La Jagua, Jarabacoa, Villa Trinitaria, El Seibo y Yaguatero, donde cayeron objetos de los tramos en las tiendas y las estructuras vacilaron y se produjeron agrietamientos. 1,100 réplicas se reportaron en los meses siguientes.”*

Otras crónicas relatan que:

*“Mas de 150 caballos cuyos dueños estaban pasando el domingo en la Gallera de La Entrada de Nagua fueron ahogados por el maremoto detrás de la Playa Arroyo Salado”*

**Del Periódico La Nación – viernes 9 de agosto del 1946:** *“Estimaron en aproximadamente 20,000 el número de personas perjudicadas por las avenidas de los ríos, por el ras de mar, por la incomunicación y por la pérdida de sus hogares y de sus cosechas. Este dato, sujeto a ulterior comprobación, se refiere a la zona más castigada por el maremoto en el litoral nordeste de la isla. Como se sabe, las comunidades más castigadas en dicho litoral fueron Matanzas, Villa Julia Molina y Cabrera, en las cuales hay una población total calculada en 31,000 habitantes.*

**Del Periódico La Nación, lunes 12 de agosto del 1946** “El jueves 8 de Agosto En Limón, Samaná se produjo otro terremoto asociado con un nuevo maremoto. Los moradores reportaron que desde el lunes 5 el mar había estado descendiendo en el paraje de Las Galeras por lo cual ellos vigilaban con gran temor al extraño fenómeno. Pasaban los días y las sacudidas se sucedían en la península con gran frecuencia, precedidas siempre de un rarísimo ruido subterráneo que era más prolongado cuanto más intensos fueron los temblores (de las réplicas). Más que consecuencias materiales desastrosas, tales fenómenos aumentaron hasta el extremo el pánico de los moradores, quienes se disponían a abandonar aquellos lugares. El jueves, a las ocho y media de la mañana, se registró una violentísima conmovición, comparable casi a las dos del domingo 4 de agosto.

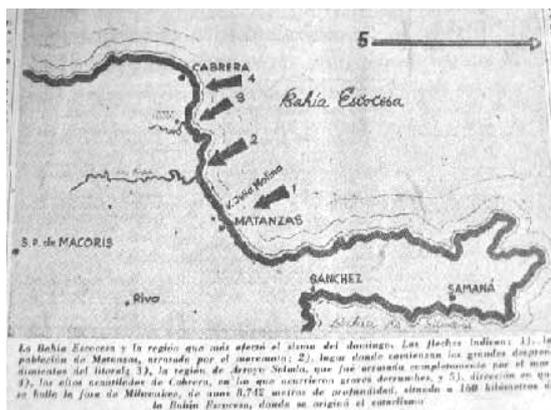


Fig. 157: Ilustración de Prensa de los efectos del maremoto del 4 de Agosto 1946 .

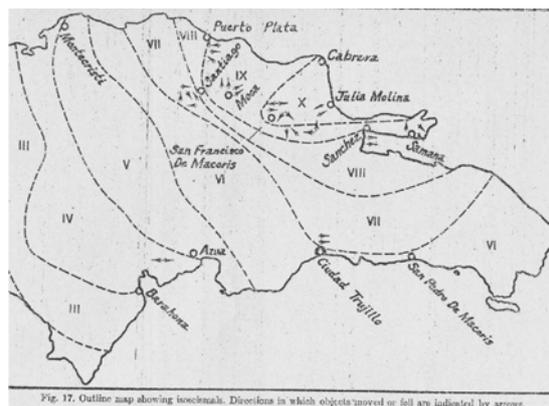


Fig. 158: Mapa de isosistas del terremoto del 4 de Agosto 1946 realizada por el sismólogo J. Lynch

“1 : Población de Matanzas arrasada por el maremoto - 2: Lugar donde comienzan los grandes desprendimientos del litoral - 3:Región de Arroyo Salado que fue arrasada completamente por el maremoto – 4: Los altos acantilados de Cabrera en los que ocurrieron graves derrumbes - 5: Dirección de la Fosa de Milwaukee donde se originó el cataclismo”.

L Reyes Madera (2009) “El Día del Terremoto”

L Reyes Madera (2009) “El Día del Terremoto” Del Periódico La Nación – viernes 9 de agosto del 1946.

Mas recientemente en la hoja se registraron nueve epicentros de sismos recientes cuyas profundidades varían entre 5km y 55km. De las ubicaciones entregadas en la Fig. 159 no se puede relacionar estos sismos con un accidente específico.

LONG (WGS84)	LAT (WGS84)	Magnitud (Escala Richter)	Profundidad (km)	Fecha	Fuente
-69,968	19,542	4,00	33	16/3/1967	USGS
-69,874	19,635	4,50	18	17/5/1967	USGS
-69,972	19,642	4,60	44	26/9/1972	USGS
-69,878	19,569	4,30	55	30/9/1972	USGS
-69,890	19,541	3,90	55	12/12/1991	USGS
-69,871	19,582	4,20	6	14/7/2008	USGS
-69,974	19,576	4,60	10	13/8/2008	USGS
-69,941	19,611	4,50	10	13/12/2008	USGS
-69,894	19,632	3,50	1	29/9/2009	USGS



### **3.1.3. Descripción hidrogeológica**

A continuación están las principales características hidrogeológicas de las unidades cartografiadas tal como los acuíferos vinculados a las zonas de fallas principales. Se describen del Suroeste hacia el Noreste.

**Unidad Los Hoyos (Mioceno inferior a medio):** El Miembro Superior con las facies de brecha de tipo "debris flows" polimíctico con bloques y cantos en una matriz de grauvacas o tobacea andesítica presentan una permeabilidad alta por porosidad intergranular conectada al diferencia del Miembro Superior de permeabilidad baja en siltitas y lutitas expansivas.

**Formación Villa Trina - Haitises (Mioceno superior a Plioceno superior):** Las margas inferiores constituyen una pantalla altamente impermeable asociada con una facultad de retención alta en unos niveles de arcillas expansivas. Las calcarenitas laminadas de miembro medio permeabilidad alta por porosidad intergranular conectada en un nivel discontinuo. En la parte superior las calizas del Miembro la Piedra presentan una permeabilidad de fractura y cárstica muy alta. Su presentación en extensas zonas de karst superficial le otorga el rango de acuífero principal del sector con una superficie de alimentación y surgencias frecuentes al contacto de las margas inferiores responsable de deslizamientos frecuentes en la depresión de los Hoyos. Las margas superiores que pueden constituir un equivalente lateral de las calizas poseen al contrario una permeabilidad baja muy baja y constituyen una pantalla impermeable en la base de Las calizas de La Formación Isabela suprayacente. Esta pantalla constituye el piso de las dolinas inundadas observadas en el sector de Diamante así como el piso de las surgencias del sector de Playa Diamante, de Playa de Cabo Francès. y de los tramos de cauces de los escasos arroyos permanentes como el Arroyo Caya Clara o Arroyo los Valles.

**Formación La Isabela: (Plioceno a Cuaternario)** Las Facies de brechas de talud o de armazón arrecifal poseen una permeabilidad alta por porosidad intergranular en las brechas o inter bloques en las facies de armazón arrecifal. La fuerte carstificación en dolinas y cuevas acentuada por una fracturación le otorga una permeabilidad de red cárstica conectada muy alta.

**Arcillas de Río Boba (Plioceno a Cuaternario):** Estas arcillas localmente expansivas son de permeabilidad baja los con alto potencial de retención en arcillas expansivas

**Eolianitas y esparcimientos de arenas (Plioceno a Cuaternario):** Son de poca extensión y constituyen acuíferos de alta permeabilidad porosidad intergranular conectada

**Arcillas residuales (Cuaternario):** Estas arcillas arenosas son de permeabilidad media a baja

**Arcillas de descalcificación (Cuaternario):** Arcillas residuales rojizas limitadas en el fondo de las formas càrsticas (dolinas y uuales) son de permeabilidad baja

Las formas de **depósitos cuaternarios** de manglar y arcillas palustres de zonas pantanosas constituyen pantallas de permeabilidad baja. Al contrario los depósitos de aluviones actuales de fondo de valle y de llanura de inundación constituyen acuíferos superficiales de permeabilidad alta por porosidad intergranular así como los cordones arenosos de playa actual que constituyen acuíferos de alta permeabilidad por porosidad intergranular generalmente con agua salada.

El rasgo importante del contexto hidrogeológico de la hoja queda el edificio carstificado de las calizas de las formaciones de Villa Trina - Haitises y de la Isabela Este edificio presenta una red de aberturas càrsticas conectadas (dolinas, uualas, cuevas) que determina circulaciones subterráneas importantes en detrimento de las circulaciones superficiales.

## **Riesgos naturales**

En este capítulo se evoca brevemente los riesgos geológicos potenciales presentes en la hoja. Son de cuatro tipos principales

- el riesgo sísmico y asociado
- el riesgo de inundación
- el riesgo de deslizamientos

### **3.1.4. Riesgo sísmico y asociado**

Este riesgo existe en la hoja tal como en todos los corredores de las Fallas Septentrional y de Camu. El riesgo asociado más importante es el riesgo de maremoto y de inundación de la faja costera baja como el cauce inferior del Río Boba y del Arroyo Salado. A la faja costera alta (zona de Abreu, Cabrera y La Entrada) corresponde más el riesgo de derrumbe costero de farallones como lo ocurrido en 1942.

### **3.1.5. Riesgo de inundación**

Este riesgo existe en las zonas bajas en los valles de Arroyo Caño Blanco. Está favorecido por la pendiente muy suave de la red hidrográfica en su cauce terminal parte baja. Este riesgo de inundación está alto en caso de pluviosidad alta en caso de huracanes o de depresiones tropicales sucesivas. Señalamos la inundación consecuente al maremoto del 4 de agosto de 1946 que inundó la parte baja de la cuenca del Arroyo Salado y del Río Baquí y penetró hasta cinco kilómetros tierra adentro. Este evento modificó el curso de los ríos favoreciendo inundaciones en zonas bajas de las cuencas. Cabe señalar la ausencia de poblados en los sectores con riesgos altos a parte de Pueblo Nuevo establecido a una elevación de 7m al Sur de la desembocadura del Arroyo Salado y el Sur del Poblado de La Entrada establecido a una elevación de 7m al norte de la llanura de inundación del Arroyo Salado. Los demás poblados están establecidos en lomas altas constituidas de relictos de calizas coralinas de la Formación Isabela (Payita, 18m, Ochoa 10m, Baoba 16m).

### **3.1.6. Riesgos de deslizamientos**

En la hoja este riesgo corresponde a deslizamientos de taludes en arcillas. Este riesgo está limitado a las pendientes de la depresión de los Hoyos. En esta, las surgencias de agua existen a lo largo del contacto de las calizas carstificadas de la Formación Villa

Trina - Haitises con las margas inferiores impermeables que poseen una facultad de retención alta en unos niveles de arcillas expansivas. La pendiente fuerte aumenta el factor de gravedad. En toda la extensión de las faldas de la depresión se observan actualmente numerosas formas encajadas de deslizamientos de extensión decamétricas (Fig. 161 y Fig. 162).



Fig. 161: Vista del modelado de la margas inferiores de la Formación Villa Trina - Haitises con deslizamientos en los flancos de la depresión de Los Hoyos.

18PU9089 Lat.: 19°59065 / Long.: -69°98202 - Bajada en el flanco norte del Valle de los Hoyos.



Fig. 162: Vista paisaje con el modelado de deslizamientos en la margas inferiores de la Formación Villa Trina - Haitises con deslizamientos en los flancos de la depresión de Los Hoyos.

18PU9480 Lat.: 19°5987 / Long.: -69°96455 Bajada en el flanco norte del Valle de los Hoyos .

## **Recursos minerales**

En la Hoja de Cabrera los recursos minerales conocidas corresponden a sustancias no metálicas como brechas calcáreas o arenas para construcciones.

Los indicios de material calcáreos corresponden a pequeñas canteras en el material poco consolidado de las brechas de calizas coralinas de la Formación Isabela. Este material se usa muy localmente como balasto de carretera

Las arenas finas cuaternarias ya fueron descritas como indicios de sílica por Tavares I. *et al* en El Mapa de recursos minerales no metálicos identificados y facilidades industriales de la Republica Dominicana (1986).

El indicio registrado como indicio de sílice se ubica en la parte Sureste de la hoja vecina de Río San Juan. En la hoja de Cabrera estas arenas se ubican en la parte suroeste de la hoja en la zona de San Rafael Copeyito,

El material corresponde a arenas silíceas finas muy lavada de grano milimétrico homométrico con escasos niveles enriquecidos en minerales negros. Se disponen en coberturas de potencia decimétrica a centimétrica encima de las Arcillas Boba. Están explotadas de manera informal y utilizada para la confección de cementos de aspecto liso en las infraestructuras turísticas de la costa Noroeste (Río San Juan, Cabrera, Las Terrenas).

Las ubicaciones y las principales características de estos indicios aparecen respectivamente en la Fig. 163 y la Fig. 164

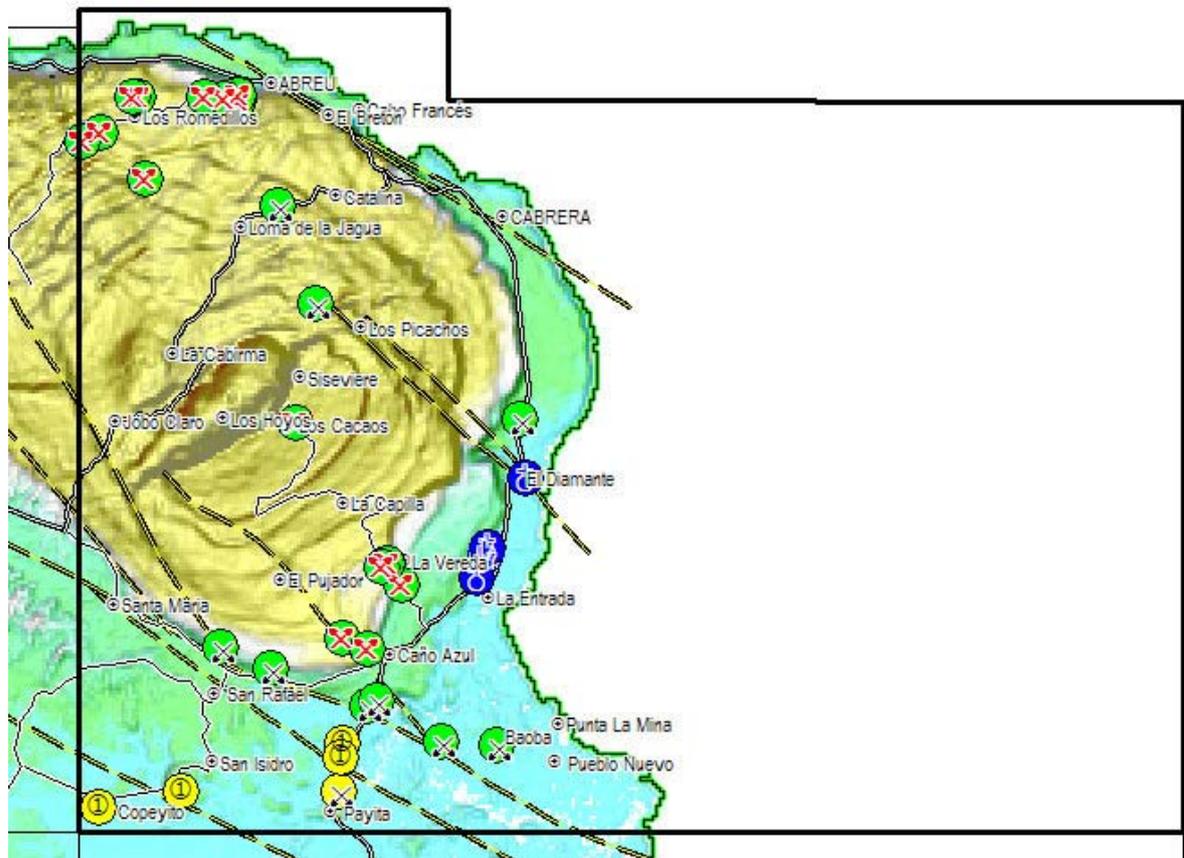


Fig. 163: Recursos minerales - Mapa de ubicación, tipos y características de los indicios de la hoja.

**Actividad del indicio**

- ✂ Cantera activa
- ✂ Cantera inactiva
- ⚡ Cueva
- ⚡ Resurgencia
- ① Sin explotación

**Sustancia o características del indicio**

- Arenas pleistocenas
- Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela
- Cueva
- Resurgencia

<b>Latitud WGS84</b>	<b>Longitud WGS84</b>	<b>identificación proyecto</b>	<b>Tipo de indicio</b>	<b>Sustancia</b>	<b>Estado del indicio</b>
19,54444	-69,94052	18PU9016	Cantera inactiva en la planicie	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,50930	-69,94127	18PU9107	Cantera en camino	Arenas pleistocenas	Cantera inactiva
19,59337	-69,95111	18PU9108	Cantera atrás de casa	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,62076	-69,94665	18PU9210	camino a laguna honda	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,66702	-69,96380	18PU9228	Camino de Abreu a los Guaos	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,66830	-69,96382	18PU9234	Camino de Abreu a los Guaos	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,66749	-69,96731	18PU9237	Camino de Abreu a los Romaditos	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,66780	-69,97171	18PU9238	Camino de Abreu a los Romaditos	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,66786	-69,98665	18PU9241	Cantera en los Romaditos	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,66764	-69,98776	18PU9242	Cantera en los Romaditos	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,65965	-69,99534	18PU9246	Camino de los Romaditos a Loma Blanca	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,65751	-69,99940	18PU9248	Camino de los Romaditos a Loma Blanca	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,64900	-69,98526	18PU9256	Camino Abreu a el Guao	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,59425	-69,90024	18PU9333	Carretera Cabrera Nagua	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,52005	-69,90573	18PU9426	Camino de Baoba a los Pajuales	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,52075	-69,91831	18PU9451	Camino a Pueblo nuevo	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,54176	-69,93468	18PU9007	Cantera activa al pie de Planicie	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,56132	-69,93033	18PU9028	Cantera activa	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa

19,56062	-69,93143	18PU9029	Camino a la Capilla de la Vereda	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,55663	-69,92694	18PU9032	Camino a la Capilla de la Vereda	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera activa
19,52900	-69,93459	18PU9009	Cantera al este de carretera	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,53014	-69,93272	18PU9010	Cantera al oeste de carretera	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,53741	-69,95652	18PU9011	Cantera activa en farallón de planicie	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,54242	-69,96812	18PU9068	De Pueblo de San Rafael a el Pujador	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,64285	-69,95523	18PU9101	Camino de La Cabirma a la Catalina	Caliche en brechas coralinas de la Fm. Isabela	Cantera inactiva
19,56437	-69,90808	na	Resurgencia	Resurgencia	resurgencia
19,56279	-69,90837	na	Cueva	Cueva	cueva
19,55750	-69,91064	na	Resurgencia	Resurgencia	resurgencia
19,58030	-69,89957	na	Resurgencia	Resurgencia	resurgencia
19,50504	-69,99613	26PU9521	Copeyito	Arenas pleistocenas	sin explotación
19,50896	-69,97754	18PU9281	San Isidro	Arenas pleistocenas	sin explotación
19,52001	-69,94102	18PU9464	Norte de Payita	Arenas pleistocenas	sin explotación
19,51645	-69,94130	na	Norte de Payita	Arenas pleistocenas	sin explotación

Fig. 164: Tabla de las principales características de los indicios de la Hoja Cabrera.

N° de LIG	Lat. (°dec) WGS84	Long (°dec) WGS84	Provincia	Municipio	Distrito Municipal
1	19.45413	-70°52906	Espailat	Moca	San Víctor
2	19,36974	-70,71423	Santiago	Santiago de los Caballeros	La Barranca
2bis	19.35779	-70°72869	Santiago	Santiago de los Caballeros	La Barranca

Fig. 165: Situación y coordenadas de los L.I.G de la Hoja Santiago de Los Caballeros.

#### 4. Descripción de los Lugares de Interés geológicos LIG

Son todos aquellos lugares o puntos concretos con características peculiares relacionadas con la geología, especialmente los más útiles para reconocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la región, educativa o recreativa, en relación con el medio natural. La ubicación de los LIG esta en la

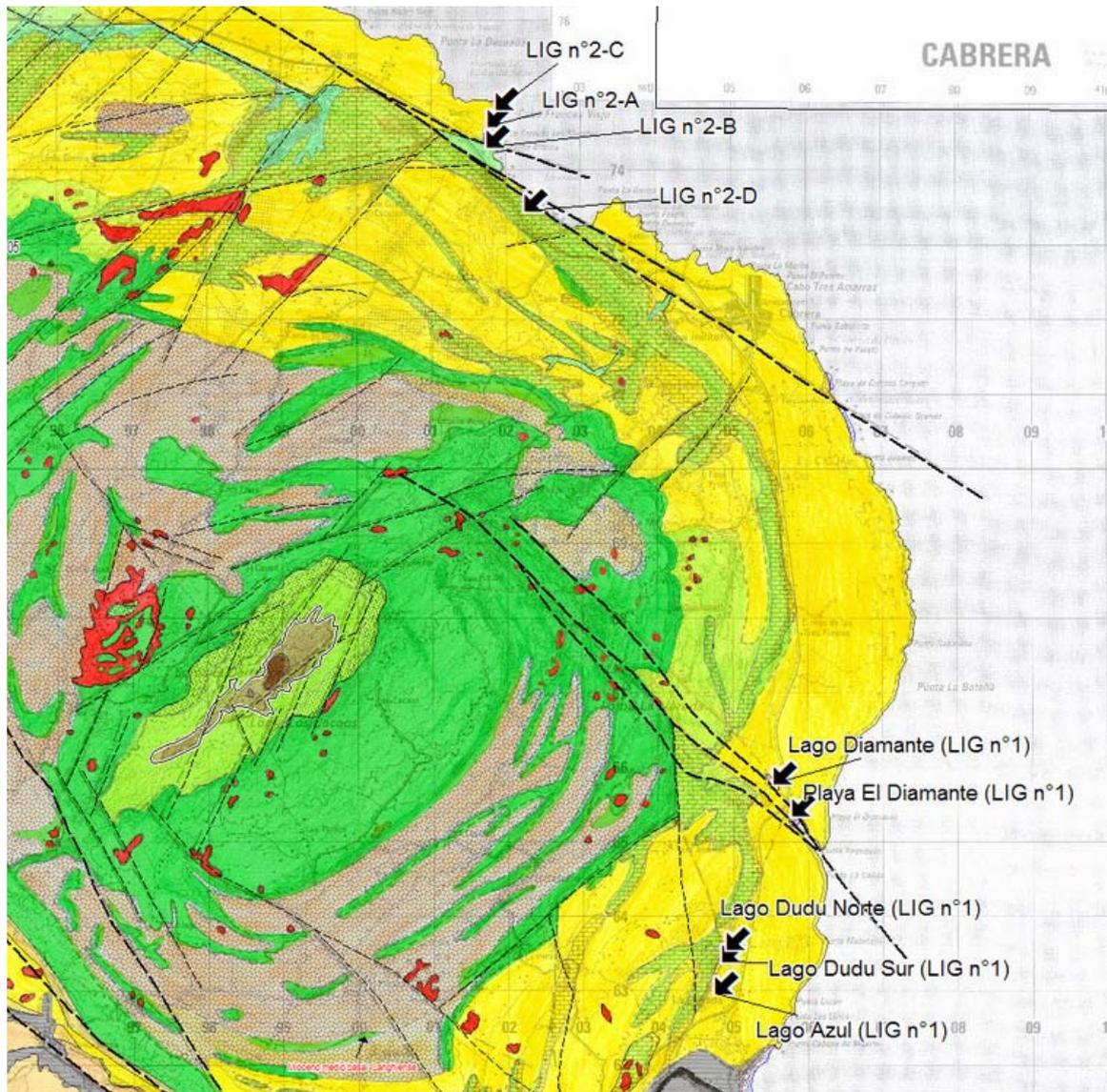


Fig. 166: Mapa de ubicación de los Lugares de Interés Geológicos.

## L.I.G.N° 1: Playa Diamante y Lago Dudu

### 1. CROQUIS DE SITUACIÓN

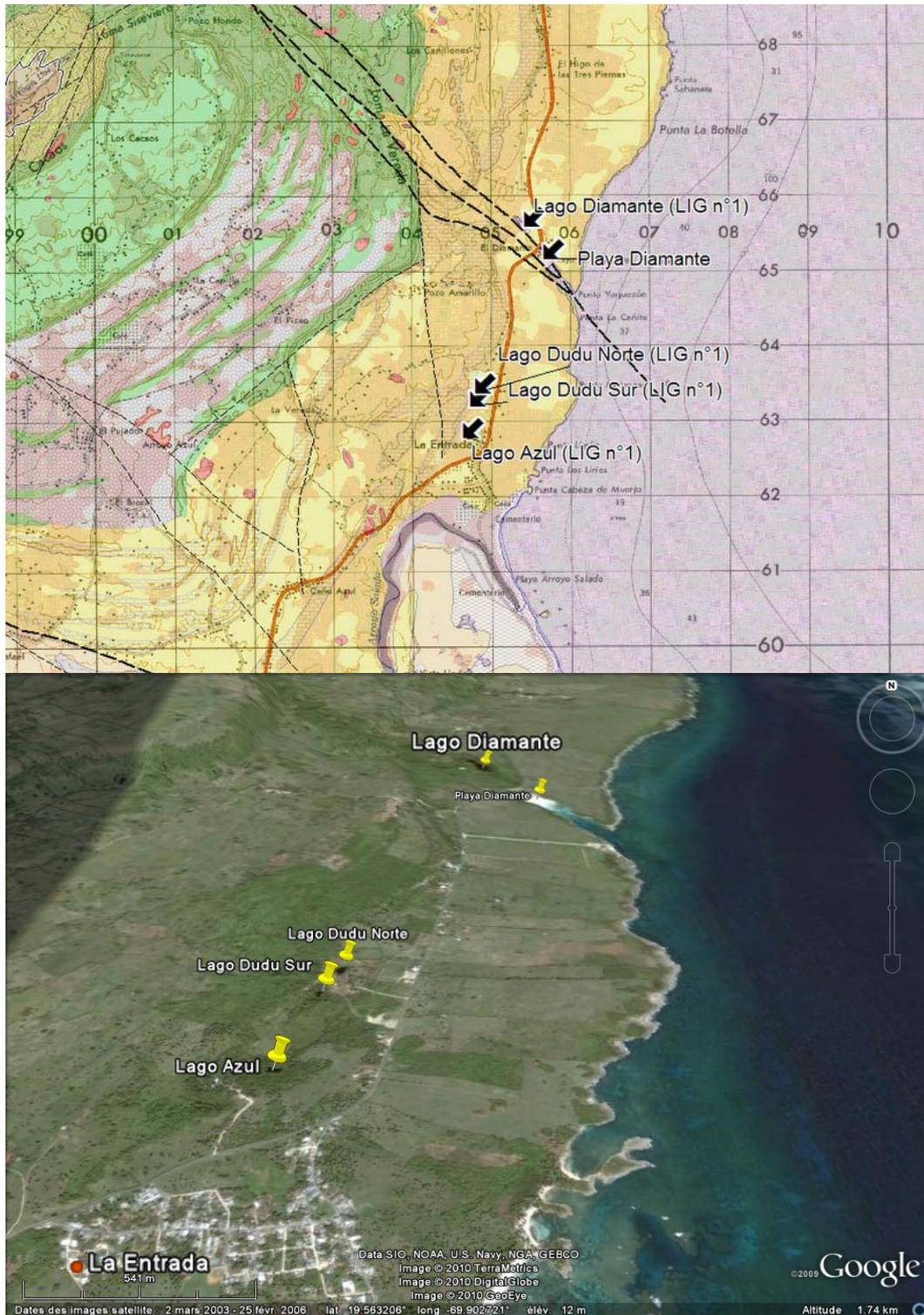


Fig. 167: Mapa y vista Google Earth de los sitios de interés del LIG1.

## 2. DESCRIPCIÓN DE SU ACCESIBILIDAD

Se llega al LIG N°1 por la carretera principal desde la Ciudad de Nagua hacia Cabrera. A 28 Km. a mano izquierda se ubica el Lago Dudu y a 30km a mano derecha la Playa Diamante. La ubicación de estos lugares y otros esta ilustrada en la Fig. 167. y detallada en la Fig. 168. Estos lugares corresponden a figuras muy llamativas de fenómenos càrsticos desarrollados en las calizas coralinas en la Formación Isabela y más precisamente en la última terraza de erosión de dicha formación.

nombre	Lat. (WGS 84)	Long. (WGS 84)	Elevación en m (sndm)
Lago Azul (LIG n°1)	19.559377°	-69.908841°	15
Lago Dudu Sur (LIG n°1)	19.563203°	-69.907941°	15
Lago Dudu Norte (LIG n°1)	19.564691°	-69.907349°	15
Lago Diamante (LIG n°1)	19.584795°	-69.901475°	13
Playa Diamante (LIG n°1)	19.580910°	-69.899120°	13

Fig. 168: LIG n° 1: Coordenadas de los sitios integrados en el lugar de Interés.

## 3. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Memoria de la Hoja de Cabrera

## 4. AUTOR DE LA PROPUESTA DEL PUNTO

Pol Urien

## 5. OBSERVACIONES

### Lagos Dudu Norte y Sur

Son los más accesibles y se ubican en un terreno privado cuyo dueño cobra un derecho de entrada. Corresponden a dolinas inundadas con un nivel de agua a 15m encima del nivel del mar.

Estas dolinas se ubican al pie del escarpe entre las terrazas 6 y 7. Son dolinas de forma circular de diámetro semi hectométrico (Fig. 169 y Fig. 170). El lago Diamante tiene una forma alargada paralelo a la dirección de la Falla Los Picachos - Diamante. Estas dolinas están inundadas y tienen una red extendida debajo del nivel acuático como lo indica el esquema de espeología disponible en la entrada de la cueva del Lago Dudu (Fig. 171). El

nivel del agua se ubica aproximadamente a 7m debajo de la planada de la terraza 7. El techo de estas cuevas presenta concreciones abundantes de estalactitas (Fig. 172 y Fig. 173). El farallón de la dolina alcanza 6 a 7m encima del nivel del agua (Fig. 174 y Fig. 175). Esta red càrstica acuática esta probablemente conectada o sub conectada por lo meno entre los Lagos Dudu Norte y Sur .

Al este (50m) del Lago Dudu existe un notch de erosión y disolución marina contemporáneo de la terraza 7 asociado a una cueva aérea (Fig. 176) . La cueva y el notch están ubicados en el pie del acantilado entre las terrazas 6 y 7. La cueva presenta concreciones calcáreas de tipo estalactitas y estalagmitas (Fig. 177). También se observan clastos de macro corales no completamente recristalizados en las paredes de la cueva aérea (Fig. 177).



Fig. 169: - Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte.

Fig. 170: Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763

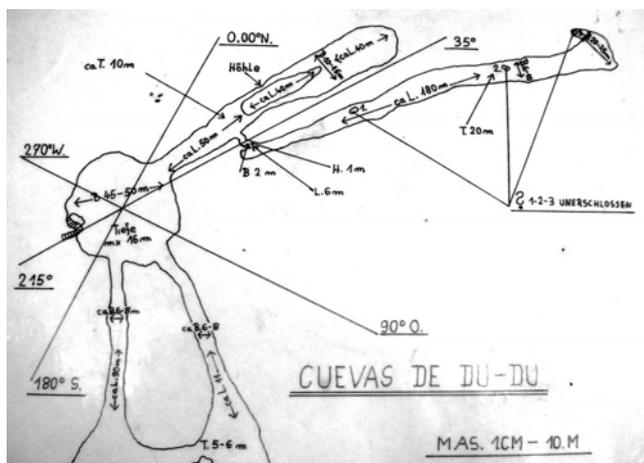


Fig. 171: Esquema espeológico de la cuevas subacuáticas del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.:  
-69°90763 - Lago Dudu Norte.



Fig. 172: Vista de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur.

18PU9343 Lat.: 19°5634 / Long.: -69°90793



Fig. 173: Vista del techo de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur.

18PU9343 Lat.: 19°5634 / Long.: -69°90793



Fig. 174: Vista de la entrada noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763 - Lago Dudu Norte



Fig. 175: Vista de la entrada Noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte.

18PU9340 Lat.: 19°56495 / Long.: -69°90763 - Lago Dudu Norte

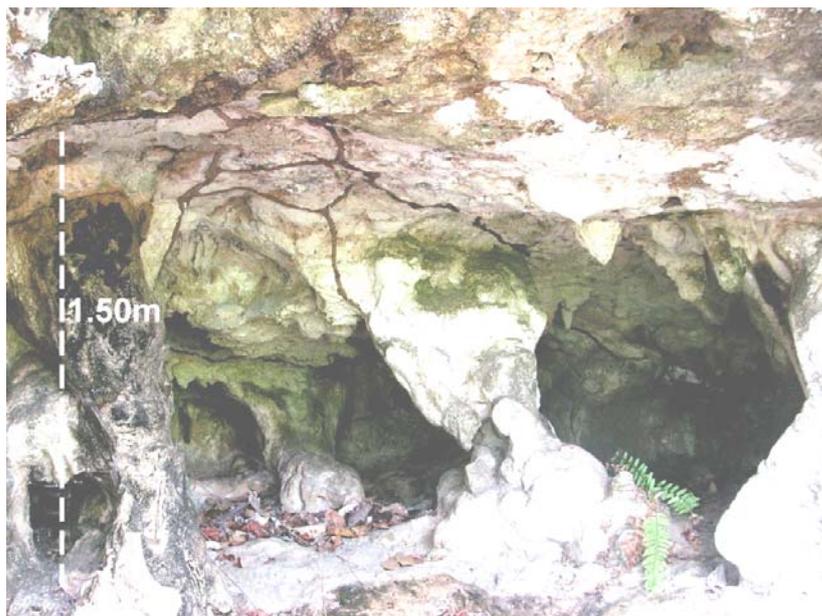


Fig. 176: Entrada de la cueva aérea de Lago Dudu Sur y recristalizaciones en el notch de erosión al nivel de la terraza 7.

18PU9342 Lat.: 19°56366 / Long.: -69°9083



Fig. 177: Concreciones en la cueva aérea del Lago Dudu Sur entre los bloques de calizas.

18PU9342 Lat.: 19°56366 / Long.: -69°9083 – Cueva de Lago Dudu Sur



Fig. 178: Presencia de macro corales en las cuevas aéreas del Lago Dudu.

18PU9342 Lat.: 19°56366 / Long.: -69°9083 – Cueva de Lago Dudu Sur.

## Playa Diamante

En Playa Diamante esta una surgencia en la parte alta de la playa. La surgencia principal brota con un caudal fuerte entre los bloques de calizas de la ribera de la playa (Fig. 136 y

Fig. 137). Hacia el Sur la surgencia es difusa y sale en forma de una multitud de pozos artesianos por la arenas de la playa (Fig. 138 y Fig. 139). Debido a la morfología encerrada de la playa, las aguas son poco agitadas y resulta que el agua de la parte alta de la playa es poco salada. Esta diferencia de agua se percibe en vista aérea con la parte alta con aguas turbias con partículas arcillosas a la diferencia de las aguas marinas de aspecto más transparente (Fig. 140).

La presencia de esta red càrstica inundada y de estas surgencias se puede explicar por la presencia a poca profundidad de una formación muy arcillosa actuando como pantalla impermeable. Mas al Norte en los sectores de Abreu, Cabo Francès. las margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises llegan a aflorar de bajo de la terraza 7 de La Formación La Isabela con presencia de surgencias de agua al contacto. También al Sur de Abreu y en Caya Clara estas margas llegan a aflorar al pie del acantilado entre la terraza 6 y 7. Prolongando estas margas infrayacentes hacia el sur se puede explicar interpretar que en el sector de la Entrada Diamante estas margas estén actuando como pantalla impermeable.

En este sector particularmente en Diamante, la fracturación a lo largo de la Falla Los Picachos Diamante favorece el drenaje y la carstificación de las calizas. Además en todo este sector desde la Loma La Vereda, los Cacaos hasta el Pujador y La Entrada no existe una red hidrográfica superficial y el derrame de agua es completamente subterráneo por una red càrstica muy probablemente conectada.

La turbidez del agua en la parte alta de Playa Diamante corresponde probablemente a partículas arcillosas proviniendo de la pantalla impermeable de las margas de la Formación Villa Trina - Haitises infrayacente a poca profundidad.



Fig. 179: Vista de la surgencia de Playa Diamante hacia el mar.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.



Fig. 180: Vista de detalle del nacimiento de la surgencia de Playa Diamante entre los bloques de calizas.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.



Fig. 181: Vista de la surgencia difusa de Playa diamante en pozos artesianos.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.

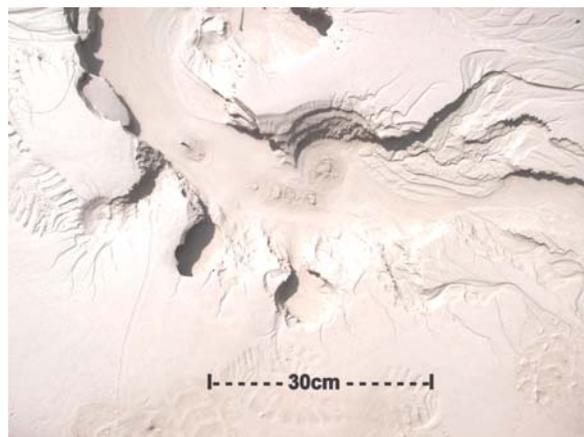


Fig. 182: Vista de la surgencia difusa de Playa Diamante en pozos artesianos en las arenas playeras.

18PU9110 Lat.: 19°58091 / Long.: -69°89912 - Playa Diamante.



Fig. 183: Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Vista aérea de Playa y Lago Diamante con las zonas de surgencias (S: Surgencia principal – A: Surgencia artesiana difusa) y la presencia de agua turbia .

**FICHA RESUMEN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO (L.I.G.) Nº 1**

**DENOMINACION:**

LIG 01: Playa diamante Lago Dudu

**SITUACION**

**PROVINCIA**

María Trinidad Sánchez

**MUNICIPIO**

Cabrera

**PARAJE**

La Entrada

**H. 1/100.000**

Cabrera

6274

**H 1/50.000**

Cabrera

6274 -IV

**COORDENADAS**

-69.89912

19.58091

-69.90735

19.56469

**CONTENIDO**

Contacto por discordancia de las calizas holocenos de la Formación La Isabela y las margas superiores de la Formación VillaTrina – Haitises.

**TIPOS DE INTERÉS**

**POR SU CONTENIDO**

	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
ESTRATIGRÁFICO			X	MINERO	X		
PALEONTOLÓGICO	X			MINERALÓGICO	X		
TECTÓNICO				GEOMORFOLÓGICO			X
HIDROGEOLÓGICO			X	GEOFISICO	X		
PETROLÓGICO	X			GEOQUÍMICO	X		
GEOTÉCNICO	X			MUSEOS Y COLEC.	X		
SEDIMENTOLÓGICO	X			.....			

**POR SU UTILIZACION**

	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
TURÍSTICO			X	DIDÁCTICO			X
CIENTÍFICO		X		ECONÓMICO	X		

**POR SU INFLUENCIA**

LOCAL	<input type="checkbox"/>	REGIONAL	<input type="checkbox"/>	NACIONAL	<input checked="" type="checkbox"/>	INTERNACIONAL	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	----------	--------------------------	----------	-------------------------------------	---------------	--------------------------

## L.I.G.N° 2: Cabo Francés Viejo: Discordancia entre la Formación Isabela y las Margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises.

### 1. CROQUIS DE SITUACIÓN

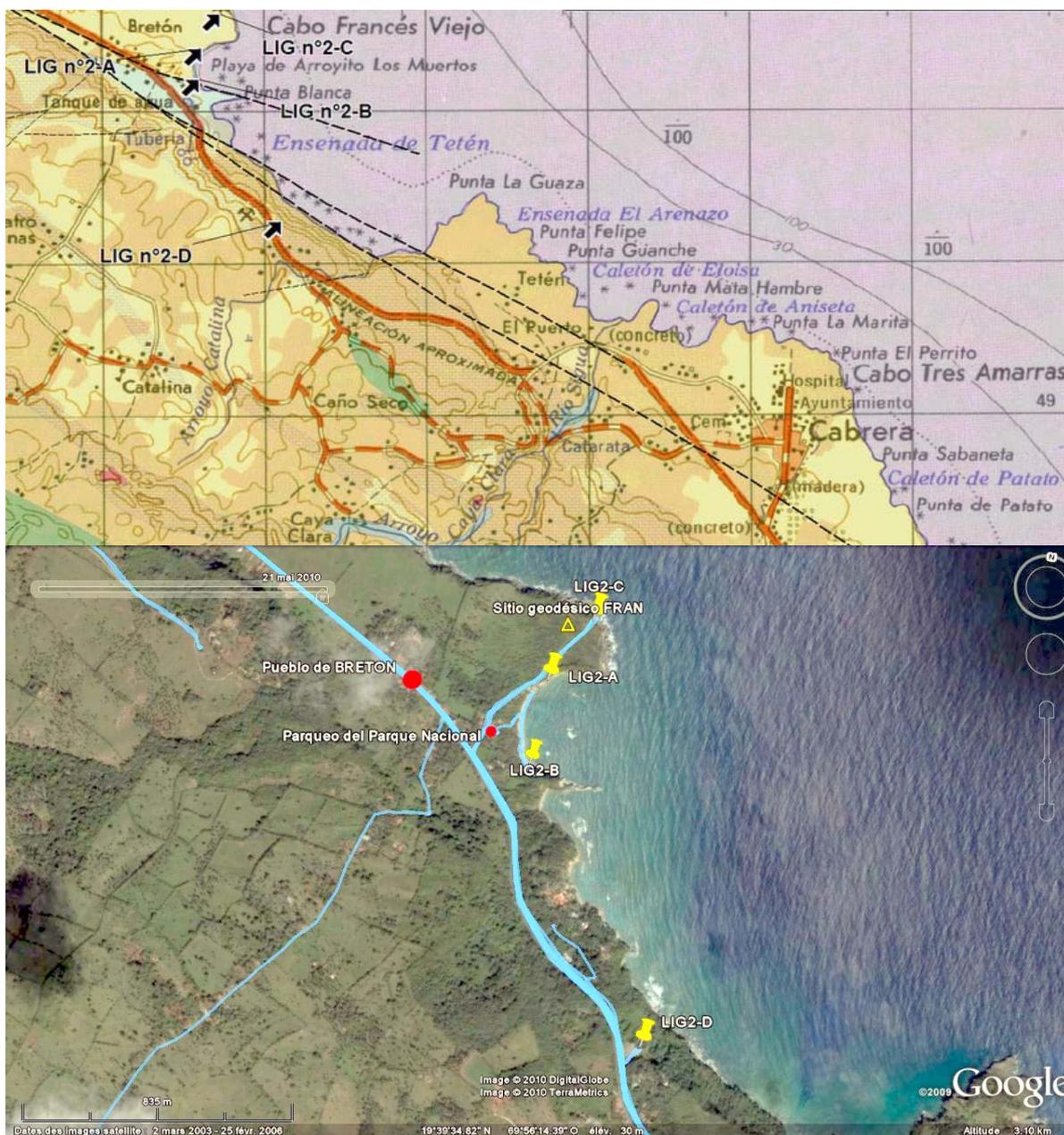


Fig. 184: Mapa y Vista Google Earth de los sitios de interés del lugar de Interés LIG n°2.

### 2. DESCRIPCIÓN DE SU ACCESIBILIDAD

Se llega al lugar por la carretera Nagua - Río San Juan - Puerto Plata vía Cabrera. Se llega al sitio por el pueblo de Bretón ubicado en la carretera Principal a 5.2km al Noroeste de Cabrera. El sitio se ubica totalmente en la " Zona Reservada o Parque

Nacional Cabo Francés Viejo y su adyacente playa El Bretón” de la cual esta indicada la entrada y el parqueo a 100m al Este de la carretera principal. En el lugar se ha distinguido tres estaciones de interés LIG n°2-A, LIG n°2-B, LIG n°2-C y LIG n°2-D descritos a continuación. Sus coordenadas están detalladas en la Fig. 185

LIG n°2-A	19.664422	-69.938076	0
LIG n°2-B	19.661856	-69.938212	0
LIG n°2-C	19.66646	-69.93703	15
LIG n°2-D	19.654167	-69.93337	82

Fig. 185: Coordenadas de los sitios integrados en el lugar de Interés LIG n°2

### 3. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Memoria de la Hoja de Cabrera

### 4. AUTOR DE LA PROPUESTA DEL PUNTO

Pol Urien

### 5. OBSERVACIONES

Los cuatros estaciones de este Lugar de Interés permiten observar el contacto discordante de la ultima terraza coralina de la Formación Isabela del holoceno con las margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises correspondiendo al Plioceno basal

Se llega al lugar por la carretera Nagua Río San Juan Puerto plata vía Cabrera y al sitio por el pueblo de Bretón ubicado en la carretera Principal a 5.2km al Noroeste de Cabrera.El sitio se ubica totalmente en la "Zona Reservada o Parque Nacional Cabo Francés Viejo y su adyacente playa El Bretón” de la cual esta indicada la entrada y el parqueo a 100m al Este de la carretera principal (Fig. 184). En el lugar se ha distinguido tres estaciones de interés LIG n°2-A, LIG n°2-B, LIG n°2-C y LIG n°2-D descritos a continuación. Sus coordenadas están detalladas en la Fig. 186

LIG n°2-A	19.664422	-69.938076	0
LIG n°2-B	19.661856	-69.938212	0
LIG n°2-C	19.66646	-69.93703	15
LIG n°2-D	19.654167	-69.93337	82

Fig. 186: Coordenadas de los sitios integrados en el lugar de Interés LIG n°2

## LIG n°2-A

El acceso al LIG n°2-A en la playa se hace por una escalera de concreto desde el parqueo. A mano izquierda, en el farallón de la playa se encuentra un corte espectacular con el contacto de la última terraza de la Formación Isabela con las Margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises (Fig. 75) y Fig. 76).

Corresponde al corte de la raza 7 constituida por el último depósito emergido de la Fm. La Isabela. Son poco carstificados a la diferencia de los edificios de las terrazas anteriores. El espesor es variable entre 2 m a 15m en unas secciones. Sobreyacen localmente a facies de talud proximal en alternancias métricas de brechas con cantos coralinos de menor tamaño y con matriz más abundantes separados por niveles margosos. Esta facies está constituida por la superposición y acumulación de esqueletos de colonias de coral, en posición de vida o más o menos volcadas y con distintos grados de fragmentación (Fig. 75 y Fig. 76). En la parte mediana se observa una superficie erosiva y con una discordancia angular poniendo en contacto las brechas de talud de La Formación Isabela con las margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises del plioceno basal. Son margas gris azules masivas homogéneas meteorizadas a beige crema. La estratificación es difícilmente discernible y inclinada a 10° hacia el Noreste. Estas margas contienen localmente una fauna abundante de nanofosiles, particularmente en las facies aflorando al norte de la escalera.

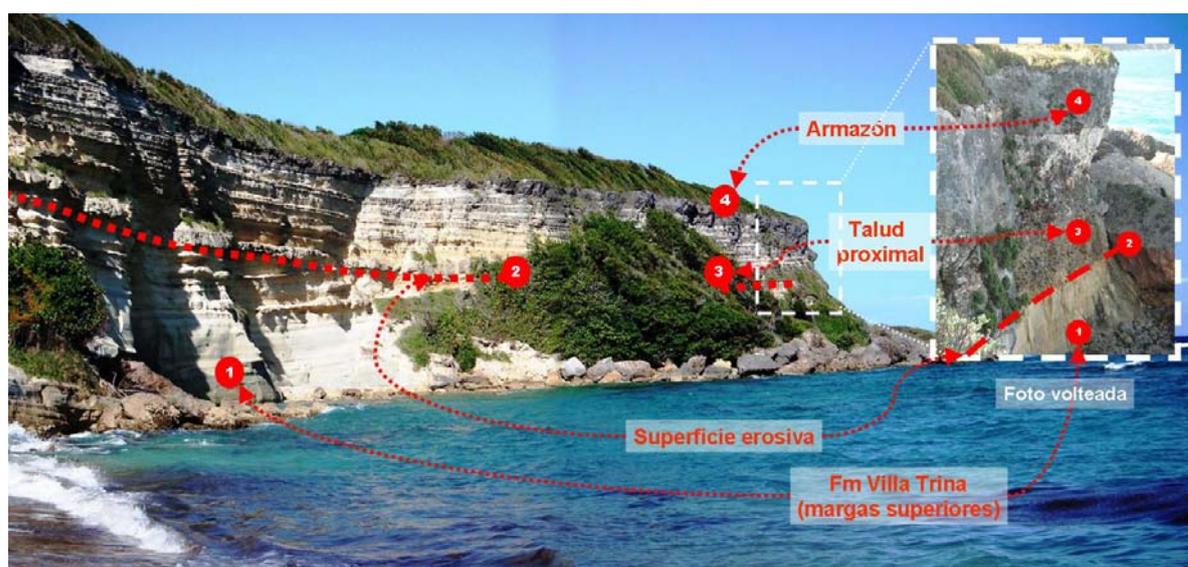


Fig. 187: Lugar de Interés LIG 2A: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas en Cabo Francés con el amazón superior (Holoceno) y el talud proximal en discordancia sobre las Margas superiores de Villa Trina - Haitises del Plioceno inferior.

18PU9306 Lat.: 19°66646 / Long.: -69°93703 - Punta Cabo Francés. Viejo

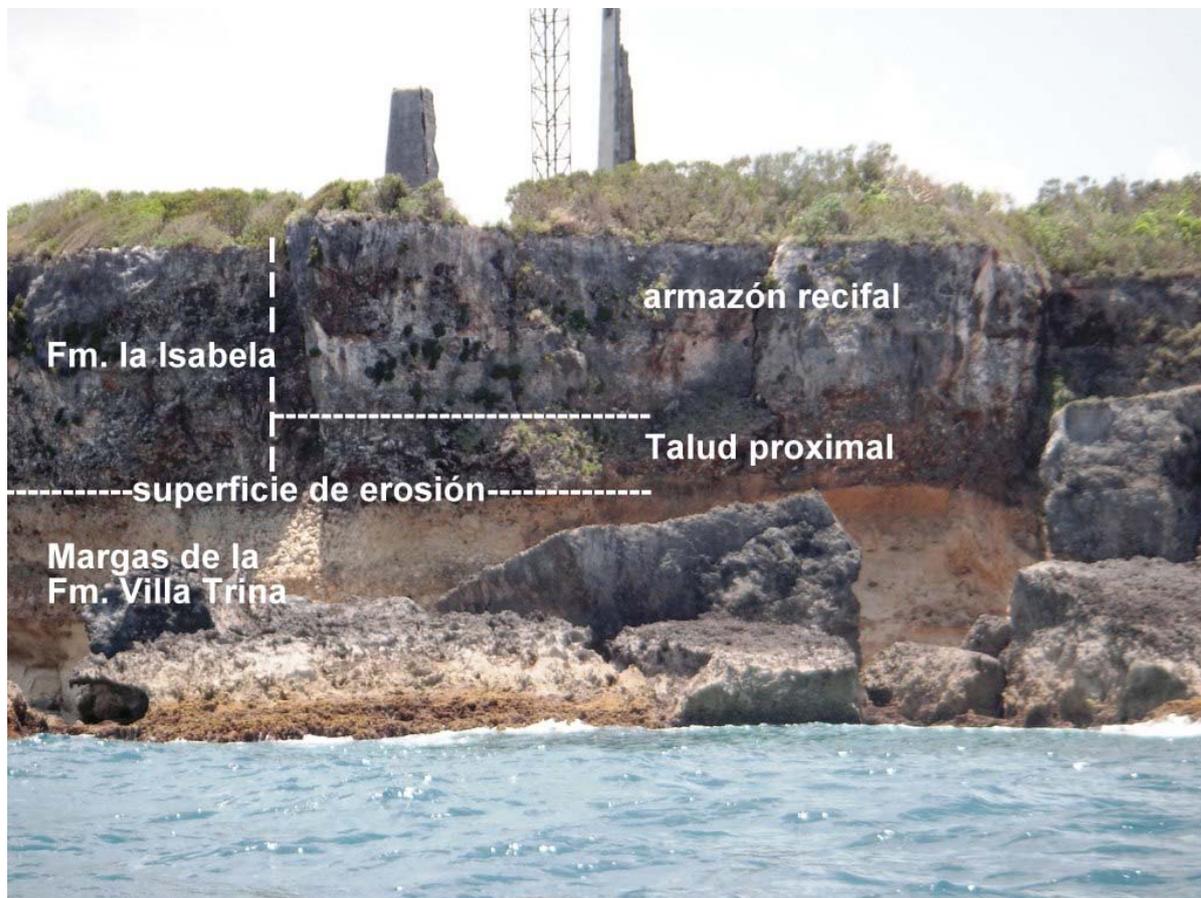


Fig. 188: Lugar de Interés LIG n°2-A: Vista costera de Cabo Francés con las calizas coralinas brechoides en edificios de arrecifes con el amazón superior y el talud proximal en discordancia sobre las margas superiores de Villa Trina - Haitises Se notan los bloques del amazón derrumbados con el maremoto del 4 de Agosto 1946.

18PU9379 Lat.: 19°66874 / Long.: -69°93652 - Cabo Francés. vista desde el mar.

## LIG n°2-B

Este punto se ubica al sur de la Playa del Bretón (Fig. 184). Al pie del farallón de la extremidad meridional de la playa se observan las margas superiores de la Formación Villa Trina - Haitises



Fig. 189: Lugar de Interés LIG n°2-B – margas meteorizadas a beige en contacto con las brechas de talud de la Fm. Isabela ; el contacto esta sublineado por manantiales.

18PU9307 Lat.: 19°66281 / Long.: -69°93863 Sur de la Playa de Bretón.



Fig. 190: Lugar de Interés LIG n°2-B Vista de las margas superiores grises azuladas fabrica tectónica y con niveles bioclasticos poco marcados (S0).

18PU9308 Lat.: 19°66221 / Long.: -69°93855 – Sur de la Playa de Bretón.

Las margas afloran a lo largo de la playa. En la parte superior de se observan manantiales frecuentes naciendo al contacto de las calizas carstificadas de la Formación Isabela superior. En el límite meridional de la playa, aparece una estratificación muy inclinada a 50 ° hacia el Norte y un diaclasado tectónico vertical orientado ON0-ESE. Un levigado muestreado (N° 18 PU 9308) en las facies poco alterados del farallón () a entregado una fauna muy abundantes de nanofosiles con una datación muy precisa al Plioceno inferior - Zancleense (Biozona PL1). Los foraminíferos planctónicos son abundantes y bien conservados. Se identificaron:

- Globigerinella aequilateralis* (BRADY)
- Orbulina universa* de ORBIGNY
- Sphaeroidinellopsis seminula* (SCHWAGER)
- Sphaeroidinella dehiscens* (PARKER & JONES)
- Sphaeroidinella dehiscens inmatura* (CUSHMAN)
- Neogloboquadrina dutertrei* (de ORBIGNY)
- Globorotalia* sp.

Los foraminíferos béticos son escasos y de formas profundas. Se identificaron:

- Bulimina exilis* BRADY
- Planulina ariminensis* de ORBIGNY
- Globocassidulina subglobosa* (BRADY)

## LIG n°2-C

Del parqueo se llega a La Punta de Cabo Francès. Viejo LIG n°2-C (0.5km) por un camino de tierra. Aquí, en la punta, están los vestigios de un faro y de una baliza marítima. En camino se pisa el último armazón arrecifal emergido de la Formación Isabela cuya erosión ha producido la última terraza. Esta terraza se dispone a una elevación de 15m encima del nivel actual del mar traduciendo un alzamiento notable en esta ubicación.

En el lugar tal como en el camino se observan varios bloques de macro corales característicos de la Formación Isabela.

Al pie del farallón se observan bloques de varios metros cúbicos desmantelados de las terrazas. Estos bloques son los restos del desmantelamiento de la cornisa antigua del armazón arrecifal provocado por el maremoto del 4 de Agosto 1946.



Fig. 191: Lugar de Interés LIG n°2-C: Bloque de macro coral de *Acropora Palmata* encima de la terraza 7 en el sitio del LIG 2C.

18PU9105 Lat.: 19°66646 / Long.: -69°93703 - Cabo Francès. Viejo.



Fig. 192: Lugar de Interés LIG n°2-C - Bloques derrumbados en Cabo Francès durante el maremoto del 4 de Agosto 1946.

18PU9105 Lat.: 19°66646 / Long.: -69°93703 - Cabo Francès. Viejo.

Cabe señalar la presencia en el lugar (a unos 20 metros del faro actual) la presencia de una estación geodésica parte de la red de sitios geodésicos de la República Dominicana instalada en 1986 por GPS en el noreste del Caribe, como parte de un programa de la NASA para probar y validar esta nueva tecnología en un entorno tropical húmedo (Dixon et al., 1991). Tres de los sitios se instalaron en la República Dominicana (Cabo Francès. Viejo, Capotillo y Cabo Rojo). Actualmente estos sitios están utilizados en el marco del

Proyecto CANAPE (Caribbean North American Plate Experiment) para medir los movimientos relativos entre las diferentes placas del Caribe. A continuación están las características geodésicas del sitio.

Nombre del Sitio geodésico:		Cabo Francès. Viejo		
Código del Sitio geodésico		FRAN		
CARTESIAN COORDINATES (ITRF97)				
X	Y	Z	EPOCH	
(m)	(m)	(m)	(year)	
2061113.339	-5643770.003	2132929.329	1995	
ELLIPSOIDAL COORDINATES (WGS84)				
LATITUDE	LONGITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
(deg.)	(deg.)	(dms)	(dms)	(m)
19.66619824	-69.93773021	19°39'58.31367"	-69°56'15.82877"	-20.0675
De E. Calais 1999 in GPS measurements of crustal deformation in the Dominican Republic				
Fig. 193: LIG 2 - características geodesicas del sitio de Cabo Francès. Viejo.				

### LIG n°2-D

Este lugar de interés corresponde a un mirador ubicado al este de la carretera de regreso a Cabrera. Se ubica a 1.3km de la entrada de Parque hacia Cabrera. Del Punto hacia el Norte se disfruta de una perspectiva con Punta Blanca al primer plano y Cabo Francès. Viejo al último (Fig. 194). Se percibe claramente el contraste de las margas grises a blancas de Punta Blanca fuertemente inclinadas con, al ultimo plano, en Cabo Francès., las estratificaciones subhorizontales de la Formación Isabela .

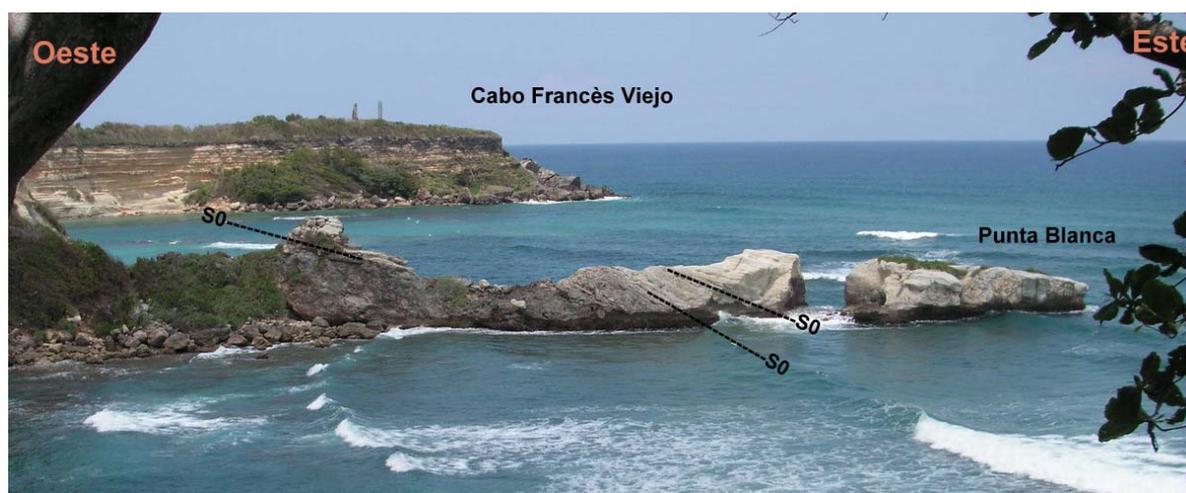


Fig. 194: Lugar de Interés LIG n°2-D :Vista del contraste entre las margas superiores de la Fm. Villa Trina - Haitises muy inclinadas de Punta Blanca en y de las capas estratificadas de la Fm. Isabela de Cabo Francès.

18PU9311 Lat.: 19°65974 / Long.: -69°93646 - Paisaje desde El Sur de Punta Blanca.



## Bibliografía

- Altamimi, Z., Sillard, P. & Boucher, C.**, 2002. ITRF2000: a new release of the international terrestrial reference frame for earth science applications, *J. geophys. Res.*, **107**, 2214, doi: 10.1029/2001JB000561.
- Ave Lallemant, H.G. & Oldow, J.S.**, 2000. Active displacement partitioning and arc-parallel extension of the Aleutian volcanic arc based on Global Positioning System geodesy and kinematic analysis, *Geology*, **28**, 739– 742.
- BARRETT, T.J. & MACLEAN, W.H.**, 1999. Volcanic sequences, lithogeochemistry, and hydrothermal alteration in some bimodal volcanic-associated massive sulfide systems. En: Barrie C. T. and Hannington M. D. eds. Volcanic-associated massive sulfide deposits; processes and examples in modern and ancient settings. p. 101-131.
- BATTLE, O. F. & PENA L. R.**, 2003. Recopilación - Evaluación de los Datos Geológicos-Geotécnicos y Reconocimiento Geológico Superficial de la Zona Urbana de Santiago de los Caballeros Para La Preparación de Mapas de Amenazas Geológicas Sísmicas. *Ayuntamiento Municipal de Santiago*, 52, p. 1-52.
- Beck, M.E.**, 1983. On the mechanism of tectonic transport in zones of oblique subduction, *Tectonophysics*, **93**, 1–11.
- BERMÚDEZ, P. J.**, 1949. Tertiary smaller Foraminifera of the Dominican Republic. *Cushman Laborator of Foraminiferal Research, Special Publication*, 25, p. 1-322.
- Bernard, P. & Lambert, J.**, 1988. Subduction and seismic hazard in the northern Lesser Antilles: revision of the historical seismicity, *Bull. seism. Soc. Am.*, **78**, 1965–1983.
- BOISSEAU, M.**, 1987. Le Flanc Nord-Est De La Cordillere Centrale Dominicaine (Española, Grandes Antilles): Un Edifice De Nappes Cretace Polyphase. Doctorat d'Etat. Université de Paris VI. p. -214.
- BOWIN, C. O.**, 1960. Geology of central Dominican Republic. *Geological Society of America Bulletin*, 71, p. 18-31.
- BOWIN, C. O.**, 1966. Geology of central Dominican Republic; a case history of part of an island arc; Caribbean geological investigations. *Memoir - Geological Society of America*, p. 11-84.
- Bowman, D., King, G. & Tapponnier, P.**, 2003. Slip partitioning by elastoplastic propagation of oblique slip at depth, *Science*, **300**, 1121– 1123.
- BURKE, K.**, 1988. Tectonic evolution of the Caribbean. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 16, p. 201-230.
- BURKE, K., FOX, P. J. & SENGOR, A. M. C.**, 1978. Buoyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. *Journal of Geophysical Research, A, Space Physics*, 83, p. 3949-3954.

**BYRNE, D. B., SUAREZ, G. & MCCANN, W. R.**, 1985. Muertos Trough subduction; microplate tectonics in the northern Caribbean? *Nature (London)*, 317, p. 420-421.

**Byrne, D.B., Suarez, G. & McCann, W.R.**, 1985. Muertos Trough subduction–microplate tectonics in the northern Caribbean? *Nature*, 317, 420–421.

**Calais, E. & Mercier de Lepinay, B.**, 1991. From transtension to transpression along the northern margin of the Caribbean plate off Cuba: implications for the recent motion of the Caribbean plate, *Tectonophysics*, 186, 329–350.

**CALAIS, E. & MERCIER DE LEPINAY, B.**, 1995. Strike-slip tectonic processes in the northern Caribbean between Cuba and Española (Windward Passage). *Marine Geophysical Researches*, 17, p. 63-95.

**Calais, E., Bethoux, N. & Mercier de Lepinay, B.**, 1992. From transcurrent faulting to frontal subduction: a seismotectonic study of the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Puerto Rico, *Tectonics*, 11, 114– 123.

**Calais, E., Han, J.Y., DeMets, C. & Nocquet, J.M.**, 2006. Deformation of the North American plate interior from a decade of continuous GPS measurements, *J. geophys. Res.*, 111, B06402, doi:10.1029/2005JB004253.

**Calais, E., Mazabraud, Y., Mercier de Lepinay, B. & Mann, P.**, 2002. Strain partitioning and fault slip rates in the northeastern Caribbean from GPS measurements, *Geophys. Res. Lett.*, 29, 1856–1859.

**Calais, E., Perrot, J. & Mercier de Lepinay, B.**, 1998. Strike-slip tectonics and seismicity along the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Española, in *Active Strike-slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone*, Vol. 326, pp. 125–142, eds Dolan, J.F. & Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

**Capitulo de Riesgo CODIA- Regional Norte Santiago.**, Octubre 16 2003 Evaluación post sismo Magnitud de 6.5 Escala de Richter ocurrido en la Republica Dominicana el 22 de Septiembre del 2003 – Lecciones aprendidas 71, p. 1-71.

**CGG (COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE)**, 1999. Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E (7-ACP-DO-074), Dirección General de Minería. Santo Domingo.

**Chemenda, A., Lallemand, S. & Bokun, A.**, 2000. Strain partitioning and interplate friction in oblique subduction zones: constraints provided by experimental modeling, *J. geophys. Res.*, 105, 5567–5581.

**Christeson, G.L., Bangs, N.L. & Shipley, T.H.**, 2003. Deep structure of an island arc backstop, Lesser Antilles subduction zone, *J. geophys. Res.*, 104, doi:10.1029/2002JB002243.

**Cloos, M.**, 1992. Thrust-type subduction-zone earthquakes and seamount asperities - A physical model for seismic rupture, *Geology*, 20, 601–604.

**COLEMAN, A. J. & WINSLOW, M. A.**, 2002. Tertiary tectonics of the Española fault zone in the Northwestern Piedmont of the Cordillera Central, Dominican Republic. *Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geologica del Caribe*, 15, p. 73-86.

**CRAWFORD, A.J., FALLOON, T.J. & GREEN, D.H.**, 1989. Classification, petrogenesis and tectonic setting of boninites. En: Crawford A. J. ed. *Boninites*, Unwin Hyman, London, United Kingdom (GBR), United Kingdom (GBR)

**DE ZOETEN, R. & MANN, P.**, 1991. Structural geology and Cenozoic tectonic history of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. *Special Paper - Geological Society of America*, 262, p. 265-279.

**DE ZOETEN, R. & MANN, P.**, 1999. Cenozoic El Mamey Group of northern Española; 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, p. 247-286.

**DE ZOETEN, R.**, 1988. Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Dissertation

**DEFANT, M. J. & DRUMMOND, M. S.**, 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature (London)*, 347, 6294, p. 662-665.

**DeMets, C. & Wiggins-Grandison, M.**, 2007. Deformation of Jamaica and motion of the Gonave microplate from GPS and seismic data, *Geophys. J. Int.*, **168**, 362–378.

**DeMets, C.**, 2001. A new estimate for present-day Cocos-Caribbean plate motion: implications for slip along the Central American volcanic arc, *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 4043–4046.

**DeMets, C., Jansma, P.E., Mattioli, G.S., Dixon, T.H., Farina, F., Bilham, R., Calais, E. & Mann, P.**, 2000. GPS geodetic constraints on Caribbean- North America plate motion, *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 437–440.

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

**Dieterich, J.H.**, 1978. Time-dependent friction and the mechanics of stick-slip, *Pure appl. Geophys.*, **116**, 4–5.

**Dillon, W.P., Austin, J.A., Scanlon, K.M., Edgar, N.T. & Parson, L.M.**, 1992. Accretionary margin of north-western Española: morphology, structure, and development of the northern Caribbean plate boundary, *Mar. Petrol. Geol.*, **9**, 70–92.

**DOLAN, J. F. & MANN, P.**, 1998. Preface; Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone. *Special Paper - Geological Society of America*, 326, p. v-xvi.

**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; Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone. *Special Paper - Geological Society of America*, 326, p. 1-61.

**DOLAN, J., MANN, P., DE ZOETEN, R., HEUBECK, C., SHIROMA, J. & MONECHI, S.**, 1991. Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Española and Puerto Rico. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 217-263.

**Dolan, J.F. & Bowman, D.D.**, 2004. Tectonic and seismologic setting of the 22 September 2003, Puerto Plata, Dominican Republic earthquake: implications for earthquake hazard in northern Española, *Seism. Res. Lett.*, **75**, 587–597.

**Dolan, J.F. & Wald, D.J.**, 1998. The 1943–1953 north-central Caribbean earthquakes: active tectonic setting, seismic hazards, and implications for Caribbean-North America plate motions, in *Active Strike-slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone*, Vol. 326, pp. 143–170, eds Dolan, J.F. & Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

**Dolan, J.F., Mullins, H.T. & Wald, D.J.**, 1998. Active tectonics of the northcentral Caribbean: oblique collision, strain partitioning, and opposing subducted slabs, in *Active Strike-slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone*, Vol. 326, pp. 1–62, eds Dolan, J.F. & Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

**DRAPER, G. & GUTIERREZ, G.**, 1997. La estructura del Cinturón de Maimón en la isla de Española y sus implicaciones geodinámicas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 10, p. 299.

**DRAPER, G. & LEWIS, J. F.**, 1980. Petrology, deformation and tectonic significance of the Ámina Schist, northern Dominican Republic. *Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geológica del Caribe*, 9, p. 53-64.

**DRAPER, G. & LEWIS, J. F.**, 1991a. Geologic map of the central Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. *Special Paper - Geological Society of America*, 262,

**DRAPER, G. & LEWIS, J. F.**, 1991b. Metamorphic belts in central Española. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 29-45.

**DRAPER, G., GUTIERREZ, G. & LEWIS, J. F.**, 1996. Thrust emplacement of the Española peridotite belt; orogenic expression of the Mid-Cretaceous Caribbean arc polarity reversal? *Geology (Boulder)*, 24, p. 1143-1146.

**DRAPER, G., GUTIERREZ, G., & LEWIS, J.**, 1995. Thrust Deformation in the Maimón and Los Ranchos formations. Central Española: Evidence for early Cretaceous ophiolites emplacement. Port of Spain, Trinidad Tobago. *Transactions, 14th Caribbean Geological Conference*.

**Ducoudray, Félix Servio**, 1924 -1989 La naturaleza dominicana : artículos publicados en el suplemento sabatino del periódico El Caribe, 1978-1989 / Félix Servio Ducoudray; editores Arístides Incháustegui, Blanca Colección Centenario Grupo León Jimenes, 2006.

- EBERLE, W. & MOLLAT, H.**, 1991. Mapa geológico de la Republica Dominicana a escala 1: 250.000. Santo Domingo, Republica Dominicana, Dirección General De La Minería.
- EDGAR, N. T.**, 1991. Structure and geologic development of the Cibao Valley, northern Española. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 281-299.
- ERIKSON, J. P., PINDELL, J. L., KARNER, G. D., SONDER, L. J., FULLER, E. Y. & DENT, L.**, 1998. Neogene Sedimentation and Tectonics in the Cibao Basin and Northern Española: An Example of Basin Evolution near a Strike-Slip-Dominated Plate Boundary. *Journal of Geology*, 106, p. 473-494.
- ESCUDEIR VIRUETE, J.**, 2004. Petrología y geoquímica de rocas ígneas y metamórficas del bloque K (zonas este y suroeste) - Hojas de Dajabón, Martín García, Loma De Cabrera, Santiago Rodríguez, Monción, Restauración, Jicomé, Bánica, Arroyo Limón y Lamedero. Programa Sysmin, Santo Domingo, Servicio Geológico Nacional.
- ESCUDEIR VIRUETE, J., HERNANDEZ HUERTA, P. P., DRAPER, G., GUTIERREZ, G., LEWIS, J. F. & PÉREZ-ESTAÚN, A.**, 2002. Metamorfismo y estructura de la Formación Maimón y los Complejos Duarte y Río Verde, Cordillera Central Dominicana: implicaciones en la estructura y la evolución del primitivo Arco Isla Caribeño - The metamorphism and structure of the Maimón Formation and Duarte and Rio Verde Complexes, Dominican Central Cordillera: implications for the structure and evolution of the primitive Caribbean Island Arc. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 123-162.
- EVANS, B. W.**, 1990. Phase relations of epidote-blueschists. *Lithos*, 25, p. 3-23.
- Fitch, T.J.**, 1972. Plate convergence, transcurrent faults and internal deformation adjacent to southeast Asia and the western Pacific, *J. geophys. Res.*, 77, 4432-4460.
- GABB, W. M.**, 1873. On the topography and geology of Santo Domingo. *American Philosophical Society Transactions, new ser.*, 15, p. 49-259.
- GONZALES DE VALLEJO, L.**, 1980. Fallas activas y sus implicaciones en la ingeniería. Active faults and their implications for engineering; Anales del IV congreso peruano de geología; Parte VI. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 65, p. 99-103.
- Grindlay, N.R., Abrams, L.J., Del Greco, L. & Mann, P.**, 2005a. Toward an integrated understanding of Holocene fault activity in western Puerto Rico: constraints from high-resolution seismic and sidescan sonar data, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 139-160, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.
- Grindlay, N.R., Mann, P., Dolan, J.F. & van Gestel, J.P.**, 2005b. Neotectonics and subsidence of the northern Puerto Rico-Virgin Islands margin in response to the oblique subduction of high-standing ridges, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 31-60, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.
- Grindlay, N.R., Mann, P. & Dolan, J.**, 1997. Researchers investigate submarine faults north of Puerto Rico, *Eos (Transactions)*, 78, 404p.

**HANMER, S. & PASSCHIER, C.**, 1991. Shear-sense indicators: a review. *Geological Survey of Canada*, 90-17, p. 1-72.

**Harper E.M. and Morton B** 2004 Tube construction in the watering pot shell *Brechites Vaginiferus* (Bivalvia; Anomalodesmata; Clavagelloidea) *Acta Zoologica* (Stockholm) 85: 149–161 (July 2004)

**HENEKEN, J. S.**, 1853. On some Tertiary deposits in San Domingo with notes on the fossil shells by J.C. Moore, Esq. F.G.S.; and on the fossil corals, by Lonsdale, Esq., F.G.S. *Geological Society of London, Quarterly Journal*, 9, p. 115-134.

**HERNAIZ HUERTA, P. P. & PÉREZ-ESTAÚN, A.**, 2002. Estructura del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta, República Dominicana - Structure of the Peralta thrust and fold belt, Dominican Republic. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 183-205.

**HORAN, S.**, 1995. The geochemistry and tectonic significance of the Maimon-Ámina schists, Cordillera Central, Dominican Republic. Unpublished MsC Thesis. Univ. of Florida, Gainesville. p. 1-172.

**Huerfano, V., von Hillebrandt-Andrade, C. & Bez-Sanchez, G.**, 2005. Microseismic activity reveals two stress regimes in southwestern Puerto Rico, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 81–101, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

**HUGHES, C. J.**, 1973. Spilites, keratophyres, and the igneous spectrum. *Geological Magazine*, 109, p. 513-527.

**HUMPHRIS, S. E. & THOMPSON, G.**, 1978. Trace element mobility during hydrothermal alteration of oceanic basalts. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42, p. 127-136.

**Hyndman, R.D. & Wang, K.J.**, 1993. Thermal constraints on the zone of major thrust earthquake failure: The Cascadia subduction zone, *J. geophys. Res.*, **98**, 2039–2060.

**Jansma, P.E. & Mattioli, G.S.**, 2005. GPS results from Puerto Rico and the Virgin Islands: constraints on tectonic setting and rates of active faulting, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 13–30, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

Jansma, P.E., Mattioli, G.S., Lopez, A., DeMets, C., Dixon, T.H., Mann, P. & Calais, E., 2000. Neotectonics of Puerto Rico and the Virgin Islands, northeastern Caribbean, from GPS geodesy, *Tectonics*, **19**, 1021– 1037.

**Jany, I., Mauffret, A., Bouysse, P., Mascle, A., Mercier de Lepinay, B., Renard, V. & Stephan, J.F.**, 1987. Relevé bathymétrique Seabeam et tectonique en décrochement au sud des Iles Vierges [Nord-Est Caraïbes], *C.R. Acad. Sci. Paris*, **304**(Ser. II), 527–532.

**Jany, I., Scanlon, K.M. & Mauffret, A.**, 1990. Geological interpretation of combined Seabeam, GLORIA and seismic data from Anegada Passage (Virgin Islands, North Caribbean), *Mar. Geophys. Res.*, **12**, 173– 196.

**Jarrard, R.D.**, 1986. Relations among subduction parameters, *J. geophys. Res.*, **24**, 217–284.

**JENSEN, L. S.**, 1976. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. *Ontario Geological Survey Miscellaneous Paper*, p. 22.

**Kanamori, H.**, 1983. Global Seismicity, in *Earthquakes: Observation, theory and interpretation*, eds Kanamori, H.&Bosch, E., pp. 597, North Holland, New York.

**KESLER, S. E., RUSSELL, N., REYES, C., SANTOS, L., RODRIGUEZ, A. & FONDEUR, L.**, 1991. Geology of the Maimon Formation, Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. *Special Paper - Geological Society of America*, 262, p. 173-185.

**La Femina, P.C., Dixon, T.H. & Strauch, W.**, 2002. Bookshelf faulting in Nicaragua, *Geology*, **30**, 751–754.

**LaForge, R.C. & McCann, W.R.**, 2005. A seismic source model for Puerto Rico, for use in probabilistic ground motion hazard analyses, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 223–248, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

**LEWIS, J. F., ESCUDER VIRUETE, J., HERNAIZ HUERTA, P. P., GUTIERREZ, 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 - Geochemical subdivision of the Circum-Caribbean Island Arc, Dominican Cordillera Central: Implications for crustal formation, accretion and growth within an intra-oceanic setting. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 81-122.

**LEWIS, J. F., PERFIT, M., HORAN, S. & DIAZ DE VILLALVILLA, L.**, 1995. Geochemistry and petrotectonic significance of early island arc bimodal volcanism in the Greater Antilles arc; Geological Society of America, 1995 annual meeting. *Abstracts with Programs - Geological Society of America*, 27, p. 227.

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

**LOCUTURA, J., BEL-LAN, A. & LOPERA, E.**, 2002. Cartografía geoquímica multielemental en sedimentos de corriente en un contexto de arco isla volcánico. Aplicación al análisis de potencialidad metalogénica en un área de la República Dominicana - Stream sediment geochemical mapping in an island arc context. Application to assessment of mineral resources potentiality in an area of the Dominican Republic. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 229-272.

**LONSDALE, W.**, 1853. Notes on the fossil corals of San Domingo. En: Heneken, J.S. On some Tertiary deposits in San Domingo. *Geological Society of London, Quarterly Journal*, 9, p. 132-134.

**Lopez, A.M., Stein, S., Dixon, T., Sella, G., Calais, E., Jansma, P., Weber, J. & LaFemina, P.**, 2006. Is there a northern Lesser Antilles forearc block? *Geophys. Res. Lett.*, **33**, doi:10.1029/2005GL025293. Mann, P. & Burke, K., 1984. Neotectonics of the Caribbean, *Rev. Geophys.*, **22**, 309–362.

**LUDDEN, J., GELINAS, L. & TRUDEL, P.**, 1982. Archean metavolcanics from the Rouyn-Noranda District, Abitibi greenstone belt, Quebec; 2, Mobility of trace elements and petrogenetic constraints. *Canadian Journal of Earth Sciences = Journal Canadien des Sciences de la Terre*, **19**, p. 2276-2287.

**Mann, P., Calais, E., Ruegg, J.C., DeMets, C., Jansma, P.E. & Mattioli, G.S.**, 2002. Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations, *Tectonics*, **21**, 1057–1082.

**MANN, P., DRAPER, G. & LEWIS, J. F.**, 1991a. Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española; preface. *Special Paper Geological Society of America*, **262**, p. vii-xvii.

**Mann, P., Grindlay, N.R. & Dolan, J.F.**, 1999. Penrose conference report: subduction to strike-slip transition on plate boundaries, *GSA Today*, **9**, 14–16.

**Mann, P., Hippolyte, J.C., Grindlay, N.R. & Abrams, L.J.**, 2005a. Neotectonics of southern Puerto Rico and its offshore margin, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 173–214, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

**MANN, P., MCLAUGHLIN, P. P. & COOPER, C.**, 1991b. Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. *Special Paper - Geological Society of America*, **262**, p. 367-389.

**Mann, P., Prentice, C.S., Burr, G., Pea, L.R. & Taylor, F.W.**, 1998. Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, *Bull. seism. Soc. Am.*, **103**, 144–154.

**Mann, P., Prentice, C.S., Hippolyte, J.C., Grindlay, N.R., Abrams, L.J. & La-Davila, D.**, 2005b. Reconnaissance study of Late Quaternary faulting along Cerro Goden fault zone, western Puerto Rico, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 115–138, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

**MANN, P., TAYLOR, F. W., EDWARDS, R. L. & KU, T. L.**, 1995. Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults; an example from the northeastern Caribbean Plate margin. *Tectonophysics*, **246**, p. 1-69.

**Mann, P., Taylor, F.W., Edwards, R.L. & Ku, T.L.**, 1995. Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults: an example from the northeastern Caribbean plate margin, *Tectonophysics*, **246**, 1–69.

**Marone, C., Vidale, J.E. & Ellsworth, W.L.**, 1995. Fault healing inferred from time dependent variations in source properties of repeating earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, **22**, 3095–3098.

**Masson, D. & Scanlon, K.**, 1991. The Neotectonic setting of Puerto Rico, Feuillet, N., Manighetti, I., Tapponnier, P. & Jacques, E., 2002. Arc parallel extension and localization of volcanic complexes in Guadeloupe, Lesser Antilles, *J. geophys. Res.*, **107**, doi:10.1029/001JB000308.

**MASSON, D. G. & SCANLON, K. M.**, 1991. The neotectonic setting of Puerto Rico. *Geological Society of America Bulletin*, 103, p. 144-154.

**Mauffret, A. & Leroy, S.**, 1999. Neogene intraplate deformation of the Caribbean plate at the Beata Ridge, in *Caribbean Basins*, Vol. 4: Sedimentary Basins of the World, pp. 667–669, ed. Mann, P., Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.

**MAURY, C. J.**, 1917a. Santo Domingo type sections and fossils Pt.1. *Bulletins of American Paleontology*, 5, p. 1-251.

**MAURY, C. J.**, 1917b. Santo Domingo type sections and fossils Pt.1. *Bulletins of American Paleontology*, 30, p. 1-43.

**MAURY, C. J.**, 1919. A proposal of two new Miocene formational names. *Science (N.S.)*, 50, p. 591.

**MAURY, C. J.**, 1922. The recent Arcas of the Panamic Province. *Paeontographica Americana*, 4, p. 163-208.

**MAURY, C. J.**, 1929. Porto Rican and Dominican stratigraphy. *Science (N.S.)*, 70, p. 609.

**MAURY, C. J.**, 1931. Two new Dominican formational names. *Science (N.S.)*, 73, p. 42-43.

**McCaffrey, R.**, 1991. Slip vectors and stretching of the Sumatra fore arc, *Geology*, **19**, 881–884.

**McCaffrey, R.**, 1992. Oblique plate convergence, slip vectors, and forearc deformation, *J. geophys. Res.*, **97**, 11 953–11 966.

**McCaffrey, R.**, 1993. On the role of the upper plate in great subduction zone earthquakes, *J. geophys. Res.*, **98**, 11953–11966.

**McCaffrey, R.**, 2002. Crustal block rotations and plate coupling, in *Plate Boundary Zones*, Vol. 30: Geodynamics series, pp. 101–122, eds Stein, S. & Freymueller, J.T., American Geophysical Union.

**McCaffrey, R.**, 2005. Block kinematics of the Pacific-North America plate boundary in the southwestern United States from inversion of GPS, seismological, and geologic data, *J. geophys. Res.*, **110**, doi:10.1029/2004JB003307.

**McCann, W.R. & Sykes, L.R.**, 1984. Subduction of aseismic ridges beneath the Caribbean plate: implications for the tectonics and seismic potential of the northeastern Caribbean, *J. geophys. Res.*, **89**, 4493–4519.

**MCCLAY, K.R.**, 1992. Glossary of thrust tectonics terms. En: McClay K. R. ed. Thrust tectonics, Chapman and Hall. p. 419-434.

**MERCIER DE LEPINAY, B.**, 1987. L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Española (Grandes Antilles). Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie. p. 1-378.

**Molnar, P. & Sykes, L.R.**, 1969. Tectonics of the Caribbean and middle America regions from focal mechanisms and seismicity, *Bull. seism. Soc. Am.*, **80**, 1639–1684.

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

**Okada, Y.**, 1992. Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. seism. Soc. Am.*, **82**, 1018–1040.

**PALMER, H.C.**, 1979. Geology of the Moncion-Jarabacoa area, Dominican Republic. En: Lidz B. and Nagle F. eds. Española; tectonic focal point of the northern Caribbean; three geologic studies in the Dominican Republic, Miami Geol. Soc., Miami, Fla., United States (USA), United States (USA)

**PARDO, G.**, 1975. Geology of Cuba. En: Nairn and Stehli F. eds. The Ocean Basins and Margins,

**PASSCHIER, C. W. & TROUW, R. A. J.**, 1996. Microtectonics. Springer-Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany (DEU), Federal Republic of Germany (DEU).

**PEARCE, J. A.**, 1975. Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. *Tectonophysics*, 25, p. 41-67.

**PEARCE, J. A., HARRIS, N. B. W. & TINDLE, A. G.**, 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, p. 956-983.

**PÉREZ-ESTAÚN, A., TAVARES, I., GARCÍA CORTÉS, A. & HERNALZ HUERTA, P. P.**, 2002. Geologic evolution of the Northern margin of the Caribbean Plate, Dominican Republic - Evolución geológica del margen Norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 77-78.

**PILSBURY, H. A. & JOHNSON, C. W.**, 1917. New Mollusca of the Santo Domingan Oligocene. *Academy Natural Science Philadelphia, Proceedings*, 69, p. 150-202.

**PILSBURY, H. A.**, 1922. Revision of W.M. Gabb's Tertiary Mollusca of Santo Domingo. *Academy Natural Science Philadelphia, Proceedings*, 73, p. 305-435.

**PINDELL, J.L. & BARRET, S.F.**, 1990. Geology of the Caribbean region: a plate tectonic perspective. En: Dengo G. and Case J. E. eds. The Geology of North America, Volumen H, The Caribbean region, Geological Society of America, Boulder, Colorado. p. 404-432.

**PINDELL, J.L. & BARRETT, S.F.**, 1990. Caribbean plate tectonic history. En: Dengo G. and Case J. E. eds. The Caribbean region, Geol. Soc. Am., Boulder, CO, United States (USA), United States (USA)

**PINDELL, J.L.**, 1994. Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. En: Donovan S. K. and Jackson T. eds. Caribbean geology: An introduction, University of the West Indies, Kingston, Jamaica. p. 13-39.

**PLATT, J. P. & VISSERS, R. L. M.**, 1980. Extensional structures in anisotropic rocks. *Journal of Structural Geology*, 2, p. 397-410.

**Pollitz, F.F. & Dixon, T.H.**, 1998. GPS measurements across the northern Caribbean plate boundary zone: impact of postseismic relaxation following historic earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, **25**, 2233–2236.

**Prawirodirdjo, L. et al.**, 1997. Geodetic observations of interseismic strain segmentation at the Sumatra subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, **24**, 2601–2604.

**Prentice, C.S., Mann, P., Pea, L.R. & Burr, G.**, 2003. Slip rate and earthquake recurrence along the central Septentrional fault, North American-Caribbean plate boundary, Dominican Republic, *J. geophys. Res.*, 108, doi:10.129/2001JB000442.

**Prentice, C.S., Mann, P., Taylor, F.W., Burr, G. & Valastro, S.**, 1993. Paleoseismicity of the North American-Caribbean plate boundary (Septentrional fault), Dominican Republic, *Geology*, **21**, 49–52.

**Rabinowicz, E.**, 1951. The nature of the static and kinetic coefficients of friction, *J. appl. Phys.*, **22**, 131–135.

**Rabinowicz, E.**, 1958. The intrinsic variables affecting the stick-slip process, in *Proceedings of the Physical Society*, **71**, 668–675, doi: 10.1088/0370-1328/71/4/316.

**Ramirez W.R, Johnson C.C, Martinez M, Torres M.C, Ortiz V.** Strontium isotope stratigraphy from *Kuphus incrassatus*, Cretaceous limestones, Puerto Rico. *Geol. Soc. Am. Abstr. Prog.* 2006;38:90.

**RAMÍREZ, Wilson R.1, et al** STRONTIUM ISOTOPE STRATIGRAPHY FROM KUPHUS INCRASSATUS, CENOZOIC LIMESTONES, PUERTO RICO ., University of Puerto Rico, Mayaguez, P.O. Box 9017, Mayaguez, PR 0068

**Rice, J.R.**, 1992. Fault stress states, pore pressure distributions, and the weakness of the San Andreas Fault, in *Fault mechanics and transport properties of rocks; a festschrift in honor of W.F. Brace*, eds Evans, B. & Wong, T., Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 475–503.

**Ruff, L. & Kanamori, H.**, 1980. Seismicity and the subduction process, *Phys. Earth planet. Inter.*, **23**, 240–252.

**Ruff, L. & Kanamori, H.**, 1983. Seismic coupling and uncoupling at subduction zones, *Tectonophysics*, **99**, 99–117.

**Ruff, L.J.**, 1989. Do trench sediments affect great earthquake occurrence in subduction zones?, *Pure appl. Geophys.*, **129**, 263–282.

**Russo, R.M. & Villasenor, A.**, 1995. The 1946 Española earthquakes and the tectonics of the North America-Caribbean plate boundary zone, northeastern Española, *J. geophys. Res.*, **100**, 6265–6280.

**SAUNDERS, J.B., JUNG, P., & BIJU-DUVAL, B.**, 1986. Neogene paleontology in the northern Dominican Republic; 1, Field surveys, lithology, environment, and age. *Bulletins of American Paleontology*, vol.89, no.323, 79 pp. 89[323]. United States (USA), Paleontological Research Institution, Ithaca, NY, United States (USA). 1925.

**Savage, J.C.**, 1983. A dislocation model of strain accumulation and release at a subduction zone, *J. geophys. Res.*, **88**, 4984–4996.

**SAVAZZI ENRICO Adaptations to tube dwelling in the Bivalvia Lethaia**  
Volume 15, Issue 3 , Pages275 - 2971982 The Lethaia Foundation

**Scholz, C.H. & Campos, J.**, 1995. On the mechanism of seismic decoupling and back arc spreading at subduction zones, *J. geophys. Res.*, **100**, 22 103– 22 115.

**Scholz, C.H. & Small, C.**, 1997. The effect of seamount subduction on seismic coupling, *Geology*, **25**, 487–490.

**Scholz, C.H.**, 1990. *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*, 439 pp, Cambridge Univ. Press, New York.

**Scholz, C.H.**, 2002. *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*, 2nd edn, p. 496, Cambridge University Press, Cambridge.

**Speed, R.C. & Larue, D.K.**, 1991. Extension and transtension in the plate boundary zone of the northeastern Caribbean, *Geophys. Res. Lett.*, **18**, 573–576.

**Stein, S., Engeln, J.F. & Wiens, D.A.**, 1982. Subduction seismicity and tectonics in the Lesser Antilles arc, *J. geophys. Res.*, **87**, 8642–8664.

**Tanner, J.G. & Shepherd, J.B.**, 1997. Project catalogue and Seismic hazard maps, seismic hazard in Latin America and the Caribbean, *Panamerican Inst. Geographys. History*, **1**, 143p.

**Ten Brink, U. & Lin, J.**, 2004. Stress interaction between subduction earthquakes and forearc strike-slip faults: modeling and application to the northern Caribbean plate boundary, *J. geophys. Res.*, **109**, 12 310–12 324, doi:10.1029/2004JB003031.

**Ten Brink, U., Danforth, W., Pollonini, C., Andrews, B., Llanes, P., Smith, S., Parker,**

**E. & Uozumi, T.**, 2004. New seafloor map of the Puerto Rico Trench helps assess earthquake and tsunami hazards, *Eos (Transactions)*, **85**, 349–360.

**Van Gestel, J.P., Mann, P., Dolan, J.F. & Grindlay, N.R.**, 1998. Structure and tectonics of the upper Cenozoic Puerto Rico-Virgin Islands carbonate platform as determined from seismic reflection studies, *J. geophys. Res.*, **103**, 30,505–30,530.

**Wallace, L.M., McCaffrey, R., Beavan, J. & Ellis, S.**, 2005. Rapid microplate rotations and backarc rifting at the transition between collision and subduction, *Geology*, **33**, 857–860.

**Wells, D.L. & Coppersmith, K.J.**, 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement, *Bull. seism. Soc. Am.*, **84**, 974–1002.

## 5. Lista de figuras

<b>Fig. 1:</b> Ubicación de la Hoja Cabrera (6274-IV) con las hojas adyacentes.....	14
Fig. 2: Ubicación de la Hoja Cabrera (6274-IV) en el marco administrativo.....	16
Fig. 3: Morfología de la Hoja Cabrera (6274-IV) con la red de accesos y de drenajes. ....	16
Fig. 4: Gráficos climáticos de los promedios mensuales en Nagua. ....	19
Fig. 5: Datos demográficos.....	20
Fig. 6: Porcentaje de población urbana / rural.....	20
Fig. 7: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera ( Foto C. Berardi - Cabrera) .....	22
Fig. 8: Vista del sector de los Hoyos en la parte central de La Hoja. ....	23
Fig. 9: Esquema geológico de La Española con la ubicación del Proyecto K de cartografía (actualizado con las cartografías de los Proyectos C, L y K del Programa SYSMIN)	26
Fig. 10: Terrenos tectónicos y zonas de fallas mayores en la isla de la Española.....	27
Fig. 11: Cuadro estratigráfico sintético de los distintos dominios del Proyecto K.....	28
Fig. 12: Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre sinistral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. <i>et al.</i> , 2002).....	31
Fig. 13: Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. <i>et al.</i> , 1998). ....	32
Fig. 14: Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. <i>et al.</i> , 2002). ....	33
Fig. 15: Mapa de la Isla de la Española con detalle de los principales sismos históricos (Calais E, 2001).....	34
Fig. 16: Ubicación de sismos importantes en el límite de placas Norte America y Caribe (Mann P. 1998).....	34
Fig. 17: Áreas de percepción de los sismos históricos en el límite de placas Norte America y Caribe. ....	35
Fig. 18: Velocidades de desplazamientos medidas por GPS en la Zona Noreste del Caribe. (Calais E, 2007). ....	35
Fig. 19: Comparación de las sucesivas divisiones estratigráficas del Neógeno del Valle del Cibao Saunders y al (1986). ....	39
Fig. 20: Unidad de los Hoyos: Repartición de las unidad (rojo) del en el marco topográfico (SRTM) de la hoja Cabrera. ....	45
Fig. 21: Unidad de los Hoyos: Elevación correspondiendo a las brechas de la Unidad desde la Loma los Cacaos . ....	46
Fig. 22: Unidad de los Hoyos: Elevación al centro de la depresión correspondiendo a las brechas de la Unidad . ....	46
Fig. 23: Unidad de los Hoyos: brecha masiva con cantos matriz soportados muy angulosos de andesitas, pelitas rojizas, andesita porfíricas cuarzo, calizas masivas etc.....	46
Fig. 24: Unidad de los Hoyos: detalle de la brecha masiva cantos matriz soportados muy angulosos de andesitas pelitas rojizas andesita porfíricas cuarzo calizas masivas etc. ....	46
Fig. 25: Unidad de los Hoyos: Brecha melange con cantos polimicticos angulosos y redondos de calizas y siltitas grises claro. ....	47
Fig. 26: Unidad de los Hoyos: Brecha melange con cantos polimicticos angulosos y redondos de calizas y siltitas grises claro. ....	47
Fig. 27: Unidad de los Hoyos: vista de los mega bloques de mármol esquitozados y carstificados en la brecha.....	47

Fig. 28: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores – areniscas feldespáticas muy laminadas en facies de varvas. ....	48
Fig. 29: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores areniscas feldespáticas muy laminada en facies de varvas. ....	48
Fig. 30: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores – Vista de las alternancias cm a policm de lutitas negras expansivas y siltitas grises .....	49
Fig. 31: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores - Vista de las alternancias centimétricas a policentimétricas de lutitas negras expansivas y siltitas grises fuertemente inclinadas. ....	49
Fig. 32: Unidad de los Hoyos – Intercalación de nivel conglomerático (Cg.) en las siltitas y lutitas superiores (Lu) .....	49
Fig. 33: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores (muestra para datación) .....	49
Fig. 34: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores vista de un eje anticlinal buzando al norte .....	52
Fig. 35: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – vista hacia el Este de las faldas de la depresión de los Hoyos en las margas y la cobertura de calzas del Miembro la Piedra. ....	54
Fig. 36: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – vista hacia el Noroeste de las faldas de la depresión de los Hoyos en las margas (1) sobreyacida por las calcarenitas (2) y las calizas del Miembro la Piedra (3). ....	54
Fig. 37: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – Margas beige retrabajadas en la pendiente de la depresión de los Hoyos con presencia de arcillas expansivas por presencia de grietas cm. ....	54
Fig. 38: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – Arcillas negras conglomeráticas a fragmentos de poliperos y niveles mas arenosos. ....	54
Fig. 39: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – Arcillas negras conglomeráticas a fragmentos de poliperos y niveles mas arenosos y niveles de debris flow con cantos de arcillas negras. ....	55
Fig. 40: Fm Villa Trina - Haitises - margas inferiores – lutitas arenosas piritosa negras al contacto con las biocalcarenicas tableadas superiores.....	55
Fig. 41: Fm Villa Trina - Haitises Vista del contacto superior de las margas superiores con las calizas coralinas de la Fm. Isabela en Cabo Francès. ....	56
Fig. 42: Fm Villa Trina - Haitises – Vista de las margas superiores grises azuladas fabrica tectónica y con niveles bioclasticos poco marcados (S0). ....	57
Fig. 43 Fm Villa Trina - Haitises - Margas superiores –Vista de la discordancia de las calizas coralinas de Fm. Isabela encima de las margas amarillentas muy inclinadas hacia el Norte. ....	57
Fig. 44: Fm Villa Trina - Haitises - Vista de las margas superiores inclinadas en Playa Preciosa.....	57
Fig. 45: Fm Villa Trina - Haitises – Vista costera de las margas superiores masivas sin S0 y dobladas en pliegues.....	57
Fig. 46: Fm Villa Trina - Haitises – Vista del contraste entre las margas superiores muy inclinadas de Punta Blanca en y de las capas estratificadas de la Fm Isabela de Cao Francès.....	58
Fig. 47: Fm Villa Trina - Haitises - Calcarenitas laminadas vista del afloramiento de las biocalcarenita laminadas.....	61
Fig. 48: Fm Villa Trina - Haitises - Calcarenitas laminadas – vista de detalle de las biocalcarenita laminadas.....	61
Fig. 49: Fm Villa Trina - Haitises Miembro la Piedra - Repartición de las calizas (verde) en el marco topográfico (SRTM) de la Península de Río San Juan y de la hoja Cabrera. ....	63

Fig. 50: Fm Villa Trina - Haitises - Criterios principales de distinción de las Calizas del Miembro la Piedra – Haitises y de las Calizas la Isabela .....	64
Fig. 51: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra: Vista de la cornisa de las calizas del Miembro la Piedra (3) encima de las calcareniscas laminadas (2) y las margas inferiores (1) .....	65
Fig. 52: Fm Villa Trina - Haitises – Miembro la Piedra: Vista parcial del relieve cárstico en el sector de la Cabirma.....	65
Fig. 53: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra Relieve cárstico en calizas micríticas rosadas.....	65
Fig. 54: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra Vistas del paisaje de karst maduro al Noroeste de la Cabirma.....	65
Fig. 55: Fm Villa Trina - Haitises – Miembro la Piedra .....	65
Fig. 56: Fm Villa Trina - Haitises – Miembro la Piedra paisaje cárstico muy maduro en el sector norte.....	65
Fig. 57: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra - Afloramiento de las calizas con alto contenido de macro foraminíferos descrita a continuación. ....	66
Fig. 58: Fm Villa Trina - Haitises - Miembro la Piedra Detalle de un bloque de calizas con alto contenido de macro foraminíferos . ....	66
Fig. 59: Formación La Isabela – esquema de reparticiones y asociaciones de las facies principales.. ....	71
Fig. 60: Formación La Isabela - Fase A de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009). ....	76
Fig. 61: Formación La Isabela - Fase B de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009). ....	77
<b>Fig. 62:</b> Formación La Isabela - Fase C de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009). ....	78
<b>Fig. 63:</b> Formación La Isabela - Fase D de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009). ....	79
<b>Fig. 64:</b> Formación La Isabela - Fase E de la cronología de la formación-erosión de las facies según Braga J.C. (2009). ....	79
Fig. 65: Formación La Isabela - Esquema del conjunto de terrazas de la Península de Río San Juan según Dolan (Penrose conference 1999) con los rasgos tectónicos y la agrupación propuesta en 7 terrazas.....	82
Fig. 66: Fm. La Isabela: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera desde Punta La Mina con las razas 4 a 7 y la zona somital carstificada (K).....	82
<b>Fig. 67:</b> Fm. La Isabela: Esquema de repartición de las superficies de erosión en la parte oriental de la Península de Río San Juan Cabrera con los principales rasgos tectónicos y la pendiente del modelo numérico de Terreno (SRTM). ....	83
<b>Fig. 68:</b> Fm. La Isabela: Planilla de calculo de la pendiente de las diversas terrazas según los datos de elevación del modelo numérico de Terreno (SRTM). ....	84
Fig. 69: Fm. La Isabela: Cambio de elevación del acantilado entre las terrazas 6 y 7 en Caño Azul (A) y Cabrera (B).....	84
Fig. 70: Fm. La Isabela: Agrupación de las terrazas elementales en familias principales de terrazas (T1 a T7) en la Península de Cabrera (Basado en datos de Braga, 2010). 86	
Fig. 71: Fm. La Isabela: Ilustración del la evolución de la elevación de la terraza 7 entre Cabo Francés y playa Diamante . ....	87
Fig. 72: Fm. La Isabela: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera en Punta La Guaza. ....	88
Fig. 73: Fm. La Isabela: Vista de la parte costera de la hoja Cabrera en Punta Marita. ...	88
Fig. 74: Fm. La Isabela: Vista del notch de erosión en la base de la terraza 6. ....	89

Fig. 75: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas en Cabo Francés con el armazón superior y el talud proximal en discordancia sobre las margas superiores de Villa Trina.....	90
Fig. 76: Fm. La Isabela: Vista costera de Cabo Francés con las calizas coralinas brechoides en edificios de arrecifes con el armazón superior y el talud proximal en discordancia sobre las margas superiores de Villa Trina - Haitises Se notan los bloques del armazón derrumbados con el maremoto del 4 de Agosto 1946. ....	90
Fig. 77: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas con mega corales en posición de vida. ....	92
Fig. 78: Fm. La Isabela: Pedazo de <i>Acropora Palmata</i> encima de la terraza 7. ....	92
Fig. 79: Fm. La Isabela: Mega corales con <i>Porites</i> polimétricos en las calizas coralinas brechoides en el farallón de terraza 6. ....	92
Fig. 80: Fm. La Isabela: <i>Acropora cervicornis</i> (parcialmente disueltas), entre sedimento bioclástico en las calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas en el farallón de terraza 6.....	92
Fig. 81: Fm. La Isabela: - Calizas coralinas brechoides edificios de arrecife coralinas con mega corales y costras de algas coralinas del acantilado de la terraza 6/7. ....	93
Fig. 82: Fm. La Isabela: Mega corales en las cuevas del acantilado costero de la terraza 7.....	93
Fig. 83: Fm. La Isabela: Aspecto de la costa entre Cabrera Abreu en las calizas coralinas brechoides de la terraza 7 muy carstificadas . ....	93
Fig. 84: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas – Pedazo de <i>Acropora Palmata</i> muy recristalizado en el acantilado de las razas 6/7. .	93
Fig. 85: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides muy recristalizados con mega corales en el farallón de las terrazas 3 / 4 . ....	94
Fig. 86: Fm. La Isabela: Aspecto despedazado de la carstificación en las calizas coralinas brechoides de la terrazas 4. ....	94
Fig. 87: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas – Presentación del armazón arrecifal superior en las terrazas superior (5) en el sector Norte de la hoja. ....	94
Fig. 88: Fm. La Isabela: Calizas coralinas brechoides edificios de arrecife coralinas con mega corales en bloques esparcidos del armazón arrecifal superior en las terrazas superior (4) en el sector Norte de la hoja. ....	94
Fig. 89: Fm. La Isabela: Paisaje de karst muy evolucionado en el Sector Norte . ....	95
Fig. 90: Fm. La Isabela: Paisaje de karst muy evolucionado en el Sector Oeste . ....	95
Fig. 91: Fm. La Isabela: Afloramiento de parches del armazón coralino al sur extremo de la Hoja .. ....	95
Fig. 92: Fm. La Isabela: Detalle de los macro corales de los del armazón coralino al sur extremo de la Hoja .. ....	95
Fig. 93: Fm. La Isabela: Afloramiento de la Ermita de la Vereda con la evolución de la brechas de talud proximal a las calcarenitas de talud medio. ....	98
Fig. 94: Fm. La Isabela: Fotos de detalle de las brechas de talud proximal (B) y de las calcarenitas laminadas de talud medio (A) ubicadas en la foto anterior .....	98
Fig. 95: Fm. La Isabela: Detalle de los macro corales de las brechas de talud proximal .	98
Fig. 96: Fm. La Isabela: Calcareniscas intercaladas en facies de talud distal. ....	98
Fig. 97: Fm. La Isabela: relictos indurados de brecha y calcarenitas estratificadas de talud medio con estratificación muy marcada.. ....	99
Fig. 98: Fm. La Isabela: Ventana en la carstificación del acantilado 7/6 con las biocalcarenitas estratificadas de talud proximal a medio (detalle de la Fig. 69B)....	99
Fig. 99: Fm. La Isabela: Terraza 4 con afloramiento de biocalcarenitas poco tableadas estratificadas de color beige naranja sobreyacidos por calizas blancas micríticas muy carstificadas brechosos. ....	99

Fig. 100: Fm. La Isabela: contacto de las calizas con las margas de la Fm Villa Trina.	100
Fig. 101: Arcillas del Río Boba: Plateau suave inclinado al este de las arcillas de Río Boba en la vecindad de San Isidro .....	101
Fig. 102: Arcillas del Río Boba: Limite del Plateau con afloramiento natural de arcillas rojas.....	101
Fig. 103: Arcillas del Río Boba: Suelos y afloramiento de arcillas expansivas arenosas de tipo abigarradas con colores grises en una red dentro de arcillas naranjas rojas ..	102
Fig. 104: Arcillas del Río Boba: Suelos y afloramiento de arcillas expansivas arenosas de tipo abigarrada con colores grises en una red dentro de arcillas naranjas rojas ...	102
Fig. 105: Arcillas del Río Boba: arcillas residuales con manchas de tipo lateríticas de coloración crema a naranja con lentejones o bolsones arenosos y cantos de calizas no disueltos . .....	102
Fig. 106: Arcillas del Río Boba: Perfil en talud de carretera con arcillas muy plásticas con presencia de cantos cm a mm muy redondos en la parte superior como relictos esparcidos de un nivel conglomerático matriz soportado.....	102
Fig. 107: Arcillas del Río Boba: Zona de transición entre las arcillas rojas de Río Boba (A) las calizas arrecifales de la terraza 7 y de la Fm Isabela (B). .....	103
Fig. 108: Arcillas del Río Boba: presencia de relictos carstificados de corales tubulares en una planicie de arcillas de Río Boba. ....	103
Fig. 109: Arcillas del Río Boba: Detalle de la brecha coralina polimíctica matriz soportada con bloques de arrecifales corales tubulares con corales métricos y en matriz de arcillas rojas de Río Boba.....	103
Fig. 110: Eolianitas - Vista marítima de los afloramientos masivos costeros en Punta la Mina.....	105
Fig. 111: Eolianitas – Vista de las calcarenitas con estratificación muy inclinada.....	105
Fig. 112: Eolianitas – calcarenitas plaquetas finas centimétricas con estratificación cruzadas de alta dimensión.....	105
Fig. 113: Eolianitas – vista de la carstificación costera con las estratificaciones de alto ángulo y las terrazas 6 y 7 del sector de Cabrera al último plano y las concreciones de rizolitos en el primer plano (R).....	105
Fig. 114: Eolianitas - concreciones de rizolitos en el primer plano (R) en calcarenitas de grano grueso. ....	105
Fig. 115: Eolianitas - calizas coralinas del armazón coralino infrayacente a las eolianitas. ....	106
Fig. 116: Eolianitas - Falla o fractura en las eolianitas. ....	106
Fig. 117: Esparcimientos de arenas – afloramiento de arenas en piso de camino. ....	108
Fig. 118: Esparcimientos de arenas 30 cm de arenas poca consolidada de color gris claro con granulometrías de silt a granos mm y minerales negros no clasificadas. ....	108
Fig. 119: Esparcimientos de arenas - Corte en zanja de riego con el corte completo de un deposito de arena. ....	108
Fig. 120: Esparcimientos de arenas -Perfil en talud de carretera en Payita con concentraciones de minerales negros en arroyadas (D).....	108
Fig. 121: Arcillas residuales - Vista de un campo en arillas residuales .....	109
Fig. 122: Arcillas residuales vista de un campo en arillas residuales entre mogotes muy carstificados de la Fm. Villa Trina.....	109
Fig. 123: Arcillas de descalcificación: fotos de las dominas de extensión decamétrica. .	110
Fig. 124: Figuras de carstificación y fenómenos asociados. Coordenadas de las dolinas del sector La Entrada Diamante .....	111
Fig. 125: : Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Vista Google Earth de las dolinas inundadas del sector La Entrada Diamante. ....	111
Fig. 126: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte. ....	112

Fig. 127: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte. ....	112
Fig. 128: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Esquema espeológico de la cuevas sub acuaticas del Lago Dudu Norte. ....	113
Fig. 129: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur. ....	113
Fig. 130: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista del techo de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur. ....	113
Fig. 131: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la entrada Noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte. ....	114
Fig. 132: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la entrada Noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte. ....	114
Fig. 133: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Entrada de la cueva aérea y recristalizaciones en el notch de erosión al nivel de la terraza 7. ....	114
Fig. 134: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- concreciones en la cueva aérea del Lago Dudu Sur Diamante entre los bloques de calizas. ....	115
Fig. 135: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Presencia de macro corales en las cuevas aéreas del Lago Dudu. ....	115
Fig. 136: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la surgencia de Playa Diamante hacia el mar. ....	116
Fig. 137: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de detalle del nacimiento de la surgencia de Playa Diamante entre los bloques de calizas. ....	116
Fig. 138: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la surgencia difusa de Playa diamante en pozos artesianos. ....	117
Fig. 139: Figuras de carstificación y fenómenos asociados- Vista de la surgencia difusa de Playa Diamante en pozos artesianos en las arenas playeras. ....	117
Fig. 140: Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Vista aérea de Playa y Lago Diamante con las zonas de surgencias (S: Surgencia principal – A: Surgencia artesiana difusa) y la presencia de agua turbia. ....	117
Fig. 141: Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Mapas de espectrometría del torio y del uranio en el sector de Cabrera. ....	118
Fig. 142: Manglar - Vista aérea de la zona de manglares (M) de las arcillas palustres (P) y del cordón arenoso (CA) de la Playa Arroyo Salado. ....	119
Fig. 143: Manglar - Vista del manglar de Arroyo Salado en la su parte septentrional. ....	119
Fig. 144: Manglar - Vista de la terminación meridional del manglar de Arroyo Salado en la desembocadura del Arroyo al mar. ....	119
Fig. 145: Llanura de inundación - Vista de la llanura de inundación por flujos laterales en Ochoa. ....	121
Fig. 146: Llanura de inundación - Vista de la llanura de inundación por flujos laterales entre Baoba y Ochoa. ....	121
Fig. 147: Cordón arenoso de playa actual - Vista de las en levées al pie de la terraza 7 de la Fm Isabela playa Caletón Grande. ....	122
Fig. 148: Cordón arenoso de playa actual - Vista de las arenas finas saturadas en agua en la playa Diamante. ....	122
Fig. 149: Cordón arenoso de playa actual - Bloques derrumbados (B) durante el maremoto del 4 de Agosto 1946 entre Cabrera y la Entrada. ....	122
Fig. 150: Cordón arenoso de playa actual - Bloques derrumbados (B) en Cabo Francés durante el maremoto del 4 de Agosto 1946. ....	122
Fig. 151 Ubicación del Mapa en el contexto geológico-estructural de la Cordillera Septentrional (a) y en el magnetismo reducido al polo (b)( Leyenda geológica en <b>Erreur ! Source du renvoi introuvable.</b> ) ....	124

Fig. 152: Unidad de los Hoyos - Siltitas y lutitas superiores vista de un eje anticlinal buzando al norte .....	128
Fig. 153: Mapa de los principales accidentes estructurales con el magnetismo reducido al polo y el relieve del SRTM .....	129
Fig. 154: Falla Los Picachos – Diamante - Vista aérea de la cala de la playa con el alineamiento del corredor de la Falla de Los Picachos – Diamante .....	130
Fig. 155: La Falla San Rafael - Payita – Vista de las calizas brechoide de la Formación Isabela sub- horizontales con deformación y recristalización según fractura N100°/75N.....	131
Fig. 156: La Falla San Rafael - Payita –Extracto de la Hoja Cabrera en la edición de 1991 del Mapa Geológico de La Republica Dominicana a la escala 1/ 250 000 con la ubicación del supuesto complejo básico de Pedro García (Rosado).....	131
Fig. 157: Ilustración de Prensa de los efectos del maremoto del 4 de Agosto 1946 .....	133
Fig. 158: Mapa de isosistas del terremoto del 4 de Agosto 1946 realizada por el sismologo J. Lynch.....	133
Fig. 159: Tabla de las características de los sismos recientes registrados en La hoja Cabrera.....	134
Fig. 160: Mapa de los principales accidentes estructurales regionales y los sismos principales con el magnetismo reducido al polo y el relieve del SRTM.....	134
Fig. 161: Vista del modelado de la margas inferiores de la Formación Villa Trina - Haitises con deslizamientos en los flancos de la depresión de Los Hoyos. ....	138
Fig. 162: Vista paisaje con el modelado de deslizamientos en la margas inferiores de la Formación Villa Trina - Haitises con deslizamientos en los flancos de la depresión de Los Hoyos.....	138
Fig. 163: Recursos minerales - Mapa de ubicación, tipos y características de los indicios de la hoja.....	139
Fig. 164: Tabla de las principales características de los indicios de la Hoja Cabrera. ....	141
Fig. 165: Situación y coordenadas de los L.I.G de la Hoja Santiago de Los Caballeros. ....	141
Fig. 166: Mapa de ubicación de los Lugares de Interés Geológicos.....	142
Fig. 167: Mapa y vista Google Earth de los sitios de interés del LIG1. ....	143
Fig. 168: LIG n° 1: Coordenadas de los sitios integrados en el lugar de Interés.....	144
Fig. 169: - Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte.....	145
Fig. 170: Vista de la dolina acuática del Lago Dudu Norte.....	145
Fig. 171: Esquema espeológico de la cuevas subacuáticas del Lago Dudu Norte. ....	145
Fig. 172: Vista de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur.....	146
Fig. 173: Vista del techo de la entrada de la cueva inundada del Lago Dudu Sur.....	146
Fig. 174: Vista de la entrada noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte.....	146
Fig. 175: Vista de la entrada Noreste de la cueva acuática del Lago Dudu Norte. ....	146
Fig. 176: Entrada de la cueva aérea de Lago Dudu Sur y recristalizaciones en el notch de erosión al nivel de la terraza 7.....	147
Fig. 177: Concreciones en la cueva aérea del Lago Dudu Sur entre los bloques de calizas.....	147
Fig. 178: Presencia de macro corales en las cuevas aéreas del Lago Dudu.....	147
Fig. 179: Vista de la surgencia de Playa Diamante hacia el mar. ....	149
Fig. 180: Vista de detalle del nacimiento de la surgencia de Playa Diamante entre los bloques de calizas.....	149
Fig. 181: Vista de la surgencia difusa de Playa diamante en pozos artesianos.....	149
Fig. 182: Vista de la surgencia difusa de Playa Diamante en pozos artesianos en las arenas playeras.....	149
Fig. 183: Figuras de carstificación y fenómenos asociados - Vista aérea de Playa y Lago Diamante con las zonas de surgencias (S: Surgencia principal – A: Surgencia artesiana difusa) y la presencia de agua turbia .....	150

---

Fig. 184: Mapa y Vista Google Earth de los sitios de interés del lugar de Interés LIG n°2.	152
Fig. 185: Coordenadas de los sitios integrados en el lugar de Interés LIG n°2.....	153
Fig. 186: Coordenadas de los sitios integrados en el lugar de Interés LIG n°2.....	154
Fig. 187: Lugar de Interés LIG 2A: Calizas coralinas brechoides en edificios de arrecife coralinas en Cabo Francés con el armazón superior (Holoceno) y el talud proximal en discordancia sobre las Margas superiores de Villa Trina - Haitises del Plioceno inferior.....	155
Fig. 188: Lugar de Interés LIG n°2-A: Vista costera de Cabo Francés con las calizas coralinas brechoides en edificios de arrecifes con el armazón superior y el talud proximal en discordancia sobre las margas superiores de Villa Trina - Haitises Se notan los bloques del armazón derrumbados con el maremoto del 4 de Agosto 1946.	155
Fig. 189: Lugar de Interés LIG n°2-B – margas meteorizadas a beige en contacto con las brechas de talud de la Fm. Isabela ; el contacto esta sublineado por manantiales.	156
Fig. 190: Lugar de Interés LIG n°2-B Vista de las margas superiores grises azuladas fabrica tectónica y con niveles bioclasticos poco marcados (S0).....	156
Fig. 191: Lugar de Interés LIG n°2-C: Bloque de macro coral de <i>Acropora Palmata</i> encima de la terraza 7 en el sitio del LIG 2C.....	157
Fig. 192: Lugar de Interés LIG n°2-C - Bloques derrumbados en Cabo Francés durante el maremoto del 4 de Agosto 1946. ....	157
Fig. 193: LIG 2 - características geodesicas del sitio de Cabo Francés. Viejo.....	158
Fig. 194: Lugar de Interés LIG n°2-D :Vista del contraste entre las margas superiores de la Fm. Villa Trina - Haitises muy inclinadas de Punta Blanca en y de las capas estratificadas de la Fm. Isabela de Cabo Francés. ....	158

