



MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50.000

LA SALINA
(5970-IV)

Santo Domingo, R.D., Julio 2002/Julio 2004

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto L, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN de desarrollo geológico-minero (Proyecto nº 7 ACP DO 024). Ha sido realizada en el periodo 2002-2004 por 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:

Han participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Dra. Nadège NICOL (BRGM)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dra. Nadège NICOL (BRGM)

SEDIMENTOLOGIA Y LEVANTAMIENTOS DE COLUMNAS

- Dra. Chantal BOURDILLON (ERADATA)
- Ing. Lluís Ardévol Oró (GEOPREP)

MICROPALAEONTOLOGÍA

- Dra. Chantal BOURDILLON (ERADATA)

PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Chantal BOURDILLON (ERADATA)

PETROGRAFÍA DE ROCAS ÍGNEAS

-
- Dra. Catherine LEROUGE (BRGM)

GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dra. Nadège NICOL (BRGM)

GEOMORFOLOGIA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (INYPSA)

GEOLOGÍA ECONÓMICA

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

TELEDETECCIÓN

- Dra. Carmen Antón Pacheco (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Ing. Jose Luis García Lobón (IGME)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Francisco Javier Montes. Director de la Unidad Técnica de Gestión (AURENSA)
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. Juan José Rodríguez
- Ing. Santiago Muñoz
- Inga. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

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

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

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

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

- Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 de Villarpando (5971) y Memoria adjunta

-
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de Villarpando (5971) y Memoria adjunta

Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría. Mapa a escala 1:150.000 y Memoria adjunta;

Y los siguientes Informes Complementarios:

- Informe Sedimentológico del Proyecto L (Zonas Este y SO)
- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas del Proyecto L (Zonas Este y SO).
- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto L (Zonas Este y SO)
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb (Proyectos K y L)
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar (Proyectos K y L)
- Informe/Catálogo ERADATA de macroforaminíferos seleccionados (Proyectos K y L).

RESUMEN

La Hoja a escala 1:50.000 de La Salina se encuentra situada en el sector suroccidental de la República Dominicana. Su mitad septentrional corresponde a la zona oriental de la hoya o cuenca de Enriquillo, incluyendo en su esquina NE la parte oeste de la Laguna de Rincón. Al sur se alza la sierra de Bahoruco orientada SE-NO.

En el ambiente de la sierra, al límite sur de la Hoja, se ha evidenciado la Fm. Dumisseau, carbonatada y volcánica, del Cretácico Superior, marcada por una intensa anomalía magnética positiva.

La sierra de Bahoruco es predominantemente carbonatada con las calizas de la Fm. Neiba (Eoceno a Mioceno Inferior) depositadas en una extensa y uniforme cuenca submarina, surmontadas por el conjunto de calizas en bancos del Mb Barahona (de la Fm Sombrerito), cuya sedimentación se produjo en un contexto de plataforma durante el Mioceno-Plioceno) Se individualizó la nueva Fm. Lemba, de extensión limitada, constituida por margas con calizas del Mioceno Superior-Plioceno Inferior.

La cuenca de Enriquillo está rellena por una potente serie sedimentaria neógena de carácter somerizante que evolucionó desde facies evaporíticas (Fm Angostura) hasta facies transicionales (Fm. La Salina) e incluso arrecifales y continentales (Fm. Jimaní del Pleistoceno) y depósitos superficiales del Holoceno.

La estructuración de la Hoja corresponde a una cuenca limitada al sur por una falla con movimiento desgarro-cabalgante dextro, cuya deformación está predominantemente localizada en la formación evaporítica.

Del lado de la cuenca, las formaciones se verticalizan cerca de la falla y están poco deformadas en el resto de la cuenca, excepto algunos pequeños diapires, evidenciados por la geofísica petrolífera (sísmica). Algunas fallas importantes están puestas en evidencia por las imágenes aeromagnéticas o radar.

Del lado de la sierra, la deformación se traduce por grandes ondulaciones anticlinales y sinclinales, afectadas por una densa red de fallas. La vertiente norte corresponde al buzamiento de las capas y a las fallas del borde de la cuenca.

Dentro de la evolución reciente de la región es preciso destacar la incursión del delta del Yaque del Sur en la cuenca, que a comienzos del Holoceno estaba invadida por el mar; la incursión produjo el aislamiento del lago Enriquillo con relación al mar Caribe y junto con la tendencia ascendente de la región, ha provocado que desde entonces la zona esté presidida por un régimen continental.

ABSTRACT

The 1:50,000 La Salina map area is located in the southwest of the Dominican Republic. Its northern half corresponds to the oriental part of the Enriquillo Basin including, in its northeastern corner, the western part of the Laguna de Rincón. The SE-NO directed sierra de Bahoruco rises to the south of the sheet.

The carbonaceous and volcanic Dumisseau Formation has been encountered to the south of the map within the sierra de Bahoruco. It is marked by a strong positive magnetic anomaly.

The sierra de Bahoruco is mainly carbonaceous. It bears the Neiba Formation limestone (Eocene to Miocene) deposited in a large and uniform submarine basin, overlaid by the layered limestones of the Barahona Member (Sombrerito Formation) which deposit occurred in a platform setting during Miocene to Pliocene times.

A new Formation of limited extension, the Lemba Formation, can be defined. It is made of Late Miocene to Early Pliocene marls and limestones

The Enriquillo Basin is filled by a thick Neogene sedimentary sequence bearing brackish characters and evolving from evaporitic facies (Angostura Formation) to transitional facies (La Salina Formation), including reef and continental-derived lithologies (Pleistocene Jimaní Formation) and Holocene deposits.

The structure of the map area corresponds to a basin limited to the south by a dextral wrench-thrusting fault which effect can be mainly seen within the evaporitic formations.

Within the Enriquillo basin and close to the fault contact, the formations get verticalized while they are only weakly deformed elsewhere in the basin. Few small diapirs have been evidenced by geophysical studies lead during oil exploration. Some important faults are shown by the aeromagnetic and/or radar images.

To the sierra de Bahoruco side, the deformation is marked by large wave, SE-NO-directed, anticlines and synclines affected by a dense set of faults. The northern side is a structural surface corresponding either to the dip of the bedding or to the faults limiting the basin.

The recent history of the area is marked by the incursion of the Río del Yaque delta within the Enriquillo basin which was part of the Caribbean Sea at the beginning of the Holocene. The incursion of the Río del Yaque lead to the isolation of the Enriquillo basin from the Caribbean Sea. The latter phenomena, together with the uplift of the area, induced the onset of a continental context in the area.

INDICE

1. INTRODUCCION	11
1.1. Metodología	11
1.2. Situación geográfica	14
1.3. Marco Geológico	18
1.4. Antecedentes	23
2. ESTRATIGRAFÍA	26
2.1. Cretácico : Fm. Dumisseau-La Ciénaga	29
2.1.1. Fm. Dumisseau - La Ciénaga (1) Calizas grises. Cretácico Superior (K ₂)	29
2.1.2. Fm. Dumisseau - La Cienaga (2) Brechas conglomeráticas con cantos de basaltos y calizas. Cretácico Superior (K ₂)	30
2.2. Paleógeno – Mioceno	31
2.2.1. Fm. Neiba (Eoceno-Mioceno Inferior) .	31
2.2.1.1. Características generales	31
2.2.1.2. La Fm. Neiba de la Hoja de La Salina (3) Calizas tableadas con intercalaciones de sílex. Eoceno – Mioceno Inferior (P ₂ - N ₁ ¹)	35
2.3. Neógeno	38
2.3.1. : Fm. Sombrerito.	38
2.3.1.1. Características generales	38
2.3.1.2. Fm. Sombrerito en la Hoja de La Salina	40
2.3.1.3. Fm. Sombrerito. Mb. Barahona. (4) Calizas masivas beige. Mioceno-Plioceno (N ₁₋₂).	40
2.3.2. Fm. Lemba (nov. nom.) (5) Margas con intercalaciones de calizas arcillosas blancas. Mioceno Superior-Plioceno Inferior (N ₁₋₂)	41
2.3.3. Plioceno	42
2.3.3.1. Fm. Angostura (6) Yeso en capas masiva con niveles de margas y areniscas finas Plioceno Inferior (N ₂ ¹)	42
2.3.3.2. Fm. La Salina (7) Calizas masivas (“ <i>Razorback Ridge</i> ”) y (8) Lutitas grises y rojas con intercalaciones de areniscas y escasos bancos de calizas .Plioceno Medio-Superior (N ₂ ²⁻³) :	45
2.4. Cuaternario	48
2.4.1. Fm. Jimani. Pleistoceno	48
2.4.1.1. Características generales	48
2.4.1.2. La Fm. Jimaní en la Hoja de La Salina	51
2.4.2. Holoceno	52
2.4.2.1. (11) Arcilla de descalcificación en la Fm. Sombrerito. Holoceno (Q ₄)	52
2.4.2.2. (12) Derrubios.Holoceno (Q ₄)	53
2.4.2.3. Conos de deyección:(13) inactivos más antiguos ;(14) ; 15) Holoceno (Q ₄)	53

2.4.2.4. Composición de los conos de deyección	53
2.4.2.5. Fondos de valle (16) Cantos, gravas y arenas. Holoceno (Q ₄)	54
2.4.2.6. Depósitos lacustres (17) Arcillas y arenas finas. Holoceno (Q ₄)	54
2.4.2.7. (18) Arenas eólicas y localmente dunas activas. Holoceno (Q ₄)	55
2.4.2.8. Pantanos (19) limos y arenas Holoceno (Q ₄)	55
2.4.2.9. Delta del río Yaque del Sur (20) limos y arenas, Cuaternario (Q)	56
3. TECTÓNICA	56
3.1. Introducción. Contexto Geodinámico	56
3.2. Marco geológico estructural de la zona de estudio	62
3.3. La estructura de la zona de estudio	64
3.3.1. La estructura del margen septentrional de la sierra de Bahoruco	64
3.3.2. La estructura del interior de la cuenca de Enriquillo	66
3.3.3. La fracturación. La falla de Enriquillo	68
3.3.4. Correlación de la estructura con el mapa de aeromagnético.	71
3.3.4.1. Anomalías relacionadas con la litología:	73
3.3.4.2. Anomalías relacionadas con estructuras:	74
3.4. Modelo de evolución tectónica de la zona de estudio y edad de la deformación	76
3.5. Particularidades estructurales de la Hoja La Salina	86
3.5.1. Introducción	86
3.5.2. La sierra de Bahoruco	86
3.5.3. La cuenca de Enriquillo	86
3.5.4. Las fallas	86
3.5.5. Las deformaciones	87
3.5.5.1. Primera deformación	87
3.5.5.2. Segunda deformación	87
4. GEOMORFOLOGÍA.	88
4.1. Análisis geomorfológico	88
4.1.1. Estudio morfoestructural	88
4.1.2. Formas estructurales	89
4.1.3. Estudio del modelado	90
4.1.3.1. Formas gravitacionales	91
4.1.3.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial	91
4.1.3.3. Formas eólicas	94
4.1.3.4. Formas lacustres y endorreicas	95
4.1.3.5. Formas por meteorización química	96
4.1.3.6. Formas poligénicas	96
4.1.3.7. Formas antrópicas	97
4.2. Evolución e historia geomorfológica	97
5. HISTORIA GEOLÓGICA	100

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA.	104
6.1.1. Hidrogeología	105
6.2. Recursos minerales	111
6.2.1. Hidrocarburos	111
6.2.2. Rocas industriales y ornamentales	115
7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO.	115
7.1. Relación de los L.I.G.	116
7.1.1. L.I.G. N° 1 – Fm. Neiba de la Loma La Jo	116
7.1.2. L.I.G. N° 2 (9180-2 y 9180-3) Cañadas de Los Guanos: brecha de disolución kárstica (Mb. Barahona de Fm. Sombrerito)	118
7.1.3. L.I.G. N° 3 Fm. Lemba (Mioceno Superior-Plioceno basal ?)	120
7.1.4. L.I.G. N° 4 (9111 y 9145) Yeso, brecha y evaporitas de la Fm. Angostura	122
7.1.5. L.I.G. N° 5 Arroyo El Pozo; contacto con la Fm. Angostura y muro de la Fm. La Salina	124
8. BIBLIOGRAFÍA.	126

1. INTRODUCCION

1.1. Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través del Servicio Geológico Nacional (SGN), 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, en concepto de donación. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPESA), ha sido el responsable de la ejecución, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a AURENSA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), del denominado Proyecto L, cuyo desarrollo se ha producido simultáneamente al del Proyecto K, adjudicado al mismo consorcio.

Este Proyecto comprende, a su vez, dos zonas bien diferenciadas, denominadas Zona L-Este y L-SO, que se localizan en prolongación hacia el este y el oeste, respectivamente, del Proyecto C, primer proyecto de estas características que fue ejecutado en el periodo 1997-2000. El Proyecto L incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 21 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100.000:

Zona L-Este:

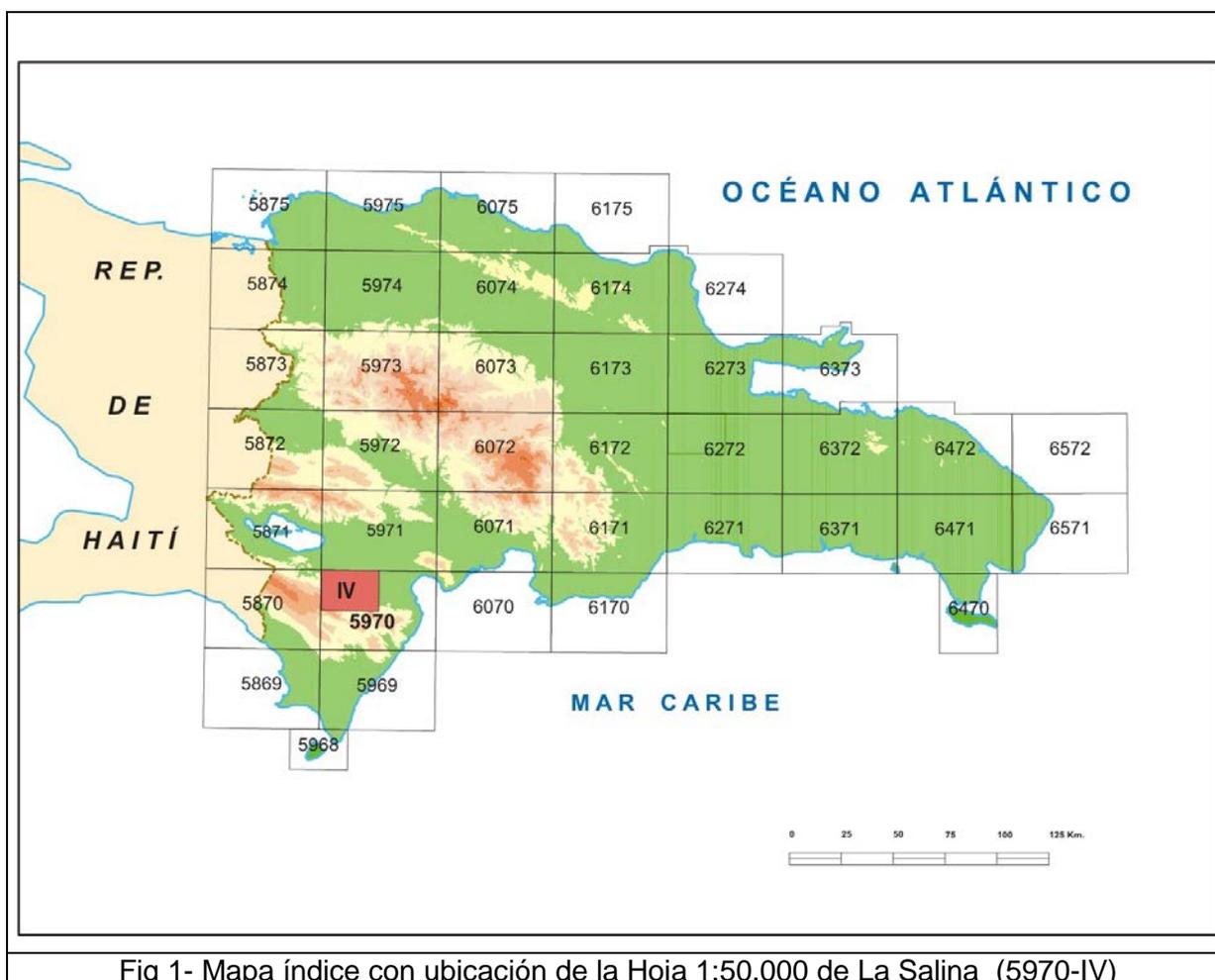
- Monte Plata (Antón Sánchez, 6272-I; Bayaguana, 6272-II; Monte Plata, 6272-III y Sabana Grande de Boyá, 6272-IV)

- El Seibo (Miches, 6372-I; El Seibo, 6372-II, Hato Mayor, 6372-III y El Valle, 6372-IV)

- Las Lisas (Rincón Chavón, 6472-II y Las Lisas, 6472-I)

Zona L-SO

- Jimaní (La Descubierta, 5871-I; Duvergé, 5871-II; Jimaní, 5871-III y Boca Cachón, 5871-IV)
- Neiba (Villarpando, 5971-I; Vicente Noble, 5971-II; Neiba, 5971-III y Galván, 5971-IV)
- Barahona (Barahona, 5970-I y La Salina, 5970-IV)
- Azua (Barrera, 6070-IV)



Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, la ejecución de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las de su entorno, con frecuentes visitas a sus territorios; por ello, a lo largo de la presente Memoria son numerosas las alusiones a otras Hojas, en especial a las que integran los cuadrantes a escala 1:100.000 de Jimaní, Barahona y Azua.

Durante la confección de la Hoja a escala 1:50.000 de La Salina se ha utilizado la información disponible, de procedencia muy diversa, principalmente tesis y publicaciones monográficas, pero también trabajos de investigación hidrogeológica, minera o de exploración de hidrocarburos. La cartografía se ha realizado, principalmente, con el apoyo de las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84) o, donde no existía cobertura de éstas, con las de escala 1:60.000 (1960), cedidas por la SGN. Los estudios fotogeológicos se han completado con la interpretación de las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. Para la identificación y seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes ha sido de gran utilidad el Mapa Aeromagnético de la República Dominicana (CGG 1997).

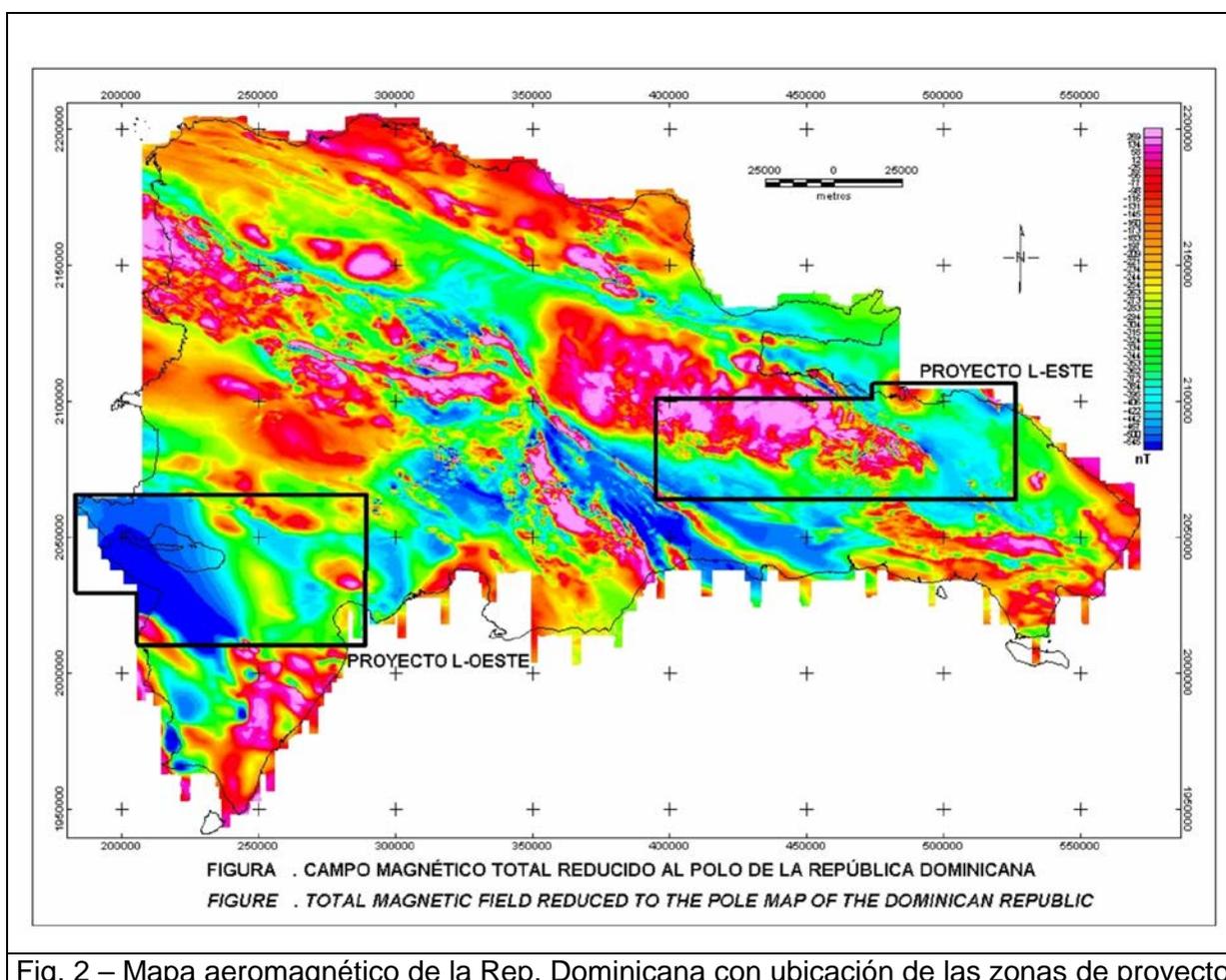


Fig. 2 – Mapa aeromagnético de la Rep. Dominicana con ubicación de las zonas de proyecto

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

elaboración de la Hoja, se diseñó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos Susceptibles de Constituir Riesgos Geológicos del cuadrante correspondiente, a escala 1:100.000.

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

1.2. Situación geográfica

Desde el punto de vista fisiográfico, la Zona SO del Proyecto L se caracteriza por la presencia de una planicie interna, el valle de Enriquillo o de Neiba, delimitada al norte y al sur por relieves marginales de alta elevación, respectivamente las sierras de Neiba y de Bahoruco. En la zona de proyecto, la sierra de Neiba está representada por sus dos terceras partes más meridionales, dentro de las cuales se incluyen sus relieves principales, mientras que la sierra de Bahoruco lo hace con su vertiente norte, que se articula en algunas depresiones internas de tamaño variable entre las que destacan las de Angostura o El Limón. Adicionalmente hay que considerar también la sierra de Martín García cuyas estribaciones occidentales penetran en el sector más oriental de la zona de estudio.

El elemento más definitorio de la planicie de Enriquillo es el lago de agua salada del que toma su nombre, que ocupa aproximadamente su mitad occidental. Al SO, hay que indicar también la presencia de la laguna del Rincón, igualmente de agua salada. En ambos casos se trata de elementos clave en el esquema fisiográfico general del valle, en particular el lago Enriquillo, que representa la base de drenaje del flujo superficial y subterráneo de la región. El río más importante de la planicie es el Yaque del Sur, que discurre por su extremo oriental. Este río llega desde el área del pueblo de Barranco, y se extiende en dirección SO, hasta el pueblo de Tamayo. Aguas abajo de Tamayo, la dirección del río se modifica radicalmente, hacia el SE y E para cruzar un área de alto estructural (laguna del Rincón-Sierra de Martín García). Después, su curso gira nuevamente hacia el SO, hasta llegar a las proximidades del pueblo de Cabral y de La laguna del Rincón, desde donde se enfila definitivamente hacia el este para salir al mar Caribe. El resto de los cursos de agua de la

zona de proyecto no alcanza la categoría del Yaque por tratarse, en general, de cursos estacionales, aunque algunos de ellos lleguen a ser caudalosos en la época de lluvias.

Desde el punto de vista administrativo, la zona de proyecto ocupa las provincias de Bahoruco, Independencia, Barahona y San Juan con una población total estimada en algo más de 300.000 habitantes, de los cuales aproximadamente el 40% vive en zonas rurales y el 60% en los principales municipios, entre los que destacan los siguientes (Acuater 2000): Barahona (77.000 habitantes), Neiba (47.000), Tamayo (22.000), Vicente Noble (21.000,) Galván (16.000), Cabral (16.000), Duvergé (15.000), Villa Jaragua (12.000), Jimaní (9.000), Fundación (9.000) Los Rios (8.000) La Descubierta (7.000) La Salina (7.000), Cristóbal (6.000) y Postrer Río (6.000).

La tasa media de analfabetismo en la zona se estima en un 32%, mientras que la población activa apenas sobrepasa el 30%. La principal actividad productiva de la región es la agricultura y a gran distancia de ésta, los servicios comunales y sociales, alguna industria manufacturera, la construcción y el comercio y el turismo. Dentro de la actividad agrícola, los principales cultivos son el plátano y la caña de azúcar, principalmente, en la planicie; y el café, guandules, habichuelas y productos hortícolas en las lomas. Respecto al turismo, hay que decir que la actividad principal se centra en algunos buenos hoteles que hay en Barahona y en los primeros kilómetros costa al sur de esta localidad. Por lo que concierne al turismo ambiental, está todavía en ciernes, pese a que la región cuenta con grandes posibilidades, sobre todo en torno a la explotación de los Parques Naturales que existen en la zona de proyecto o sus proximidades: sierra de Neiba, La Descubierta-Isla Cabrito, Laguna de Rincón y sierra de Bahoruco.

Pertenciente al cuadrante de Barahona, la Hoja a escala 1:50.000 de La Salina (5970-IV) se localiza a la limite entre las provincias de Independencia, Barahona y Pedernales, a unos 100 km al oeste de la capital Santo Domingo y no más de 30-40 km al este de la frontera con Haití (Fig 1). En vehículo, su única vía de acceso, es la carretera de Barahona y desde ésta, la carretera principal sur del lago Enriquillo que conduce hacia Cabral, La Salina, Duvergé o Jimani. Las poblaciones principales de la Hoja son La Salina, La Lista, Angostura, Los Saladillos y Cristóbal.

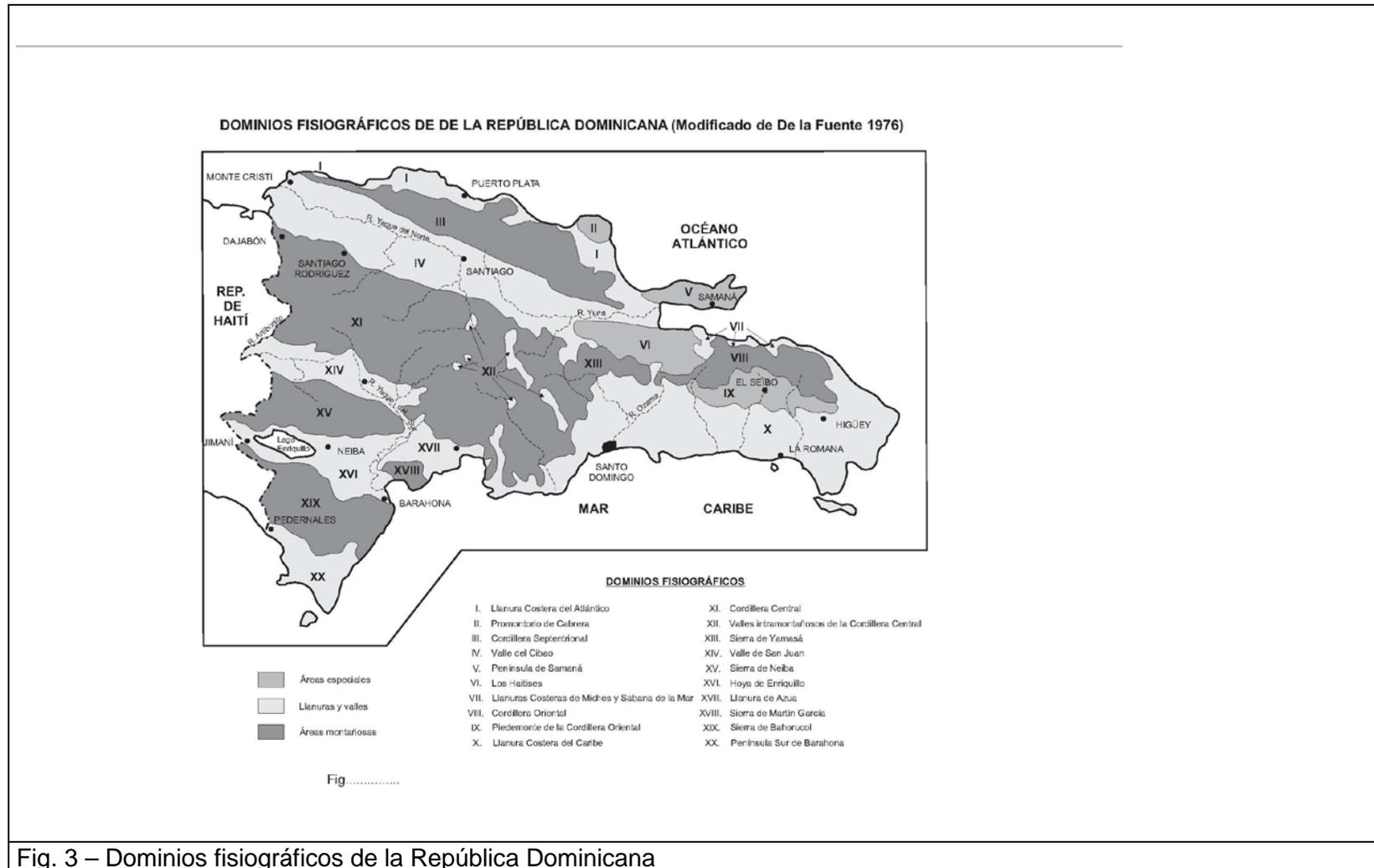
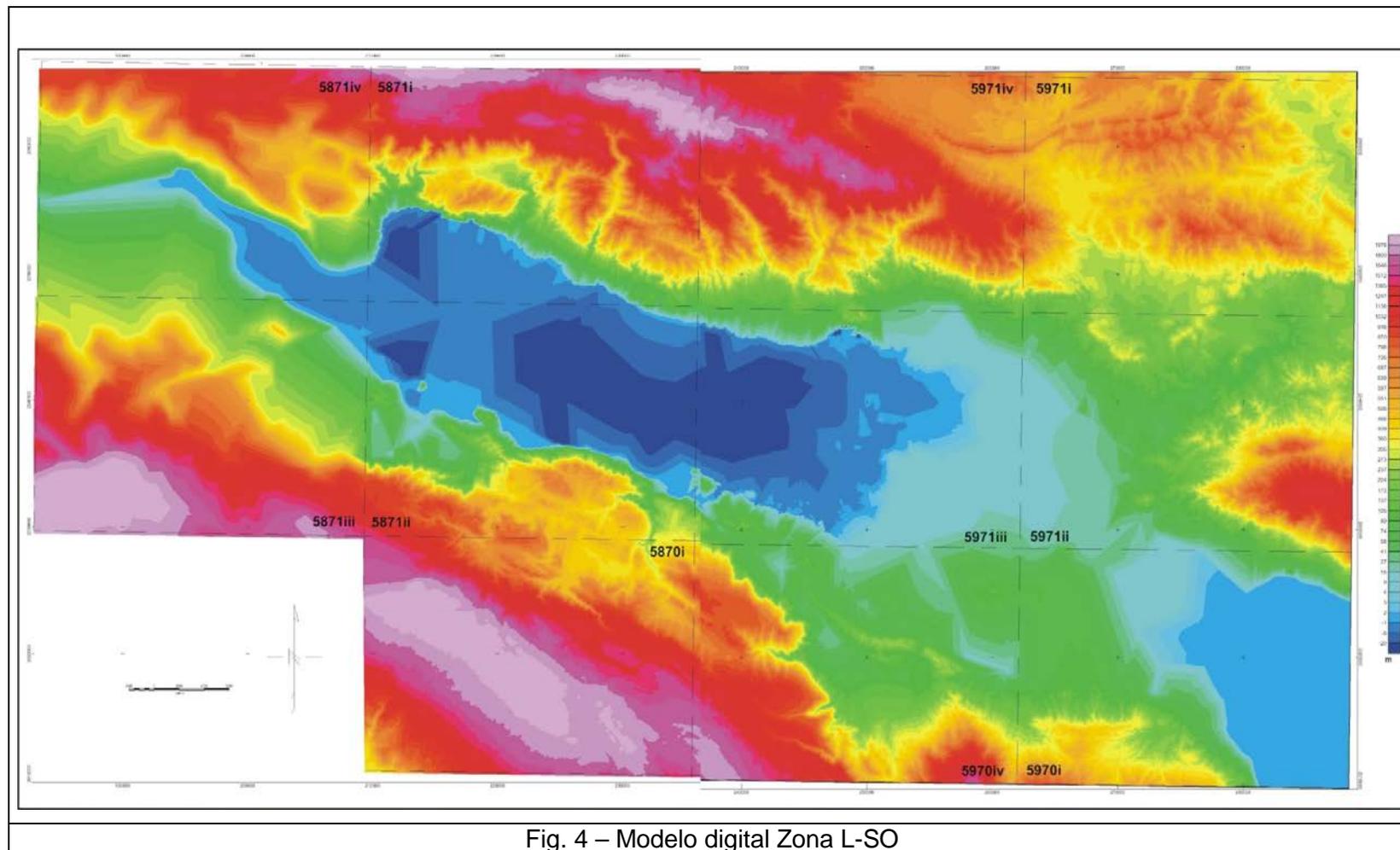


Fig. 3 – Dominios fisiográficos de la República Dominicana



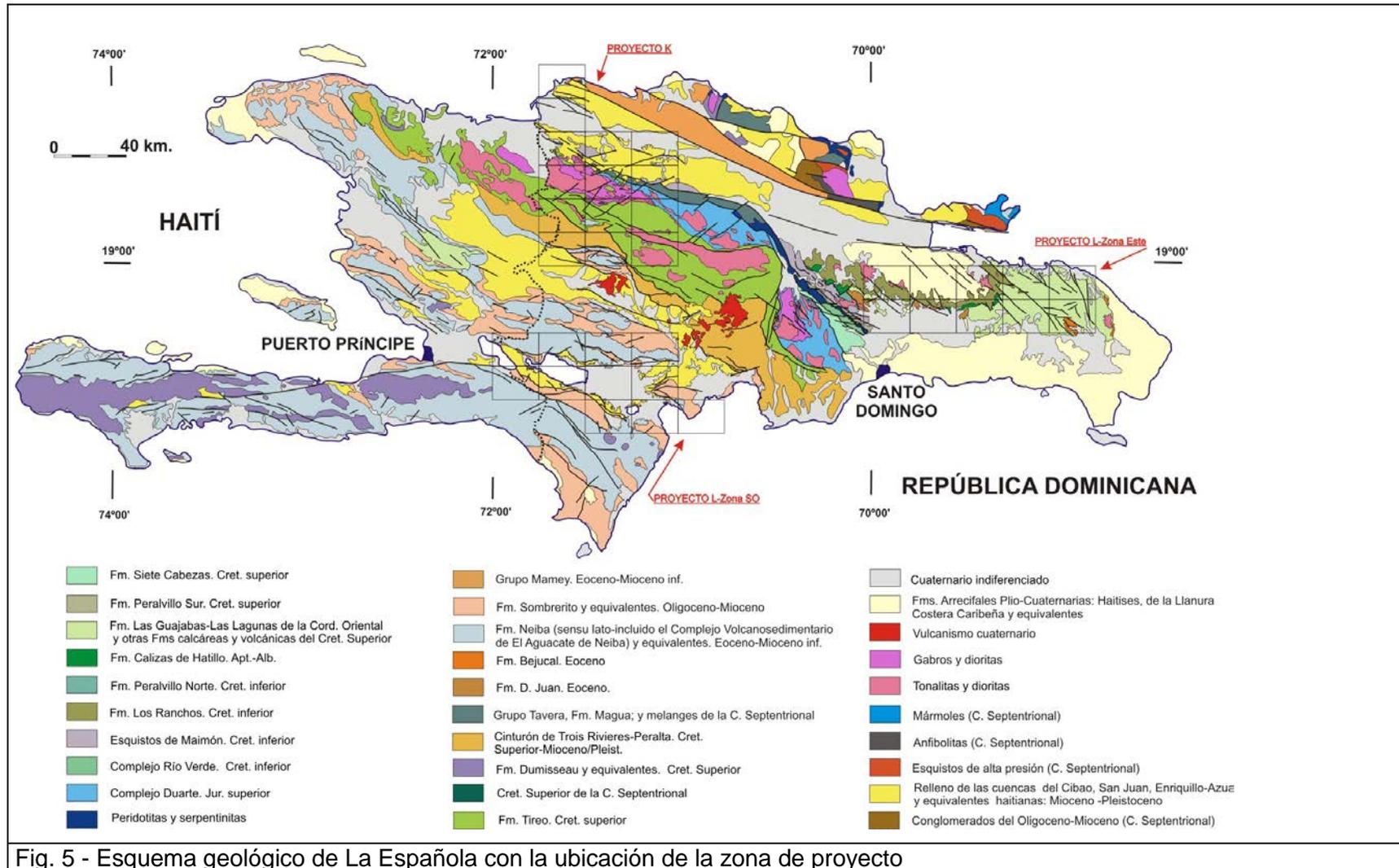
Desde el pueblo de La Salina parte una carretera en dirección SO, que cruza la Loma de Sal y Yeso, longea la vertiente sur de esta Loma en dirección NO, hasta Angostura. Desde esta carretera hay algunas pistas que den acceso al pié de la vertiente norte de la sierra de Bahoruco. En esta vertiente no hay pistas hacia la sierra y sus únicas vías de acceso son caminos a hacer a pie o con mulos. La única vía de acceso con vehículo es la carretera que parte de Cabral en dirección del sitio turístico « Polo Magnético » y desde ésta, la pista que conduce a las antenas que están a la cima de la Loma La Jo (1.650 m de altitud). Desde la carretera principal, al norte de La Salina, hay una carretera que conduce hasta Cristóbal y la laguna del Rincón.

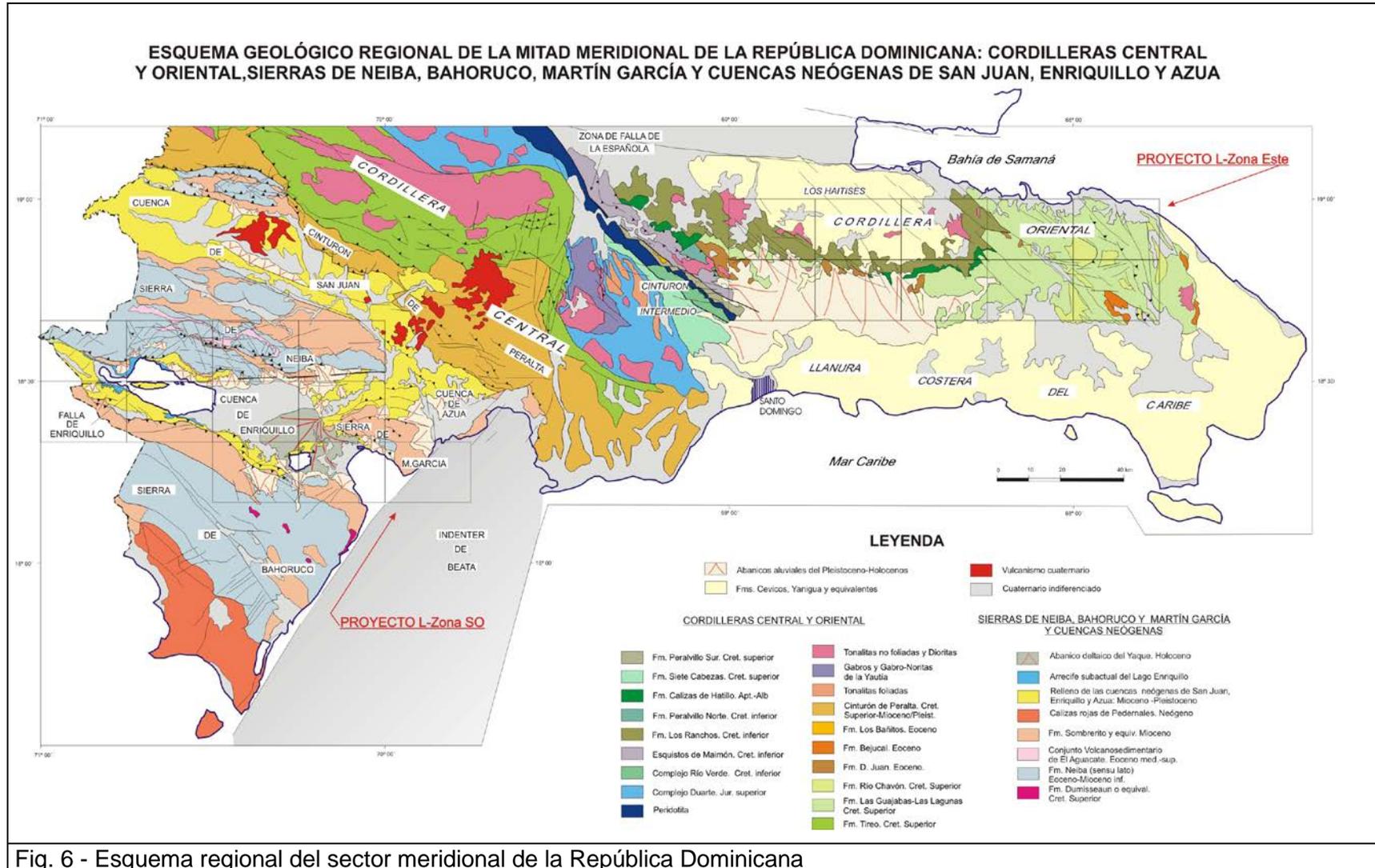
La parte SO de la Hoja de La Salina coincide con los fuertes relieves de la sierra de Bahoruco, donde existen algunas áreas que superan los 1.900 m de altitud. La cota más alta (1.931 m), se sitúa en el sector oeste de la Hoja, al sur de la Loma de Los Pinos. Si se toma en cuenta la altitud del lago Enriquillo, situada entre 0 y -40 m bajo el nivel del mar, y los puntos los más altos de la sierra de Bahoruco de la Hoja de La Salina, el desnivel máximo se acerca de los 2000 m, en sólo algunos kilómetros. Este desnivel explica las dificultades de accesos a la sierra de Bahoruco de la Hoja de La Salina.

La red fluvial está integrada por una gran cantidad de ríos, arroyos y cañadas de carácter estacional, que pueden llegar a ser muy caudalosos y con rápidas y violentas crecidas en la época de lluvias. Los más importantes son el río Arriba que atraviesa Los Saladillos y La Salina y el río Bermesi que atraviesa Angostura. En la parte NE de la Hoja, la laguna del Rincón representa una agua perenne de donde salen las aguas para regadío, como el canal Cristóbal, hacia el oeste, para las zonas de cultivos de la cuenca de Enriquillo.

1.3. Marco Geológico

En el Proyecto L-Zona SO, intervienen cuatro dominios geológicos, que prácticamente coinciden con los cuatro dominios fisiográficos descritos en el apartado anterior, es decir, la sierra de Neiba, al norte, la sierra de Bahoruco, al sur y la sierra de Martín García, al este; estas tres sierras rodean periféricamente a la depresión de Enriquillo que, por su génesis se la debe considerar con rango de cuenca. Las características de estos dominios son las siguientes :





La sierra de Neiba forma parte del denominado terreno de Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba, unidad definida con poca precisión y que, en su descripción original, también incluye la cuenca de Enriquillo (Mann et al. 1991). Con directrices cambiantes de ONO-ESE a NO-SE o a E-O, determinadas por la sucesión, en relevo, de pliegues de gran radio y relativamente discontinuos en dirección, esta sierra está formada casi enteramente por litologías calcáreas de edad Eoceno-Mioceno Inferior (Fm. Neiba y equivalentes) y, en menor proporción, por litologías margo-calcáreas de edad Mioceno (Fm. Sombrero y equivalentes). Aunque en las descripciones bibliográficas de esta sierra (p.e. Mann et al. 1991), ya se cita la presencia de formaciones volcanosedimentarias que supuestamente ocuparían el núcleo de estos anticlinales, durante la realización de este proyecto, se ha podido comprobar que estas formaciones, además de tener mayor extensión y continuidad que la previamente supuesta, no sólo no ocupan el núcleo de los anticlinales si no que están claramente intercaladas entre las formaciones calcáreas del Eoceno-Mioceno Inferior. Esta circunstancia hace que, con la excepción de un pequeño bloque o esquirla de materiales calcáreos que aflora asociado a rocas volcánicas, y que han sido bien datados como Cretácico Superior, por el momento se siga desconociendo la naturaleza del sustrato o basamento de esta sierra.

El contacto de la sierra de Neiba con la cuenca de Enriquillo responde a una secuencia de cabalgamientos de relativo alto ángulo con vergencia sur, retocados o asociados a desgarres

La denominación del terreno Hotte-Selle-**Bahoruco** (Mann et al. 1991) procede de los nombres de las tres sierras contiguas, las dos primeras en Haití y la segunda en la República Dominicana que, con directrices generales ONO-ESE se extienden de oeste a este por todo el sector meridional de La Española. La formación más representativa de este terreno es la Fm. Dumisseau (Maurrasse et al., 1979) del macizo de La Selle. Con más de 1.500 m de espesor, consiste en una alternancia de basaltos y *pillow* basaltos no metamórficos, doleritas, calizas pelágicas, cherts, limolitas silíceas y areniscas volcanogénicas, en la que las dataciones paleontológicas (Maurrasse *et al.*, 1979) y radiogénicas (Sayeed *et al.*, 1978; van der Berghe, 1983, Bellon *et al.*, 1985), le atribuyen un intervalo de ocurrencia que va del Cretácico Inferior a, principalmente, el Cretácico Superior. En el macizo de la Hotte y en la sierra de Bahoruco hay formaciones basálticas equivalentes a la Fm. Dumisseau con edades del Maastrichtiense-Paleoceno (Fm. Macaya), en el primer caso, y del Maastrichtiense, en el segundo. Las similitudes petrológicas y geoquímicas entre

los basaltos de la Fm. Dumisseau y los basaltos perforados en el DSDP en el seno del Mar del Caribe (p.e. "horizonte B", de edad Coniaciense-Campaniense), no ofrecen ninguna duda sobre la interpretación del terreno de Hotte-Selle-Bahoruco (Mann *et al.*, 1991) como un fragmento emergido de la meseta o *plateau* oceánico del Caribe (Maurrase *et al.*, 1979; Sen *et al.*, 1988; Girard *et al.* 1982). Por encima de la Fm. Dumisseau y equivalentes, una importante discordancia marca el final del vulcanismo basáltico y el comienzo de un régimen esencialmente sedimentario, con cierto predominio de facies carbonatadas y ocasionales ocurrencias volcánicas, que comprende el intervalo del Cretácico terminal al Mioceno. Concretamente, en la sierra de Bahoruco, Llinás (1972) y la cartografía sintética de Mann *et al.* (1991) citan, por encima de la citada discordancia, la formación Río Arriba del Cretácico terminal (más de 500 m de espesor) y sobre ella, primero, una serie de calizas pelágicas del Eoceno, asimilable en términos generales a la Fm. Neiba (1000-1500 m), y después, un conjunto también carbonatado de aspecto más masivo y con frecuentes facies someras que, por su atribución al Mioceno, se correlaciona con la Fm. Sombrerito. Esta formación se agrupa bajo la denominación de "calizas de Barahona" para distinguirla de las facies margosas con intercalaciones calcareníticas características de la Fm. Sombrerito en sectores más septentrionales.

El contacto entre estas formaciones y, a su vez, entre el conjunto de la sierra y la cuenca de Enriquillo, viene marcado por un sistema de desgarres de dirección NO-SE a ONO-ESE que se sobre impone o coexiste con cabalgamientos de alto ángulo con vergencia norte.

Por correlación de los materiales paleógenos y neógenos (Fms. Neiba y Sombrerito), que la constituyen en su totalidad, la **sierra de Martín García** se ha adscrito al mismo dominio paleogeográfico que la sierra de Bahoruco (Cooper 1983). Sin embargo, las observaciones realizadas en el presente trabajo más bien parecen indicar que, de acuerdo con su posición intermedia, en la sierra de Martín García estas formaciones comparten facies tanto de sus homólogas de la parte oriental de la sierra de Neiba, como de la vertiente norte de la sierra de Bahoruco.

En contraste con las sierras de Neiba y de Bahoruco cuyas direcciones generales son más homogéneas y similares entre sí, la sierra de Martín García presenta un peculiar cambio de dirección en planta, al girar sus directrices desde una posición más o menos NO-SE en su mitad oriental, a E-O o incluso NE-SO en su tercio occidental. Las cartografías previas de

esta sierra indican que sus márgenes coinciden con fallas inversas de alto ángulo y vergencias opuestas, parcialmente retocadas o coincidentes con desgarres.

La cuenca de Enriquillo

La cuenca de Enriquillo se extiende con una dirección ONO-ESE entre las sierras de Neiba y Bahoruco, desde la frontera con Haití hasta la bahía de Neiba al sur de la sierra de Martín García. El dominio se prolonga por el norte de esta sierra, ya con el nombre de cuenca de Azua hasta las inmediaciones de la bahía de Ocoa donde, con dimensiones muy reducidas, queda bruscamente interrumpida por las estribaciones más meridionales de la Cordillera Central. La cuenca de Azua le sirve, a su vez, de conexión con la de San Juan (muy parcialmente representada en la esquina NE de la zona de proyecto), de tal forma que las tres comparten buena parte de su evolución, si bien no exactamente dentro del mismo contexto tectónico: el relleno de la cuenca de San Juan está controlado, al menos en lo que refiere a su margen septentrional por el desarrollo del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Trois Rivières-Peralta, adscrito a la vertiente meridional de la Cordillera Central, y del que forma su cuenca de antepaís, mientras que en la evolución de la cuenca de Enriquillo parece que hay una mayor intervención, si bien no exclusiva, de la tectónica de desgarres. En cualquier caso, ambas cuencas han sido definidas desde el punto de vista geométrico como *ramp basins* (Mann et al. 1991).

Desde el punto de vista de los depósitos, las tres cuencas están rellenas por materiales del Mioceno al Cuaternario que, en conjunto, forman una macrosecuencia somerizante de más de 4.000 de espesor, con ambientes marinos en la base y continentales a techo. La característica distintiva de la cuenca de Enriquillo respecto a las otras dos es la presencia, en un momento de su evolución, de ambientes restringidos, que producen formaciones evaporíticas de importante espesor.

1.4. Antecedentes

La zona de proyecto L-SO ha sido objeto de una dispar pero apreciable cantidad de trabajos de diversa índole, especialmente la cuenca de Enriquillo que, por su desde antiguo conocido interés para la exploración de hidrocarburos, ha centrado por sí sola gran parte de las investigaciones geológicas en la República Dominicana. A continuación se señalan aquellos trabajos que se han considerado del máximo interés para la elaboración de la Hoja, tanto de

carácter local como regional, y que engloban la mayor parte de los conocimientos existentes acerca de ella.

Las primeras exploraciones sistemáticas tuvieron lugar a principios del siglo pasado con motivo de campañas petrolíferas y mineras, de las cuales derivan los trabajos de Vaughan et al. (1921), para el Servicio Geológico de Estados Unidos, y Dohm (1941), Bermúdez (1949), y otros, para la Dominican Seaboard Oil Company. Una recopilación de estos trabajos pioneros se puede consultar en Mann et al. (1991). El estudio de las perspectivas petrolíferas de las cuencas del sur del país continuó, a impulsos, durante las décadas siguientes, y en el caso de la cuenca de Enriquillo el mayor esfuerzo de exploración lo hizo la Canadian Oil Company Ld. a finales de los años 70 (1979). Durante la elaboración del presente trabajo no se ha podido tener acceso a los informes y documentos generados por esta compañía, si bien un resumen parcial de los mismos se ha podido consultar en la síntesis de Norconsult (1983). En la actualidad, la exploración de hidrocarburos continúa en la zona de forma puntual, concretamente en la Hoja de Boca Cachón, pero por su carácter confidencial no se ha podido acceder a estos datos de nueva adquisición.

Al margen de las investigaciones petrolíferas, es a partir de la década de los setenta cuando se produjo un notable impulso de los conocimientos geológicos de la República Dominicana, merced a la elaboración de una serie de tesis doctorales o de licenciatura de carácter regional, entre las que cabe señalar las siguientes: Llinas (1972, una de las primeras tesis geológicas del país elaborada por un nativo, que estudia el margen norte de la sierra de Bahoruco y la zona adyacente de la cuenca de Enriquillo; Osiris de León (1983), también dominicano, que estudia las características geológicas e hidrogeológicas de la región SO de la R. D; Mann (1983), centrada, en buena parte, en aspectos estructurales y estratigráficos de la cuenca de Enriquillo; Cooper (1983), que aborda la estratigrafía y tectónica de la sierra de Martín García; Breuner (1985), que hace lo mismo con la sierra de Neiba; Van der Berghe (1983), con estudios similares sobre las sierras de La Selle y Bahoruco; Mercier de Lepinay (1987), que desarrolla un estudio estratigráfico y estructural del conjunto de la isla a fin de establecer su interpretación geodinámica; o Heubeck (1988), esencial para la comprensión de las unidades paleógenas del extremo SE del Cinturón de Peralta.

A esta época también pertenecen las publicaciones de Bourgois et al (1979) que describe el primer corte de la sierra de Neiba; Biju-Duval (1983), sobre aspectos estratigráficos y estructurales del *on-shore* y *off-shore* del sur de la R. D.; o Mann et al. (1984) y Taylor

(1984) que hacen las primeras descripciones y dataciones del arrecife subactual que rodea el lago Enriquillo.

Ante la gran cantidad de trabajos existentes y la consiguiente proliferación de términos referentes a Formaciones, el Servicio Geológico Nacional realizó un intento de unificación de la nomenclatura mediante la elaboración del Léxico Estratigráfico Nacional, con uno de sus dos tomos dedicado a las formaciones del SO del país (1984). En cuanto a las cartografías geológicas de síntesis, a la realizada por la Organización de Estados Americanos a escala 1:250.000 (Blesch, 1966), hay que añadir la elaborada a la misma escala, pero con un detalle y calidad superiores, por el Servicio Geológico Nacional y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991). Esta colaboración también condujo a la realización del mapa geológico a escala 1:100.000 del cuadrante de San Juan (García y Harms 1988)

Junto con las anteriores, la cartografía de síntesis más notable de la isla es la que acompaña a la recopilación de artículos que integran el volumen especial (262) para la Sociedad Geológica de América de Mann et al. (1991a) y que supone una auténtica puesta al día de los conocimientos geológicos acerca de La Española y por tanto, un documento básico para trabajos posteriores. En esta última recopilación de artículos existen algunos que afectan de forma específica al territorio ocupado por esta Zona SO del Proyecto y su entorno regional; de entre ellos cabe destacar los de: Dolan *et al.* (1991) con una síntesis sedimentológica, estratigráfica y tectónica del Eoceno-Mioceno de La Española y Puerto Rico; Heubeck y Mann (1991), que determinan la estructura y evolución tectónica de la terminación sudoriental de la Cordillera Central; McLaughlin *et al.* (1991), quienes abordan la descripción bioestratigráfica y paleogeográfica de los materiales de las cuencas de Azua y Enriquillo; y Mann *et al.* (1991 c), que proponen una interpretación estructural de las citadas cuencas.

Entre los trabajos más recientes con incidencia regional o local en la zona de estudio hay que citar el de Mann et al. (1995) que se apoya en datos de la cuenca de Enriquillo (entre otros) para proponer un modelo geodinámico de la región NE de la Placa del Caribe; el volumen especial 326 de la Sociedad Geológica Americana sobre el modelo tectónico y neotectónico del margen septentrional de la placa del Caribe (Dolan y Mann 1998); el de Mann et al. (2002) que incide en la misma cuestión a partir de la medida con GPS de desplazamientos de grandes fallas, entre ellas la de Enriquillo; de mayor relevancia es la

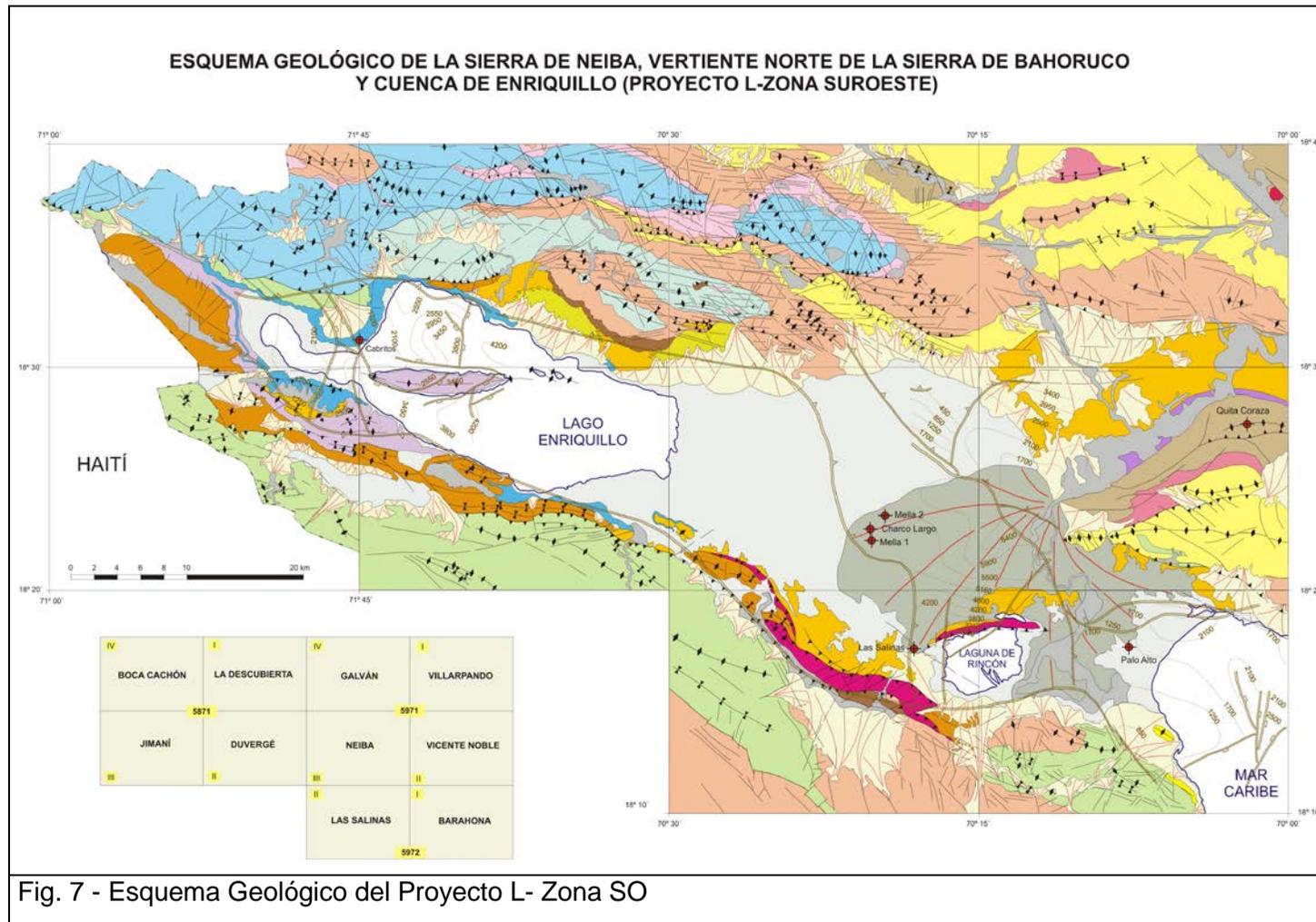
publicación de Mann et al. (1999) por lo que supone de puesta al día del estado de conocimiento de la cuenca de Enriquillo a partir de datos anteriores y de una revisión de la geología del subsuelo utilizando la antigua sísmica de la Canadian Oil Company; también a tener en cuenta, es el trabajo de Pubellier *et al.* (2000), sobre la evolución estructural del sector meridional de La Española con citas específicas a la zona de estudio y su entorno

Por último cabe mencionar los trabajos realizados en la zona o próxima a ella, dentro del mismo Programa SYSMÍN en el que se encuadra el presente proyecto: el de mayor importancia, por lo que de continuidad tiene con éste, es el Proyecto C de Cartografía Geotemática, realizado por el consorcio IGME-PROINTEC-INYPSA en el periodo 1997-2000; también de gran interés por su aplicación a los aspectos hidrogeológicos de la región, es el Estudio Hidrogeológico Nacional-Valle de Neiba (Acuater, 2000); y por su aportación al conocimiento de la principal explotación de yesos de la región, hay que citar el Estudio de los Depósitos de Yesos de La Salina (Prointec 1999)

2. ESTRATIGRAFÍA

La presente Hoja, a escala 1:50.000, de La Salina está cubierta por depósitos del Cretácico Superior al Cuaternario, esencialmente de origen sedimentario, que pueden agruparse según dos grandes dominios estructurales:

- La sierra de Bahoruco constituida por una potente serie carbonatada marina, con ocurrencia basáltica, del Cretácico Superior al Mioceno.
- La cuenca de Enriquillo constituida por materiales del Plioceno al Cuaternario que evolucionan de marinos a continentales y que se apoyan en los anteriores.



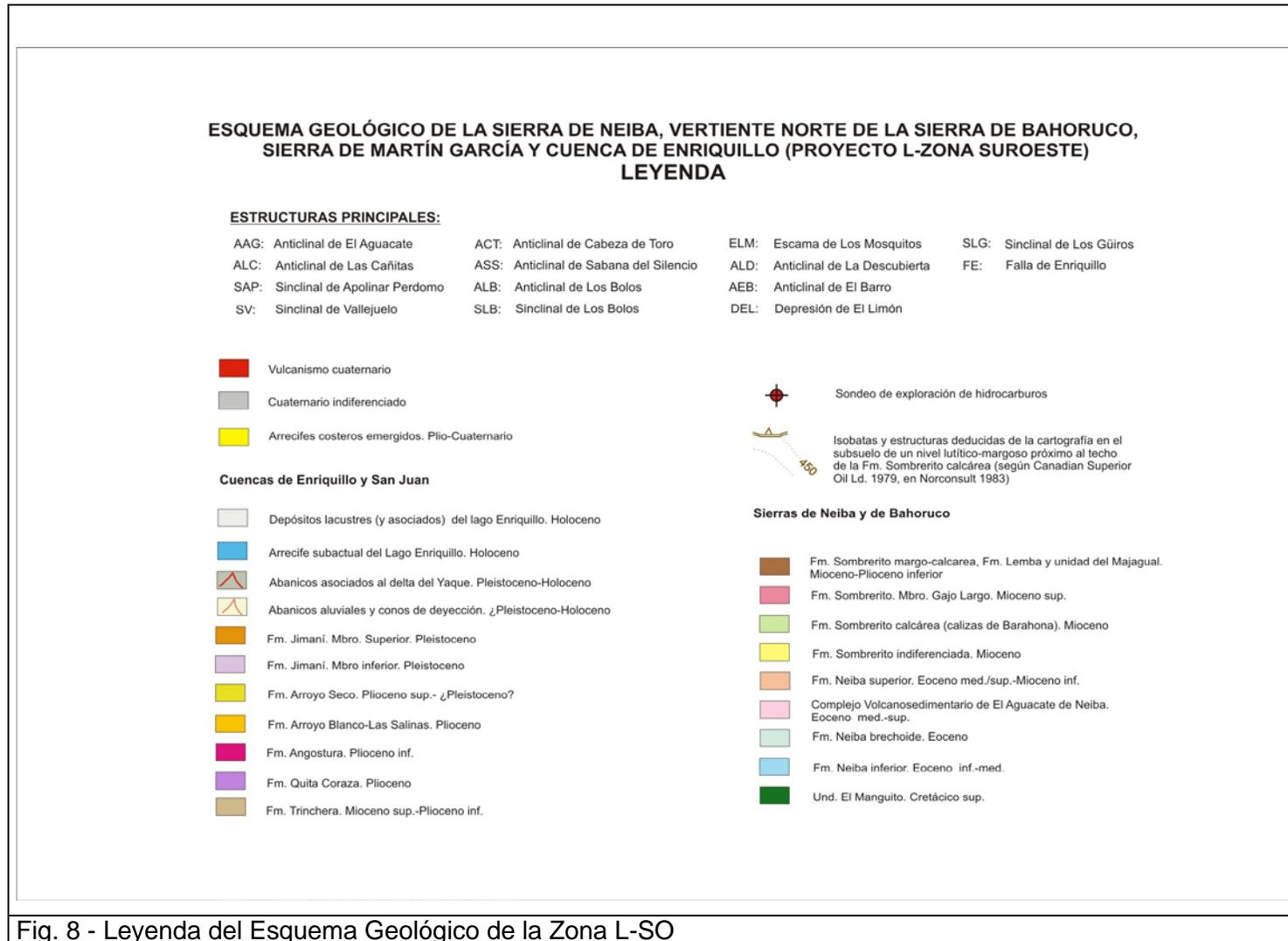


Fig. 8 - Leyenda del Esquema Geológico de la Zona L-SO

2.1. Cretácico : Fm. Dumisseau-La Ciénaga

El Cretácico ha sido descrito en el extremo sur de la Hoja de La Salina, continuando hacia el oeste por la Cañada sin nombre, que desemboca en Capa del Cielo, entre la Cañada del Higuero al oeste y Río Arriba, al este. Se localizó al tratar de identificar la anomalía magnética presente en este sector (que supone la presencia de un conjunto vulcanosedimentario, sin duda alguna mejor desarrollado al sur, en la vecina Hoja de Polo). Se distinguieron dos facies distintas: una sedimentaria (calizas grises) y otra, volcánica (brechas conglomeráticas basálticas). Este Cretácico corresponde con el descrito por primera vez con el nombre de Fm. Río Arriba por Llinás (1972).

Estas dos facies afloran en una zona boscosa y de difícil acceso por lo que el análisis de las relaciones estratigráficas o estructurales con las formaciones próximas no pudo establecerse. Sin embargo, tras el estudio de las fotos aéreas y de satélite, parecen aflorar a favor de una estructura anticlinal fallada y situarse estratigráficamente por debajo de la Fm. Neiba. Por otra parte, en ausencia de una cartografía detallada en la vecina Hoja de Polo, hacia el sur, es difícil decir con cuál formación regional pueden relacionarse estas facies. No obstante, la cartografía sintética realizada por Mann et al. (1991) atribuye las formaciones vulcanosedimentarias de este sector a la Fm. Dumisseau-La Ciénaga. Por lo tanto y en ausencia de una argumentación más pertinente, esta atribución será la considerada en el marco de este proyecto.

Los avances en la cartografía de esta región de la sierra de Bahoruco, y en particular hacia el sur, comenzando por la Hoja de Polo, permitirán precisar la naturaleza, la edad y la estructura de los complejos vulcanosedimentarios cretácicos de este sector, así como de sus relaciones con las formaciones carbonatadas más recientes.

2.1.1. Fm. Dumisseau - La Ciénaga (1) Calizas grises. Cretácico Superior (K₂)

Las calizas gris oscuro, con pátina gris claro, se presentan en bancos de algunos centímetros hasta 10 cm, muy fragmentados. La potencia de esta formación es de al menos 100 m.

Microscópicamente, se trata de una biomicrita bioturbada de tipo *wackstone*. Las litofases corresponden a pequeños cristales de feldspatos microlíticos, bien clasificados y repartidos en pseudoagregados visibles al ojo. Algunas Impregnaciones ferruginosas o ferromagnesianas diagenéticas, colorean localmente a la roca.

Se han identificado abundantes foraminíferos planctónicos: *Pseudoguembelina costulata* (CUSHMAN), *Gansserina gansseri* (BOLLI), *Gansserina viendenmayeri* (GANDOLFI), *Heterohelix sp.*, *Globotruncanella havanensis* (VOORWIJK), *Gublerina sp.*, *Planoglobulina acervulinoides* (EGGER) y *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny). También han sido identificados algunos foraminíferos bentónicos, tales como *Cibicidoides sp.* y *Nodosaria sp.* Por otra parte se han hallado algunos espumelarios y naselarios bastante comunes, así como escasos fragmentos de equinodermos (radiolas) y algunas espículas de esponja silíceas.

Desde un punto de vista bioestratigráfico, esta fauna corresponde al Cretácico Superior somital: Campaniano somital a Maastrichtiano. Apoyado por criterio negativo, se trata probablemente de la biozona de *Gansserina gansseri* (-73 Ma a -68,5 Ma) pero el intervalo de seguridad máxima es -73 Ma a -66 Ma.

Esta facies corresponde a un medio de depósito circalitoral distal a batial.

2.1.2. Fm. Dumisseau - La Ciénaga (2) Brechas conglomeráticas con cantos de basaltos y calizas. Cretácico Superior (K₂)

Las brechas conglomeráticas, basálticas, presentan elementos infracentimétricos a pluricentimétricos, con el 90% representado por basalto y el 10 % restante por una caliza beige, no identificada (ver foto 6 del Album de foto). La matriz, muy alterada, es basáltica. Los elementos de basaltos tienen forma redondeada en tanto los elementos de calizas, generalmente pequeños, son relativamente angulosos. Los bloques y gravas de basalto, provenientes de esta formación, son abundantes en la parte baja del afloramiento, en el cauce del río Arriba, en los alrededores de Los Saladillos; esto fue lo que permitió localizar el afloramiento fuente.

Microscópicamente se trata de un basalto vesicular, con clinopiroxeno. La alteración principal se marca por zeolitas (en reemplazo de la plagioclasa), actinolita y clorita/esmectita.

No pudo realizarse ningún análisis radiométrico, ni geoquímico, debido al pequeño tamaño de los elementos y a su alteración. Sin embargo, esta brecha basáltica parece estar encajonada por las calizas grises, descritas anteriormente. Indirectamente se le atribuye una edad al menos del Cretácico Superior.

Desde el punto de vista volcánico, esta brecha basáltica podría corresponder a la acumulación de escorias, en el borde de un edificio volcánico que funcionó en el Cretácico Superior y actualmente oculto, o situado un poco más al sur, en la Hoja de Polo.

2.2. Paleógeno – Mioceno

2.2.1. Fm. Neiba (Eoceno-Mioceno Inferior) .

2.2.1.1. Características generales

En este Proyecto, la Fm. Neiba ha sido estudiada particularmente por Hernaiz Huerta (2004) durante el levantamiento de las Hojas de Galvan y La Descubierta, donde aflora ampliamente; lo que ha permitido precisar su naturaleza, su edad y sus relaciones con las formaciones vecinas .

Las primeras referencias a la Fm. Neiba (en sentido amplio) se remontan a los trabajos pioneros de (Vaughan 1921) para el Servicio Geológico de los EEUU a quien se le debe la definición de la Fm. Plaisance, en dominios equivalentes a la sierra de Neiba en Haití. A partir de esta primera denominación, dos décadas después, el equipo de la Dominican Seaboard Oil Company (especialmente Dohm, 1941, 42; Arick 1940; Wallace 1947, recopilados en Bermúdez 1949) establece, para el Paleógeno de la sierra de Neiba y de Bahoruco, una estratigrafía integrada por las Fms. calcáreas Plaisance, en la base, Neiba, y, a techo, Sombrerito, esta última considerada de edad Oligoceno hasta fechas recientes.

- Los autores que trabajaron durante las décadas de los 70 y 80, en ambos dominios e incluso en la exploración de hidrocarburos de la cuenca de Enriquillo, han mantenido

esta estratigrafía, con diversas modificaciones y precisiones de edades (Llinás 1972; Bourgois et al. 1979; Breuner 1985; Canadian Oil Company 1979; Norconsult 1983). No obstante, en las publicaciones de síntesis más recientes se observa una tendencia a emplear la denominación Neiba, en sentido amplio, para nombrar estas formaciones, lo que sin duda es consecuencia de los problemas de correlación entre ambas sierras (García y Harms 1988; Mann et al 1991).

La Fm. Neiba no es exclusiva de estos dominios ya que también aflora en el extremo occidental del Cinturón de Peralta, en posición frontal, cabalgando hacia el sur sobre la cuenca de San Juan. En este cinturón, la Fm. Neiba coincide en edad, al menos en parte, con la Fm. Jura, bien datada como Eoceno Medio, circunstancia que ha sido aprovechada por algunos autores para proponer, pese a su desconexión cartográfica, la posible correlación entre ambas formaciones (Díaz de Neira 2000 a y b; Hernaiz Huerta 2000 b). Por otra parte, en el informe de la cartografía geológica del cuadrante a escala 1:100.000 de San Juan, García y Harms (1988) señalan diferencias en la edad de la Fm. Neiba, dependiendo de su adscripción al cinturón de Peralta, donde le dan un rango de edad entre el Paleoceno y el Oligoceno, o al dominio de la sierra de Neiba, donde sería más moderna con un rango entre el Eoceno Medio y el Mioceno Inferior. Las dataciones realizadas en las Hojas de Bánica y Arroyo Limón pertenecientes al Proyecto K de cartografía geológica, sin embargo asignan a esta formación al Eoceno, más concretamente al Eoceno Medio-Superior (Sanz y Soler 2004; Bernárdez y Soler 2004).

En cuanto al Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate, su nueva denominación en el trabajo de las Horas Galván y La Descubierta (sierra de Neiba), surge de la necesidad de dar entidad a una serie compleja de litologías volcánicas y sedimentarias que, con una continuidad cartográfica mucho mayor que la hasta ahora citada, ha servido a su vez de referencia para definir la estratigrafía de la Fm. Neiba. La cartografía de las Hojas de Galván y La Descubierta ha puesto de manifiesto la conexión de la mayoría de los afloramientos de materiales volcánicos previamente reseñados en la sierra (Bourgeois et al. 1979; Breuner 1985; García y Harms 1988); o su atribución al mismo intervalo estratigráfico. Al mismo tiempo, se ha podido constatar el acuñamiento y presencia esporádica, hacia el sur, de este conjunto, lo que, unido a unas particulares condiciones de afloramiento de la Fm. Neiba, ha impedido mantener la mencionada separación de Neiba inferior y Neiba superior, y en su lugar se ha establecido un conjunto carbonatado indiferenciado con un aspecto brechoide característico, pero de origen incierto, cuya correlación con estas formaciones no se ha podido realizar con precisión. Entre las citas previas a este conjunto, cabe destacar la datación absoluta del mismo, en la localidad de El Aguacate, por el método K/Ar en 52.7 Ma, edad que, en términos generales, es consecuente con la determinada por métodos paleontológicos en este mismo trabajo y en trabajos previos.

Dentro de este conjunto se ha separado una unidad predominante de brechas volcánicas y tufitas, entre las que se intercalan niveles, a veces con entidad cartográfica, de basaltos y andesitas. Coexisten con estas litologías netamente volcánicas intervalos de origen sedimentario, formados por calcarenitas laminadas y margas, por una alternancia de calizas, margocalizas y margas y brechas volcánicas, o por conglomerados y brechas polimícticas que alternan con tobas, brechas volcánicas grauvacas y calizas.

2.2.1.2. La Fm. Neiba de la Hoja de La Salina (3) Calizas tableadas con intercalaciones de sílex. Eoceno – Mioceno Inferior (P₂ - N₁¹)

En la Hoja de La Salina la Fm. Neiba cubre la mayor parte de la esquina SO. En este sector, llamado Los Pinos por su bosque de pinos, los afloramientos son muy escasos y los accesos, se realizan difícilmente a lomo de caballería o a pie, a partir de la Cañada El Cañaverál.

Esta formación se encuentra también en la Loma La Jo. Los accesos se hacen o bien a pie , a partir de los arroyos que nacen en las vertientes NE, NO y oeste, o bien por la carretera que empieza en la extremidad de la esquina SE de la Hoja y sube rápidamente hasta la cima de la Loma La Jo, donde están instaladas varias antenas de telecomunicación.

La Fm. Neiba aflora también entre estos dos sectores, en la Loma Vieja y La Loma del Guano, donde se acceda a pie o a lomo de caballería, siguiendo los arroyos.

A continuación se describen los dos principales sectores donde se encuentra la Fm. Neiba.

2.2.1.2.1. Sector de Los Pinos : Calizas tableadas.

En el sector de Los Pinos, hasta la extremidad de la esquina SO de la Hoja de La salina y en la Cañada de Cuanos, en la ladera norte de la Sierra, son escasos los afloramientos y generalmente de débil extensión, lo que no permite una descripción detallada de la formación. Se trata, sin embargo, de calizas tableadas de color crema, con pátina gris claro, en ocasiones rosáceo y brechoide. Están organizadas en bancos, que van desde algunos centímetros hasta 20 cm (ver foto 7 del Album de fotos), raramente de 1 m de potencia. En las zonas llanas se observa una alteración kárstica con lapiaz.

Microscópicamente, se trata de biomicritas a biosparitas arcillosas, a biopelmicrosparitas a biopelmicritas. Estas facies presentan una estructura heterogénea, a menudo porosa y bioturbada, generalmente con textura de *wackestone* a *grainstone* o *bounstone*.

La biofase muestra con frecuencia una actividad eubacteriana subrayada por la fuerte micritización de ciertas playas, y la presencia de fragmentos de coralináceas melobesias, equinodermos, gasterópodos, lamelibranquios, hexacoraliarios, corales y briozoarios. Los foraminíferos planctónicos están ausentes. Los foraminíferos bentónicos corresponden generalmente a una asociación del **Eoceno** y en ocasiones con mayor precisión del Eoceno Medio con *Spirulina sp.*, *Lituonella sp.*, *Dictyoconus americanus* (Cushman), *Discorinopsis sp.* y abundantes Miliolidae. Una muestra corresponde todavía con más exactitud al **Eoceno Medio terminal** con presencia de *Fallotella cookei* (Moberg), *Coskinolina floridana* (Cole) y *Discorinopsis sp.*

Estas muestras corresponden a medios de depósito que varían entre una plataforma interna en un entorno infra-litoral proximal o de plataforma arrecifal.

Se debe mencionar también la presencia de litruditas, con estructura heterogénea, microconglomerática y textura de tipo *wackestone*. Los litoclastos son angulosos y redondeados. Frecuentemente corresponden a una biomicrosparita del Eoceno, con grandes y abundantes foraminíferos bentónicos, de talla comprendida entre 0,1 mm y 2 cm. Algunos litoclastos, de dolosparita azoíca y de micrita oscura pobre en bios, han sido igualmente observados.

La biofase de estas muestras presenta trazas de actividades eubacterianas con la fuerte micritización alrededor de la mayoría de los bioclastos e intraclastos y la presencia de algas coralináceas. Han sido observados también algunos fragmentos de equinodermos, lamelibranquios, ostrácodos, gasterópodos y corales. Los foraminíferos observados en los clastos son únicamente bentónicos, fracturados y rodados. Se trata de una asociación de *Discorinopsis sp.*, *Coskinolina floridana* (Cole), *Fallotella cookei* (Moberg), *Peneroplis sp.* que corresponde al Eoceno Medio somital (Bartoniano). Esta muestra pertenece a un medio de depósito de plataforma muy interna en un ambiente medio-litoral a supra-litoral.

2.2.1.2.2. Sector de Loma La Jo : Calizas tableadas con sílex.

En la Loma La Jo , se trata de una caliza de color crema, con pátina gris beige. Está organizada en bancos de 10 a 40 cm de potencia y con frecuencia contiene numerosos sílex de color marrón, ya sea en intercalaciones pluricentimétricas, ya sea en bloques pluricentimétricos a pluridecimétricos, alargados paralelamente a la estratificación. Las intercalaciones margosas son escasas y no sobrepasan de algunos centímetros de potencia (ver fotos 9,10 y 11 del Album de fotos).

Microscópicamente presentan una textura *wackestone* y corresponden a biomicritas arcillosas, pelmicritas arcillosas o biopelmicritas. La estructura es heterogénea, bioturbada y en ocasiones con trazas de madrigueras, figuras de corrientes y microporosidad por disolución secundaria.

La biofase está representada esencialmente por foraminíferos planctónicos y bentónicos, cuyas tres asociaciones de edades diferentes fueron identificadas, con de techo a muro:

- la primera asociación (muestra NN-9220) contiene *Globigerina sp*, *Globigerinoides cf. bisphaericus (Todd)*, *Globigerinoides sp*, *Bolivinidae*, *Buliminidae* y *Miogypsina sp*. Se trata de una fauna del **Mioceno Inferior (Burdigaliano)**, equivalente de la biozona de foraminíferos planctónicos M4b o cronoestratigráficamente de edad -16,8 Ma a -16,4 Ma.
- la segunda asociación (muestra NN-9208) contiene *Globigerina spp.*, *Globorotalia sp.*, *Globigerinoides sp.*, *Orbulina universa d'Orbigny*, *Globoquadrina altispira altispira (Cushman § Jarvis)*, *Claratorella sp*, *Globigerinoides trilobus (Reuss)*, *Bolivinidae*, *Nodosaridae*, *Rotaliidae* y *Amphistegina sp*. en fragmentos muy escasos. Es una fauna del **Mioceno Medio al Plioceno Medio (Serravaliano a Piacenziano)**, equivalente de las biozonas de foraminíferos planctónicos M9 a PL5 *pro parte*.
- la tercera asociación (muestra NN-9202) contiene *Globigerina sp.*, *Globorotalia cf. merotumida (Blow & Banner)*, *Orbulina universa d'Orbigny*, *Globorotalia sp.*, *Globigerinoides sp.*, *Globoquadrina altispira altispira (Cushman § Jarvis)*, *Brizalina sp.*, *Rotaliidae* y *Bulimina sp*. Es una fauna del **Mioceno Superior al Plioceno Inferior (Messiniano a Zancleano)**, equivalente de la biozona de foraminíferos planctónicos PL1 o cronoestratigráficamente de edad -5,6 Ma a -4,15 Ma.

También se observaron en estas muestras: espumellarios, espículas silíceas, espículas de siliespongiarios, escasos fragmentos de ostrácodos, equinodermos, crustáceos y microgasterópodos.

Para el conjunto de estas muestras, el medio de depósito corresponde a una cuenca batial, en ocasiones con elementos de plataforma retrabajados, incluyendo elementos arrecifales.

En la Cañada de El Higuero, en la ladera oeste de La Loma La Jo, puede observarse la misma serie con edades que varían entre las horquillas Oligoceno Inferior-Mioceno Inferior a Mioceno Medio-Plioceno Medio (muestras NN-9383 a NN-9390).

Implicación cronoestratigráfica:

Las edades de las muestras de las vertientes de la Loma La Jo, con horquillas de edades del Mioceno Inferior al Plioceno Medio, implican un rejuvenecimiento de la Fm. Neiba, en el sector de la sierra de Batoruco, en relación con la sierra de Neiba. Por otra parte el paso entre las Fms. Neiba y Sombrerito parece ser progresivo, entre una serie de calizas tableadas con o sin sílex y una serie masiva.

La base de la Fm. Neiba no se ha observado en las Hojas de La Salina y Neiba, pero su potencia total sobrepasa probablemente varios cientos de metros. Se estima en al menos 1000 a 1500 m en la sierra de Neiba.

2.3. Neógeno

2.3.1. : Fm. Sombrerito.

2.3.1.1. Características generales

En este Proyecto, la Fm. Sombrerito ha sido estudiada muy particularmente por Diaz de Neira (2004) durante el levantamiento de las Hojas de Villarpando y Barahona, donde aflora ampliamente; lo que ha permitido precisar su naturaleza, su edad y sus relaciones con las formaciones vecinas .

Frente al gran confusionismo general que se observa en la bibliografía existente en relación con la nomenclatura de las formaciones neógenas, se aprecia una gran unanimidad con respecto a la asignación a la Fm. Sombrerito del potente conjunto margoso con intercalaciones carbonatadas que aflora en amplias zonas de las sierras de Neiba y Martín García sobre la Fm. Neiba y atribuido al Mioceno. Su denominación se atribuye a Olsson (en Bermúdez, 1949) en relación a la alternancia de niveles calcáreos y margosos que afloran en el arroyo del mismo nombre.

En dichas sierras aparece como una monótona sucesión rítmica de más de 500 m de espesor de margas entre las que se intercalan niveles decimétricos de calcarenitas y calizas, que localmente pueden adquirir espesores de orden decamétrico, dando lugar a destacados resaltes morfológicos en el relieve; en la cuenca de Azua se reconocen facies similares, aunque los niveles calcáreos parecen alcanzar un mayor desarrollo (Díaz de Neira, 2000). En cualquier caso, este enriquecimiento calcáreo, a expensas del contenido margoso, adquiere su máxima expresión en la sierra de Bahoruco, donde los materiales miocenos aparecen como un potente conjunto de calizas, intensamente karstificadas, estratificadas en bancos gruesos, perdiéndose el aspecto típico de la formación, por lo que se sugiere la denominación de Mb. Calizas de Barahona (de la Fm. Sombrerito) para el conjunto calcáreo dispuesto sobre la Fm. Neiba en la sierra de Bahoruco. Facies similares a las de esta sierra han sido reconocidas en el sector occidental de la de Neiba.

Si bien el corte de Cabeza de Toro (Hoja de Villarpando, 5971-I) permite una descripción más o menos precisa de la Fm. Sombrerito para el sector oriental de la sierra de Neiba, con diferenciación de tres tramos, no ocurre lo mismo en el sector septentrional de la sierra de Bahoruco, donde la ausencia de cortes de cierto detalle y la notable uniformidad del conjunto han provocado la representación del Mb. Calizas de Barahona como un solo tramo que agrupa una monótona sucesión de calizas tableadas y, más frecuentemente, en bancos gruesos, cercana a 500 m de potencia.

La precariedad de los afloramientos de esta sierra ha imposibilitado la observación de su base y por tanto la naturaleza de su contacto con la Fm. Neiba, pese a lo cual parece de naturaleza concordante; no obstante, ha sido señalada la presencia de un nivel conglomerático en la base de la formación (Llinás, 1972), sugiriendo la existencia de una discontinuidad entre ambas formaciones. Tampoco ha sido posible la observación del techo de la unidad, ya que el contacto con las formaciones neógenas de la cuenca de Enriquillo

(Fms. Lemba, Angostura, Arroyo Blanco-La Salina y Jimaní) parece de naturaleza tectónica en todos los casos.

2.3.1.2. Fm. Sombrerito en la Hoja de La Salina

2.3.1.3. Fm. Sombrerito. Mb. Barahona. (4) Calizas masivas beige. Mioceno-Plioceno (N₁₋₂).

En la Hoja de La Salina el Mb. Barahona de la Fm. Sombrerito aflora en la vertiente norte de la sierra de Bahuco. No se encuentran cortes detallados permitiendo un detalle de la sucesión de la unidad.

Se trata de un conjunto de calizas en bancos masivos, de color beige en roca fresca y patina gris con la meteorización (ver fotos 4 y 12 del Album de fotos).

Al microscopio, la facies dominante es una biomicrita, de estructura heterogénea, donde la bioturbación es importante. La textura es de tipo "wakestone". La biofase está constituida por foraminíferos planctónicos, radiolarios, menos frecuentemente fragmentos de metazoarios y escasamente foraminíferos bentónicos.

La muestra (NN9169) contiene la siguiente asociación de foraminíferos planctónicos, atribuyendo una edad Mioceno Superior a Plioceno Medio (- 8,3 a -2,6 Ma) : *Orbulina bilobata* (d'ORBIGNY), *Globigerinoides* sp., *Globigerinoides obliquus extremus* BOLLI & BERMUDEZ, *Globigerinoides sacculifer* (BRADY), *Orbulina universa* d'ORBIGNY, *Globigerina* sp., *Sphaeroidinellopsis* sp., *Globoquadrina altispira altispira* (CUSHMAN & JARVIS), *Globorotalia scitula scitula* (BRADY).

La muestra (NN9170) contiene una asociación de foraminíferos planctónicos del Plioceno Inferior (Zancliano) (- 4,15 a - 3,55 Ma): *Sphaeroidinellopsis* sp., *Orbulina universa* d'ORBIGNY, *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN, *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Globigerinoides sacculifer* (BRADY), *Globoquadrina dehiscens* (CHAPMAN, PARR & COLLINS), *Globorotalia margaritae margaritae* BOLLI & BERMUDEZ, *Sphaeroidinella* cf. *dehiscens* (PARKER & JONES), *Globigerinoides obliquus extremus* BOLLI & BERMUDEZ.

Localmente las calizas son arrecifales , recristalizadas (muestra 9343) con madreporarios coloniales subrayando la presencia de una plataforma puntualmente arrecifal, al norte de la

cual se ubica la llanura submarina, representada por la Fm. Sombrero con las facies de la Sierra de Nieba I

En la Hoja de Jimaní, durante este proyecto (García Senz, 2004), de la asociación paleontológica se concluye que la formación incluye con seguridad los pisos Oligoceno y Mioceno, aunque el rango máximo de edad se extiende entre el Eoceno Medio y el Plioceno. Los estratos datados del Oligoceno se hallan en el sur de la sierra, a lo largo de la frontera con Haití, mientras que el borde norte de la sierra es de edad más reciente, Mioceno y tal vez Plioceno.

La potencia de la formación se estima a al menos 500 m, al sur de la Hoja de La Salina. El sondeo Cabritos-1 atravesó 1500 m de dicha formación, y hacia el NO, PROINTEC la estima a 3000 m.

2.3.2. Fm. Lemba (nov. nom.) (5) Margas con intercalaciones de calizas arcillosas blancas. Mioceno Superior-Plioceno Inferior (N₁₋₂)

La Fm. Lemba (nov. nom.) no está descrita en la literatura. Corresponde a una formación bien diferente, desde el punto de vista litológico, de las demás formaciones presentes en esta Hoja y que se debe individualizar, no obstante su extensión ser muy limitada. Está expuesta al este del pueblo de Lemba, al sur de La Salina y de la Loma de Sal y Yeso, en un sector llano, en medio de los relieves. Con esta formación, también se relacionan pequeños afloramientos, situados a lo largo de la carretera, en los taludes en el pueblo de Los Saladillos.

Al afloramiento, los bancos, métricos a plurimétricos, de calizas arcillosas de color blanco,; están verticalizados y bien subrayados por la erosión (ver foto 13 del Album de fotos). Estas capas presentan una red relativamente densa de fisuras con relleno de cuarzo blanco opalescente (calcedonia probable) y yeso bien cristalizado.

Las calizas están separadas por depresiones sin afloramiento, correspondiendo a intervalos más margosos, de potencia decamétrica.

En ausencia de una datación precisa, es difícil situar estratigráficamente la Fm. Lemba en relación con otras formaciones. En una primera aproximación, podría corresponder al techo

de la Fm. Sombrerito o a un equivalente de la Fm. Trinchera, formación de margas verdes descrita encima de la Fm. Sombrerito, en el sondeo petrolífero Charco-Largo.

Al microscopio (muestra NN-9106) los bancos de calizas arcillosas corresponden a micritas arcillosas con una fracción detrítica bastante importante. La estructura es heterogénea, microbréctica, y la textura de tipo wakestone.

La litofase contiene fragmentos de basaltos, cristales de plagioclasa piroxeno, olivino, magnetita y fragmentos de calizas biomicríticas, con foraminíferos planctónicos y microesparita de plataforma.

La biofase es fracturada y probablemente retrabajada, lo que no permite precisar más que Mioceno Medio a Plioceno.

El medio de depósito es cercalitoral o marino más distal.

2.3.3. Plioceno

El Plioceno de la cuenca de Enriquillo está representado por varias formaciones detríticas y evaporíticas que pueden diferenciarse en dos grupos.

Al norte y al este de la cuenca de Enriquillo, el Plioceno está representado por una única formación predominantemente detrítica, la Fm. Arroyo Blanco.

Al sur de la Cuenca, en las Hojas de La Salina y Neiba, el Plioceno corresponde a dos formaciones muy diferentes : la Fm. Angostura, evaporítica, del Plioceno Inferior, y la Fm. La Salina, detrítica, del Plioceno Medio a Superior.

2.3.3.1. Fm. Angostura (6) Yeso en capas masiva con niveles de margas y areniscas finas **Plioceno Inferior (N₂¹)**

En la Hoja de La Salina, el Plioceno Inferior está representado por la Fm. Angostura, esencialmente evaporítica. Ocupa la totalidad de la Loma de Sal y Yeso, pequeña elevación montañosa, con altura máxima de 256 m y de dirección NO-SE, que separa los altos relieves de la sierra de Bahoruco de la cuenca de Enriquillo y de la laguna del Rincón. La

Fm. Angostura ocupa también la terminación SE de los Cerros de Bermesi al NO de la Hoja, y una gran parte de los Cerros de Cristóbal, al norte de la laguna del Rincón.

Las primeras descripciones de esta formación son de Condit, Ross y Vaugham (1921) que definen el grupo Cerros de Sal. Su actual denominación fue propuesta por Dohm (1942) tomando el nombre del pueblo situado en la Hoja La Salina, en el extremo Noroeste de la Loma de Sal y Yeso.

Posteriormente la formación ha sido estudiada, en trabajos paleontológicos, por Bold (1975), en estudios estratigráficos y sedimentarios, por McLaughlin et al. (1991) y Mann et al. (1999) y desde un punto de vista general, por su importancia económica, por el Proyecto F (Programa de desarrollo geológico-minero, SYSMIN, 1999).

Existen numerosos afloramientos en la Loma de Sal y Yeso, así como en Los Cerros de Bermesi y Los Cerros de Cristóbal. Estos afloramientos son cortes naturales, como los que se encuentran a lo largo de la carretera que atraviesa totalmente la Loma de Sal, a lo largo del río Lemba, al sur de La Salina; otros, sin embargo, resultan de los numerosos trabajos mineros antiguos o actuales.

En todos los afloramientos la formación aparece muy deformada en razón de la gran ductilidad de las evaporitas (pliegues, fallas, cabalgamientos, repeticiones de series, diapirismo local, etc.) lo que no permite por tanto, una descripción estratigráfica continua.

Por contra, los numerosos sondeos petrolíferos que han sido realizado en la cuenca de Enriquillo, donde las formaciones están poco deformadas, han permitido un buen reconocimiento litológico. En particular el sondeo Charco Largo 1 ha sido recientemente re-estudiado, desde un punto de vista estratigráfico y micropaleontológico, y sus resultados publicados en Mann et al. (1999).

La Fm. Angostura, está constituida por capas masivas, de espesor pluridecimétrico a plurimétrico, con geometría tabular y una extensión lateral discontinua. Se trata en general de capas de yeso, traslucido a lechoso, o de halita, que alternan con capas de lutitas verdosas o de lutitas yesíferas. La Anhidrita es poco abundante. Localmente aparecen niveles de margas, de margas carbonatadas y de areniscas finas (ver fotos 14 y 15 del Album de fotos).

Microscópicamente, las fácies más frecuentes corresponden a una evaporita arcillosa con textura wackstone, en las que los minerales evaporíticos, yeso y anhidrita, aparecen generalmente en cristales alargados y organizados en niveles en alternancia con niveles delgados de minerales arcillosos. En ciertas fácies, los minerales arcillosos marcan, a veces, los contactos estilolíticos. En esta fácies, la anhidrita presenta una textura granoblástica (mosaica); que corresponde a un grado de deformación bajo.

En el sondeo Charco Largo 1, Mann et al. (1999) describen, dos “sills” de diorita con hornblenda, de varios metros de potencia, en la parte central de la formación. Estos “sills” se relacionan con un volcanismo basáltico alcalino en el Plioceno Superior-Pleistoceno.

Además, los contactos con las formaciones infra y suprayacentes son tectónicos y no permiten observar las relaciones estratigráficas entre las diferentes unidades.

La potencia de la formación es difícil de precisar. Según los autores, puede variar desde 175 m hasta 1800 m en la Loma de Sal y Yeso, diferencia que resulta de las complicaciones tectónicas. Lo mismo ocurre en el sondeo de Charco Largo 1, que intercepta la Fm. Angostura a lo largo de 1562 m., pero en coincidencia con una pequeña estructura diapírica, que aumenta el espesor de la unidad. Sin embargo, a partir de los perfiles sísmicos, realizados en la cuenca de Enriquillo, se puede estimar un espesor del orden de 1000 m, en la parte más potente de la formación, al norte de la Loma de Sal y Yeso.

Desde un punto de vista económico, esta gran potencia convierte a la formación evaporítica en un yacimiento gigante de yeso.

Lateralmente, hacia el este, el norte y el oeste la formación pierde potencia, aumentando su carácter detrítico y pasando lateralmente a la Fm. Arroyo Blanco. Se puede por tanto, poner en relación la Fm. Angostura y los depósitos yesíferos de la Fm. Arroyo Blanco que afloran en el flanco NE de la cuenca de Enriquillo (Hoja de Vicente Noble).

Las muestras analizadas durante el trabajo han resultado azoicas. Sin embargo los trabajos paleontológicos de Bold (1975) han atribuido una edad Mioceno terminal o Plioceno basal, en base a la presencia de *Paracypris sp.*, *Cyprideis subquadraregularis*, *Cyprideis pascagoulaensis*, *Cativella Navis* y *Xestoleberis torquata* encontradas en algunas muestras de la Fm. Angostura. Además, Mann et al. (1999) le han atribuido una posición

cronoestratigráfica correspondiente a la parte superior del Plioceno Inferior, en base a la asociación de ostrácodos *Cyprideis salebrosa* y *Cyprideis mexicana*. De manera general la Fm. Angostura se admite, hoy día, como perteneciente al Plioceno Inferior.

La litología de las muestras y la naturaleza evaporítica general de la formación sugieren un medio de depósito marino marginal, en el que los movimientos del agua están reducidos por una pequeña variación de espesor de agua en un medio, más que probable, de tipo sebka.

La presencia de *Cyprideis subquadraregularis*, *Cyprideis pascagoulaensis*, así como la de foraminíferos tales como *Elphidium sp.*, *Ammonia sp.* indican un ambiente hipersalino o salobre (Bold 1975., Mann et al., 1999). Sin embargo, *Cyprideis salebrosa* corresponde a un ambiente de baja salinidad y *Archaias* encontrado en ciertos afloramientos por Mann et al. (1999) sugiere un ambiente de tipo con algas *Thalassia* de mar poco profundo. Estos datos llevan a considerar un medio globalmente evaporítico en el que las variaciones significativas de salinidad han tenido lugar, probablemente, por conexiones temporales con un medio marino abierto (Mann et al. 1999).

2.3.3.2. Fm. La Salina (7) Calizas masivas ("Razorback Ridge") y (8) Lutitas grises y rojas con intercalaciones de areniscas y escasos bancos de calizas .Plioceno Medio-Superior (N₂²⁻³) :

En la Hoja La Salina, el Plioceno Medio-Superior está representado por la Fm. La Salina. Se trata de una formación esencialmente detrítica que aflora en la parte norte de la Loma de Sal y Yeso, entre la Fm. Angostura y los depósitos cuaternarios de la cuenca de Enriquillo. La Fm. La Salina ocupa también una parte de los Cerros de Cristóbal, al norte de la laguna del Rincón.

Su actual denominación fue propuesta por Cooke, Condit y Ross (1921) tomando el nombre del pueblo situado en la Hoja La Salina, objeto de este trabajo, al Noroeste de La Loma de Sal y Yeso. Posteriormente la formación ha sido estudiada en trabajos sedimentológicos, estratigráficos y paleontológicos por Dohn (1942), Bermúdez (1949) Boyd (1968), Llinas (1972), Bold (1975), McLaughlin et al. (1991) y Mann et al. (1999).

Existen numerosos afloramientos que permiten una descripción detallada y homogénea de toda la formación. Al norte de la Mina de Sal, el arroyo del Pozo permite observar la base y

una gran parte de la formación, a partir del contacto con la Fm. Angostura infrayacente. Al norte y al este del pueblo de La Salina existen dos antiguas canteras que facilitan la observación de la parte superior de la formación, al igual que en la carretera principal, en el punto del Cerro de Escoba.

Además, los numerosos sondeos petrolíferos que han sido realizados en la cuenca de Enriquillo permiten también un buen reconocimiento litológico de esta formación. En el sondeo Charco Largo-1 la Fm. La Salina ha sido cortada sobre 2182 m.

2.3.3.2.1. Fm. La Salina (7) Calizas masivas ("*Razorback Ridge*") Plioceno Medio (N₂²)

En la Loma de Sal y Yeso, en el contacto con la Fm. Angostura, la base de la Fm. La Salina está constituida por un banco masivo de caliza arenosa de 3 m. de potencia, muy resistente a la erosión. Este banco aflora verticalizado o con un buzamiento muy fuerte dándole una morfología en cresta que destaca notablemente en el paisaje. Fue denominado *Razorback Ridge* por Mann et. al (1999) (ver foto 3 del Album de foto). Este nivel basal es muy rico en restos de conchas y presentan una laminación cruzada sigmoidal unidireccional. La superficie del banco muestra igualmente "*ripples marks*" simétricos bien visibles.

En el sondeo Charco Largo -1 la base de la Fm. La Salina está representada por un banco de 4.6 m. de calizas blancas (Mann et al., 1999).

Microscópicamente y según los afloramientos, se trata de una biomicrita a bioesparita cuarzosa o bien de una oolitoesparita. Esta fácies es generalmente muy rica en oolitos y en granos de cuarzo, feldespato, opacos y a veces olivino alterado. La biofase contiene igualmente numerosos fragmentos de gasterópodos, equinodermos, lamelibranquios, briozoarios y algas coralíneas. Los foraminíferos identificados en las muestras han sido : *Globigerina sp.*, *Globigerinoïdes sp.*, *Globorotalia sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Elphidium sp.*, *Bolivina sp et Brizalina sp.* . No han permitido precisar la edad de este nivel.

2.3.3.2.2. Fm. La Salina (8) Lutitas con intercalaciones de areniscas, escasos bancos de calizas y conglomerado al techo. Plioceno Medio-Superior (N₂²⁻³)

A continuación, se deposita una potente sucesión de lutitas grises y rojas con intercalaciones decimétricas a métricas de areniscas grises, verdes y rojas con bases

canalizadas y laminaciones cruzadas (ver foto 16 del Album de fotos). Escasos bancos de calizas o de conglomerados se intercalan en esta sucesión. El comportamiento diferencial a la erosión entre estas capas da lugar a un relieve de colinas alargadas y de valles paralelos a la dirección de La Loma de Sal y Yeso. En el sondeo Charco Largo 1, se ha cortado un banco de evaporita de aproximadamente 500 m. por encima del nivel de base (Mann et. al., 1999).

La serie finaliza con un tramo margo-conglomerático gris con intercalaciones de areniscas y numerosas lumaquelas y corales en posición de vida. Este último tramo puede disponerse en discordancia sobre los tramos infrayacentes que parecen sufrir un fuerte acuñamiento en dirección este. Los niveles conglomeraticos dan lugar a las últimas crestas en el paisaje antes de los depósito del Pleistoceno, y han sido explotados en canteras para proveer grava.

Los trabajos paleontológicos de Bermúdez (1949), Bold (1975) y de Mann et al., (1999) han permitido el reconocimiento de numerosos foraminiferos tales como: *Discorbis hoffi* Bermúdez, *Streblus Mineacea* Bermúdez, *Streblus Becarií*, *Elphidium delicatulum* Bermúdez, *Bairdia* sp., *Cypreideis Salebrosa*, *Cypreideis similis*, *Cyprdeis Subquadrangularis*, *Cypreideis Pascagoulaensis*, *Orionina Serrulata*, *Redimella Confragosa* y *Catirella Navis*. Esta fauna permiten datar a la formación como Plioceno Medio a mas joven.

La Fm. La Salina se interpreta como formada en un medio deposicional deltaico de tendencia progradante en un marco paleogeográfico complejo. El nivel de base calizo, Razorback Ridge, es interpretado como la base de depósito transgresivos marinos sobre la Fm. evaporítica de Angostura. Se trata de un medio de alta energía, probablemente infralitoral.

La continuación de la serie indica un aumento de la influencia marina. La abundancia de areniscas indica un complejo deltaico en mar poco profundo. La llanura deltaica presenta canales maréales y fácies relacionadas, así como canales de drenaje de carácter fluvial. Además, en la parte superior, la presencia de las calizas coralinas indican un ambiente arrecifal con predominancia siliciclásticas. Las facies conglomeraticas indican una cierta proximidad de los aportes (calizas de la sierra de Bahoruco).

2.4. Cuaternario

El Cuaternario está subdividido en 2 grupos con, al Pleistoceno, la Fm. Jimaní y al Holoceno, todos los depósitos superficiales.

2.4.1. Fm. Jimani. Pleistoceno

2.4.1.1. Características generales

El Pleistoceno está representado por la Fm. Jimaní. Se trata de una formación con predominancia carbonata o detrítica que aflora a lo largo de la Loma de Sal y Yeso.

La Fm. de Jimaní fue definida por Arick, 1941 (*en* De León, 1983) y luego por Olsson (*en* Bermúdez, 1949) al norte del pueblo del mismo nombre, en la parte oeste de la cuenca de Enriquillo. En este proyecto, la formación fue estudiada por Deschamps (2004) en la Hoja de Boca Cachón

En la Hoja Boca Cachón, su zona principal de afloramiento constituye un bien marcado conjunto de relieves de colinas y llanuras semi-desérticas de gran eje NO-SE, situado a caballo en la frontera de República Dominicana con Haití. Estos relieves separan la depresión del lago Enriquillo al este (alrededor – 40 m) del *Etang Saumâtre* (Haití) al oeste. Este conjunto bien estratificado y litificado con alrededor de 300 metros a más de 500 de potencia, compuesto por lutitas carbonatadas, calizas fosilíferas, calizas arrecifales y molasas superiores, corresponde globalmente a los depósitos Pleistocenos de medio restringido poco profundo a sumergido.

El corte típico de la Fm. de Jimaní, establecido durante del levantamiento de las Hojas de Boca Cachón (5871-IV) (Deschamps, 2004) y Jimaní (5871-III) (Senz, 2004) contiene cuatro términos principales cartografiables; con de muro a techo :

- (a) – un nivel basal carbonatado** con corales, conchas de gasterópodos y bivalvos ; representará un primer episodio marino franco ;

- (b) – un término con predominancia margosa y margocaliza**, constituido por margas verde-ocre con elementos carbonatados y restos de conchas dominantes, con bancos

decimétricos de lumaquelas endurecidas a bivalvas, y con intercalaciones de calizas margocalizas, y calcarenitas o siltitas carbonatadas poco consolidadas. La potencia del conjunto varía de 30-40 m (Jimaní) a más de 60 m (Boca Cachón) ;

(c) – un término esencialmente carbonatado de intercalación arrecifal formando cuesta, que comienza por bancos bien ordenados (20 – 50 cm) de calizas y calcarenitas finas endurecidas de tono beige a ocre dominantes, nodulosas o concrecionadas, con niveles bioclásticos y lumaquelas. La transición con el término infrayacente es rápida, por reducción de los interbancos margosos y margo-calizos. El conjunto, cuya potencia es evaluada en alrededor de 80 m (Boca Cachón) y más de 200 m (Jimaní), está ampliamente afectado por fenómenos de encrustamiento secundarios (ferruginizaciones, silicificaciones) ;

(d) – un término detrítico grueso superior, de conglomerados carbonatados más o menos consolidados. El contacto basal de este término detrítico aparece como cartográficamente discordante en el término calizo infrayacente. Aparece una ferruginización secundaria de los elementos y de la matriz en la parte alta de la serie. Estas molasas gruesas, cuya potencia máxima se estima en aproximadamente 60 m, son probablemente correlacionables con las facies detríticas continentales de la Fm. Arroyo Seco, bien desarrolladas más al este.

Sobre el flanco norte del lago Enriquillo (Hoja Descubierta, al este del pueblo de Barbarita), McLaughlin y van den Bold (1991) relacionan a la Fm. de Jimaní una sucesión de areniscas carbonatadas, arcillas, conglomerados y arenisca que aflora bajo la formación arrecifal holoceno. Esta serie previamente atribuida a la Fm. Arroyo Blanco es correlacionable con la serie de Jimaní del sur del lago Enriquillo, teniendo como base una fauna comparable que incluye "*a Campylocythere " perieri*."

En la parte NE de la cuenca de Enriquillo y en la cuenca de Azua, los equivalentes laterales de la Fm. de Jimaní están representados por formaciones detríticas gruesas de edad Plioceno Superior – Pleistoceno : formaciones Arroyo Seco (parte superior) y Vía (depósitos aluvionarios continentales fluviales y deltaicos que coronan en concordancia la Fm. pliocena de Arroyo Blanco) (McLaughlin y van den Bold, 1991 ; Mann et al., 1999).

En el centro de la cuenca de Enriquillo, el sondeo petrolero Charco Largo-1 (4830 m) realizado en 1980 por Superior Oil Company (Mobil) cortó, entre un techo de cobertera cuaternaria y un muro constituida por la Fm. de La Salina, una serie de 210 m de potencia que engloba arcillas, areniscas, conglomerados y calizas, totalmente comparable a la serie tipo de Jimaní. La microfauna que contiene *Cyprideis salebrosa*, *C. similis*, *Perissocytheridea sp.*, *Perissocytheridea subrugosa*, *Limnocythere staplini* indica una edad Plioceno Superior a Pleistoceno (Mann et al., 1999).

De León (1983) considera la formación de edad plio-pleistoceno, apoyándose en la macrofauna (*Chione cancellata*, *Corbula constricta*, *Arca imbricata*, *Lucina pectinata*, *Batillaria minima*) y en las foraminíferas identificadas por Bermúdez (1949): *Elphidium gunteri* Cole, *E. advenum* Cushman, *Palmerinella palmarae* Bermúdez, *Streblus beccarii* var. *ornata*.

McLaughlin y Van der Bold (1991) proponen restringir la edad Pleistocena, sobre la base de raros casos de « *Campylocythere* » *perieri* citados por Bold (1975) en el flanco sur del lago Enriquillo.

La nanoflora cosechada en los limos del término margoso de la serie (término b) en la Hoja Boca Cachón (Deschamps, 2004), generalmente mal conservada, indica una horquilla de edad comprendida entre el Plioceno Superior y el Pleistoceno (muy raras coccolitos; *Gephyrocapsa sp.*; *Gephyrocapsa oceanica*; *Sphenolithus abies*; *S. neoabies*; *Reticulofenestra floridana*; *R. abisecta*; *Helicosphera carteri*). La presencia del marcador *Gephyrocapsa oceanica* (NN19-21) y la ausencia del marcador *Reticulofenestra lacunosa* (NN15-19) permiten, no obstante, forzar mejor la edad de la formación, probablemente restringida a Pleistoceno Medio-Superior (zonas NN20 – 21, o sea una edad máxima de aproximadamente 0,4 Ma).

Globalmente el contexto geológico y la microfauna sugieren un depósito en medio de laguna poco profunda, con conexiones intermitentes con el mar Caribe. Las faunas de Ostracodos muestran variaciones temporales de salinidad, desde las condiciones de agua prácticamente dulce en ciertos intervalos de la formación (*Cyprideis salebrosa*, *Limnocythere staplini*) hasta condiciones salobres a marinas de débil profundidad en otros intervalos (*Loxoconcha laevis*, *Radimella confragosa*).

Se puede establecer una evolución más detallada del medio de depósito de la Fm. de Jimaní, a partir de la sucesión estratigráfica de la serie tipo (Hoja Boca Cachon, Deschamps, 2004):

- un primer episodio marino transgresivo franco que está marcado por el depósito del término carbonatado arrecifal de la base de la serie (a) ;
- El término margoso (b) supra yacente (antiguos *wackestones*, *mudstones* et *grapestones*) representa una evolución hacia un medio de depósito restringido a débil salinidad, salobre a lacustre (paleo entorno de medio interno a muy interno, medio a supralitoral) ;
- los carbonatos del término (c) (antiguos *wackestones*, *floatstones*, *packstones*, *grapestones*) son testimonio de un depósito en ambiente mediolitoral a supralitoral muy interno y de muy débil salinidad (aguas salobres a dulces), marcadas por exposiciones en ambiente subaéreo (emersiones con principios locales de pedogénesis), entrecortado por un segundo episodio marino temporal, marcado por una intercalación arrecifal de biohermos.

Las productos detríticos gruesos de la parte alta de la serie (término superior d) son interpretados por la colocación de conos de deyección aluvionarios, desarrollados al pie de los escarpes de fallas durante el Pleistoceno, por bruscos levantamientos de las sierras de Neiba y de Bahoruco. En este sentido, estos productos detríticos gruesos son correlacionables con la Fm. Arroyo Seco, bien desarrollada más al norte de la cuenca de Enriquillo.

2.4.1.2. La Fm. Jimaní en la Hoja de La Salina

En la Hoja La Salina, la Fm. Jimani no está completa. Está representada por una unidad inferior de margocalizas que aflora en la parte NO de la Hoja, al norte de Angostura, en un pequeño sinclinal de eje NO-SE, entallado por el río Bermesi, y por una unidad superior de conglomerado grueso que aflora en la parte este de la Hoja, al norte de Los Saladillos y al sur de La Lista.

2.4.1.2.1. Fm. Jimaní. (9) Margocalizas (unidad inferior). Pleistoceno (Q₁₋₃)

La unidad inferior de margocaliza esta representado por margas verdes o ocre con restos de conchas, en bancos plurimétricos. Los intercalaciones de calizas y calizas margosas estan aisladas, de 2 a 30 cm de potencia, o en haces plurimétricos. Se trata de una micrita o biomicrita arcillosa, de textura *mudstone*, que está a veces silicificada o complemente transformada en chert. Las margas están localmente afectadas por una ferruginización con cristallización de yeso. La potencia de este conjunto es evaluada en alrededor de 200 m o más (ver foto 16,17,18 y 19 del Album de fotos).

2.4.1.2.2. Fm. Jimaní (10) Conglomerados (unidad superior). Pleistoceno (Q₁₋₃)

La unidad superior está representado por conglomerados monogénicos gruesos, muy heterométricos; contienen bloques centimétricos a pluridecimétricos muy redondeados de calizas micríticas finas con color blanco a beige (de tipo Neiba o Sombrerito), y con sílex, englobadas en un cemento carbonatado más o menos consolidado (molasas). El contacto con la formación infrayacente no esta visible en la Hoja La Salina pero, entre Los Saladillos y Lemba, este conjunto aparece discordante en la Fm. Lemba. La potencia de este termino esta estimada a 80 m. (ver foto 20 y 21 del Album de fotos).

2.4.2. Holoceno

Los sedimentos cuaternarios modernos son de origen continental o lacustre, estando los primeros relacionados con los cursos fluviales actuales y los segundos con el lago Enriquillo.

2.4.2.1. (11) Arcilla de descalcificación en la Fm. Sombrerito. Holoceno (Q₄)

En los altos de la sierra de Bahoruco, a nivel de las calizas masivas de la Fm. Sombrerito, las depresiones presentan una superficie llana con gravas y arcillas rojas hidromorfos. Constituyen las dolinas de un karst, cuya erosión a llevado a la formación de brechas con matriz roja, que se encuentran en la Fm. Sombrerito. (ver foto 23 del Album de fotos)

Estas superficies están bien desarrolladas más al oeste, en el sector de Duvergé y en la región de Puerto Escondido, donde todas las zonas cultivadas corresponden a esta formación.

2.4.2.2. (12) Derrubios.Holoceno (Q₄)

Algunos derrubios se encuentran al pie de los relieves los más abruptos de la sierra de Bahoruco, y en particular al oie de la Loma Derrico Colorado, en la esquina NO de la Hoja de L Salina. En este sector, están constituidos por boques, de tamaño variado, de calizas de de la Fm. Sombrero que constituyen la vertiente suprayacente de la Sierra.

2.4.2.3. Conos de deyección (Holoceno)

Los conos de deyección, agrupados en tres generaciones, están localizados al pie de las Sierras de Bahoruco.

2.4.2.3.1. Conos de deyección los más antiguos inactivos: (13) Bloques, gravas y arenas. Holoceno (Q₄)

Los conos los más antiguos están inactivos, erosionados, y cubiertos por un bosque relativamente denso.

2.4.2.3.2. Conos de deyección antiguos inactivos (14) Bloques, gravas y arenas. Holoceno (Q₄)

Algunas figuras de estratificaciones cruzadas o paleocanales se observan en los conos antiguos erosionados por los arroyos actuales (ver foto 5 del Album de foto).

2.4.2.3.3. Conos de deyección recientes activos: (15) Bloques, gravas y arenas. Holoceno (Q₄)

Los conos de deyección los más recientes están activos y funcionan en periodo ciclónicos. Están totalmente desnudados. El más importante, que ha causado muchos daños en la zona de Los Saladillos durante el ciclón Georges en 1998, es el del río Arriba.

2.4.2.4. Composición de los conos de deyección

Las tres generaciones de conos de deyección presentan la misma composición: cantos (raramente superior a 50 cm), gravas más o menos rodadas y arenas. El 90% de los elementos son calizas del tipo de la Fm. Neiba o Sombrero; el 10% restantes está

variablemente representado por elementos de sílex marrón, proveniente de la Fm. Neiba. Estos elementos no son consolidados o embalados en una matriz arcillosa más o menos endurecida.

Algunas canteras de áridos aprovechan estos conos

2.4.2.5. Fondos de valle (16) Cantos, gravas y arenas. Holoceno (Q₄)

La red hidrográfica actual está ocupada por depósitos, en tránsito, de cantos, gravas y arenas parecidas a las de los conos de deyección.

2.4.2.6. Depósitos lacustres (17) Arcillas y arenas finas. Holoceno (Q₄)

Los depósitos lacustres relacionados con el lago Enriquillo, y en parte con la laguna del Rincón, para la Hoja de la Salina, ocupan las zonas bajas, muy llanas e inundables en periodo de lluvias fuertes. Están en general sin cobertura vegetal o con un bosque poco denso de espinosos y cacteos. Los bordes de la depresión, menos frecuentemente inundados, se aprovechan para los cultivos locales (cañas, guineos, cocoteros) y pastos

Los depósitos lacustres se encuentran en toda la esquina NE de la Hoja de La Salina y en la zona comprendida entre el pie de la sierra de Bahoruco y La Loma de Sal y Yeso.

Se trata de depósitos blandos, constituidos por arcillas, arenas finas y local y temporalmente finas eflorescencias.

En la Hoja vecina de Neiba, estos depósitos se observan en una potencia de cerca de 7m en el cauce del río Cano Ramillo, en la carretera que une El Abanico a Neiba. A este nivel, el corte muestra una parte superior rica en arenas finas de tipo eólico y una parte inferior arcillosa. De techo a muro se observa:

- 5cm de suelo arcilloso con vegetales;
- 40cm de arenas finas arcillosas ;

-
- 40cm de arenas finas canalizadas con elementos < 5cm constituidos por gravas poligénicas y numerosos elementos de políperos (arrecifes holocenos retrabajados)
 - 15cm de arcillas arenosas
 - 40cm de arenas finas
 - 80cm de arcillas y niveles con fósiles (*Unio*) en posición de vidas y cristales de yeso
 - 20cm de arenas finas arcillosas;
 - 30cm de arcillas
 - 15cm de arenas arcillosas;
 - 20cm de arcillas ;
 - 10cm de arcillas arenosas ;

>4m de arcillas más compactadas formando un talud a mi altura del cañon.

2.4.2.7. (18) Arenas eólicas y localmente dunas activas. Holoceno (Q₄)

Algunas pequeñas zonas de deflación y/o depósitos eólicos se encuentran en la zona NE de la Hoja de La Salina. Están constituidas por arenas finas depositadas por encima de los depósitos lacustres.

Temporalmente, pequeñas dunas se forman en periodo de fuerte viento con alargamiento general SE-NO, según la dirección del viento dominante proveniente de la bahía de Barahona

2.4.2.8. Pantanos (19) limos y arenas Holoceno (Q₄)

Una zona pantanosa se encuentra en toda la perifería de la laguna del Rincón en las partes las más fácilmente inundables. Se delimita fácilmente con las imágenes de satélite y fotos

aéreas. Está constituidas principalmente por limos y arenas. (ver foto 1 y 2 del Album de fotos)

2.4.2.9. Delta del río Yaque del Sur (20) limos y arenas, Cuaternario (Q)

El río Yaque del Sur ha desarrollado un gran delta que alcanza una decena de km de longitud y separa la cuenca de Enriquillo del mar. En la costa NO presenta grandes lóbulos como testimonio del depósito, en ciertos períodos, del río Yaque del Sur en el lago Enriquillo. Hacia el sur, la fusión de las diferentes unidades forman un cuerpo sedimentario que se extiende hasta el mar, compuesto por limos y arenas.

3. TECTÓNICA

En este capítulo se abordan las características estructurales de la Hoja de La Salina y su evolución tectónica. Como preámbulo, se hace una exposición del contexto geodinámico de la isla de La Española, en cuya parte centro-meridional se encuentra ubicada esta Hoja, y del marco geológico estructural de la zona de estudio. A continuación se describe la estructura de la Hoja de La Salina y posteriormente se discute esta estructura en el contexto de la cuenca de Enriquillo y las sierras limítrofes, presentando una propuesta de evolución tectónica para el conjunto de la región.

3.1. Introducción. Contexto Geodinámico

La isla La Española es la segunda en extensión de las Antillas Mayores que forman el segmento septentrional de la cadena de arcos de isla que circunda la placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela (Fig. 10 y Fig. 11). Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann *et al.*, 1991) o Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke 1988). Todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y todos ellos se empezaron a formar en el 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 Cretácico Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindell y Barret 1990, Pindell 1994) (Fig.12). Los procesos relacionados con el desarrollo y evolución de este arco en el segmento correspondiente a la isla de La Española y, especialmente, en sus estadios finales, son los que forman el cuerpo fundamental de este capítulo.

La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a subparalelo a su traza y al sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos (Byrne *et al.*, 1985; Masson y Scanlon, 1991) (Fig. 10). El margen norte de la placa del Caribe ha evolucionado desde constituir un límite controlado por subducción en el Cretácico y parte del Eoceno, a ser hoy, tras la colisión de esta placa con la plataforma de las Bahamas (colisión arco-continente), un límite dominado en gran parte por desplazamientos en dirección de carácter senestro que acomodan el desplazamiento hacia el este de la placa del Caribe en relación con Norteamérica (Mann *et al.*, 1991). La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, fue diacrónica, ya que comenzó en el Eoceno Medio en Cuba (Pardo *et al.*, 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 transcurrente comenzó, en este margen norte de la placa, a partir del Eoceno Medio con la apertura del Surco del Caimán en un régimen transtensivo (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, el margen meridional de la Isla de la Española y Puerto Rico ha pasado desde comportarse como una trasera de arco al comienzo del Eoceno, a constituir en la actualidad un margen activo con subducción de la corteza oceánica del Caribe bajo el arco de islas Circum-Caribeño (Burke *et al.*, 1978; Burke, 1988; Dolan *et al.* 1991). En consecuencia, a partir del Eoceno Superior, la sedimentación y deformación de las cuencas de trasera de arco generadas en relación con el arco de islas Circum-Caribeño, pasan a estar controladas por procesos típicos de una cuenca de antearco. En relación con esta deformación de la parte meridional de la Isla se produce el levantamiento de las sierras del sur y en el núcleo de algunas de ellas los afloramientos de rocas oceánicas (sierras de Hote, Selle y Barohuco)

La placa del Caribe se desplaza hoy día hacia el este respecto a las placas Norte y Sudamericanas (Dolan y Mann 1998; Dixon 1998; DeMeets 2000, Mann *et al.* 2002). Este movimiento relativo se acomoda, en el margen septentrional de la isla por la zona de subducción de la fosa de Puerto Rico y por la falla Septentrional, en un tipo de articulación en el que se conjugan la convergencia oblicua, en la primera y los movimientos sinestrales, en la segunda (Dolan y Mann, 1998; Dolan *et al.*, 1998) (Fig. 13). En el interior de la isla, el

citado movimiento relativo lo articula principalmente la zona de falla de Enriquillo-Plantain Garden (Mann *et al.* (1991), que interviene directamente en la zona de estudio.

La estructura de la zona de estudio es el resultado de la superposición de la mayoría de los procesos que se acaban de mencionar, si bien en ella intervienen de forma especial la transformación de la cuenca trasera de arco en un margen activo a partir del Eoceno, el levantamiento de una parte de la meseta oceánica del Caribe a partir del Mioceno y la tectónica desgarres, en parte simultánea con las anteriores, pero que sobre todo ha incidido en su evolución más reciente.

Entre los dominios que la integran, el más meridional, la sierra de Bahoruco, constituye un fragmento emergido de la meseta oceánica del Caribe. Los territorios situados entre este dominio y la cuenca trasera propiamente dicha del arco de isla (el Cinturón de Peralta), fueron incluidos por Mann *et al.* (1991 a) en el terreno de Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba, y presentan más dudas sobre su adscripción regional. Esto es así por cuanto se desconoce si su sustrato está formado por la meseta oceánica que aflora en la sierra de Bahoruco (Mann *et al.*, 1991, 2002) o si, por el contrario, este sustrato podría estar constituido por unidades meridionales del arco isla similares o lateralmente equivalentes a las observadas como sustrato en el Cinturón de Peralta (Díaz de Neira 2000 a; Gómez Sainz de Aja, 2000 a). Por el momento, se desconoce la posición y naturaleza del límite entre ambas unidades tectónicas. Esta cuestión tiene que ver, además, con la continuidad hacia el oeste del prisma acrecional de la fosa de Los Muertos, que algunos autores sugieren que se prolonga hacia el interior de la isla (Biju Duval 1983; Dolan *et al.* 1991) pero que otros sugieren que se interrumpe contra una supuesta transformante de Beata o lo desplazan a favor de ésta (Mann *et al.* 2002). Ayuda a esta indefinición el hecho de que mientras que al este de la supuesta transformante, se conoce bien la estructura cortical de la Española y Puerto Rico que responde a dos zonas de subducción, una al norte y otra al sur, con buzamientos hacia el interior de estas islas, sin embargo al oeste del accidente de Beata la estructura cortical es desconocida.

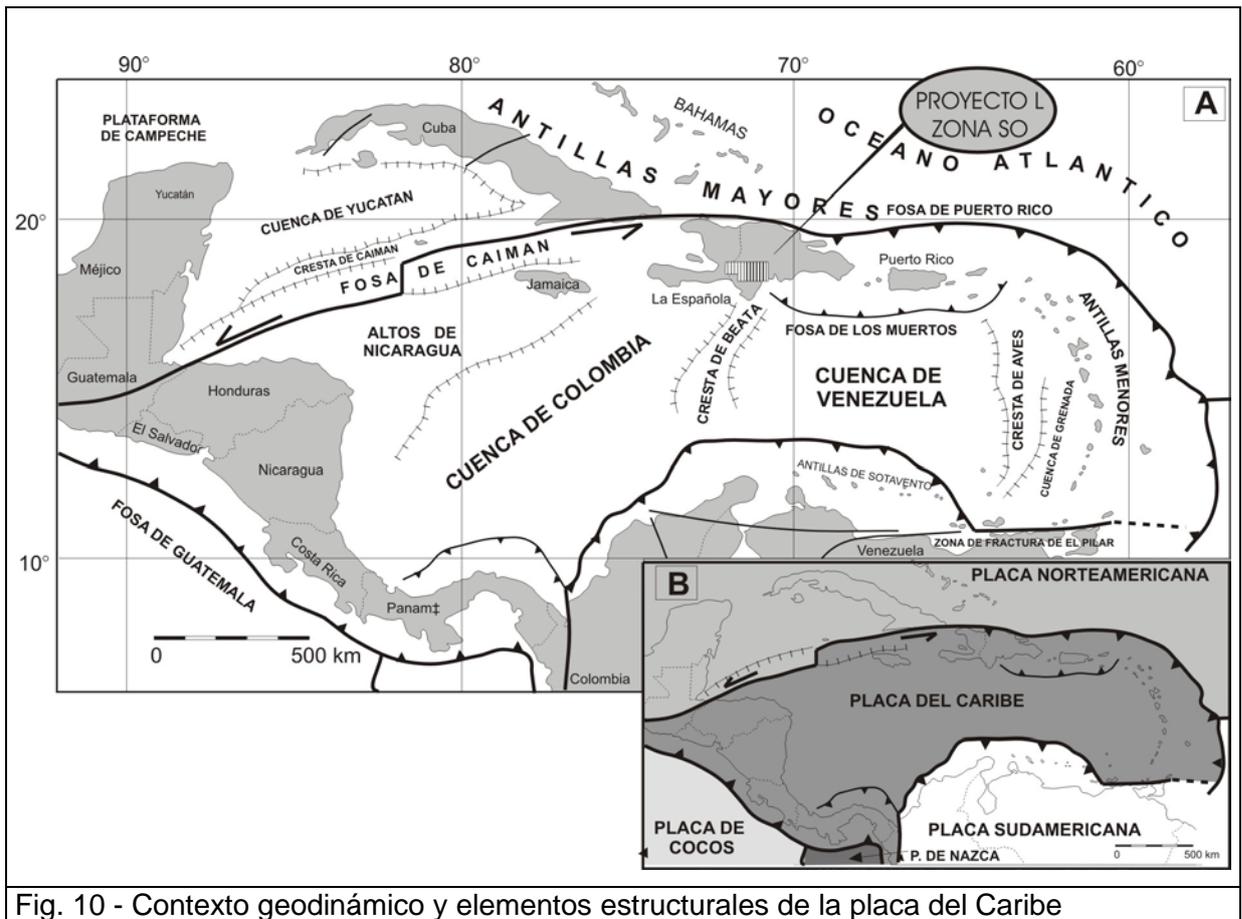


Fig. 10 - Contexto geodinámico y elementos estructurales de la placa del Caribe

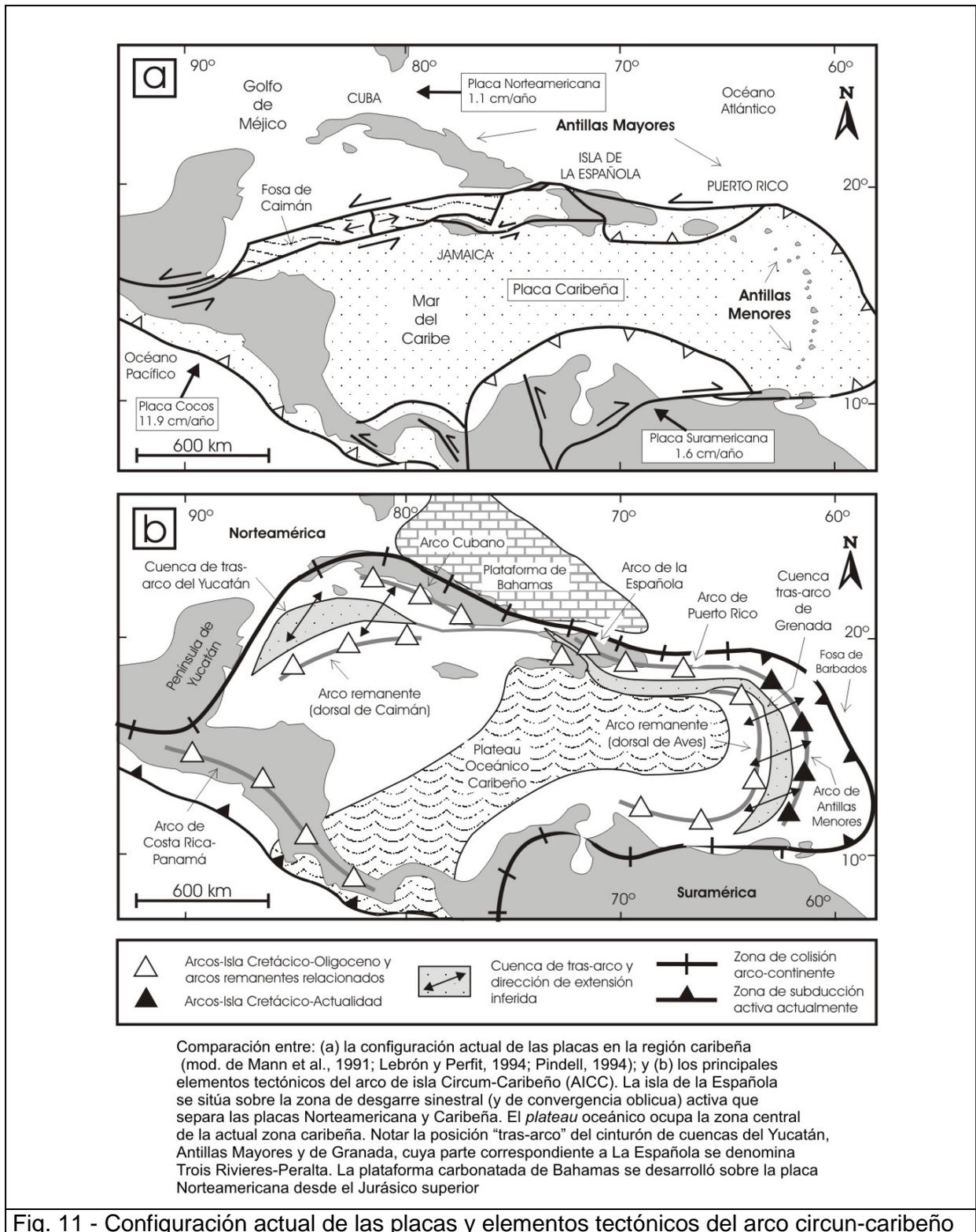


Fig. 11 - Configuración actual de las placas y elementos tectónicos del arco circun-caribeño

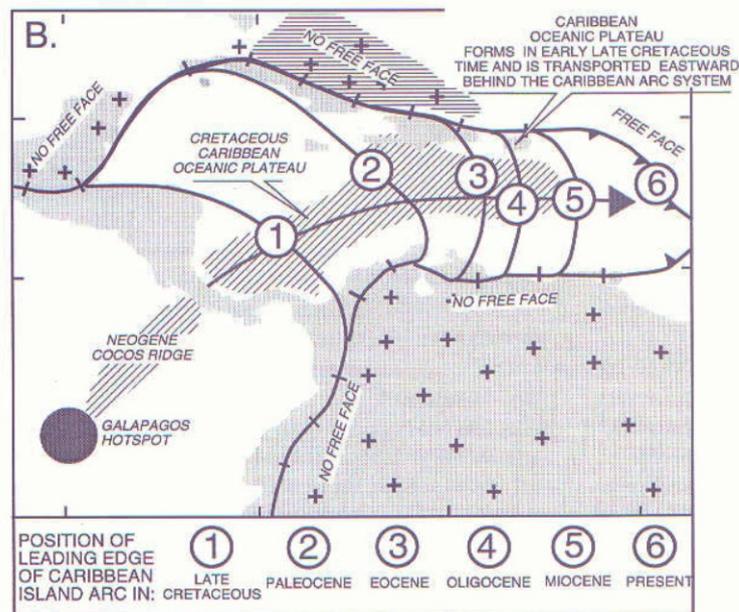


Fig.12 - Esquema del origen y evolución de la placa del Caribe, tomado de Mann *et al.* 1999. El *plateau* oceánico del Caribe se forma por el movimiento de deriva hacia el este de una corteza oceánica “normal” que, desde el Pacífico oriental, pasa por encima del punto caliente (*hot spot*) de las Galápagos y, a partir del Cretácico Medio-Superior, ya engrosada, atraviesa el estrecho existente entre América del Norte y del Sur. Los números dan las sucesivas posiciones del frente del sistema formado por el Arco Circum-Caribeño y el *plateau* oceánico, según Pindell y Barrett (1990). Es preciso notar que las masas continentales de Norte y Sudamérica (con cruces) impiden (*no free face*) la migración libre de la placa, que se tiene que canalizar forzosamente hacia el este, única zona donde no encuentra oposición (*free face*).

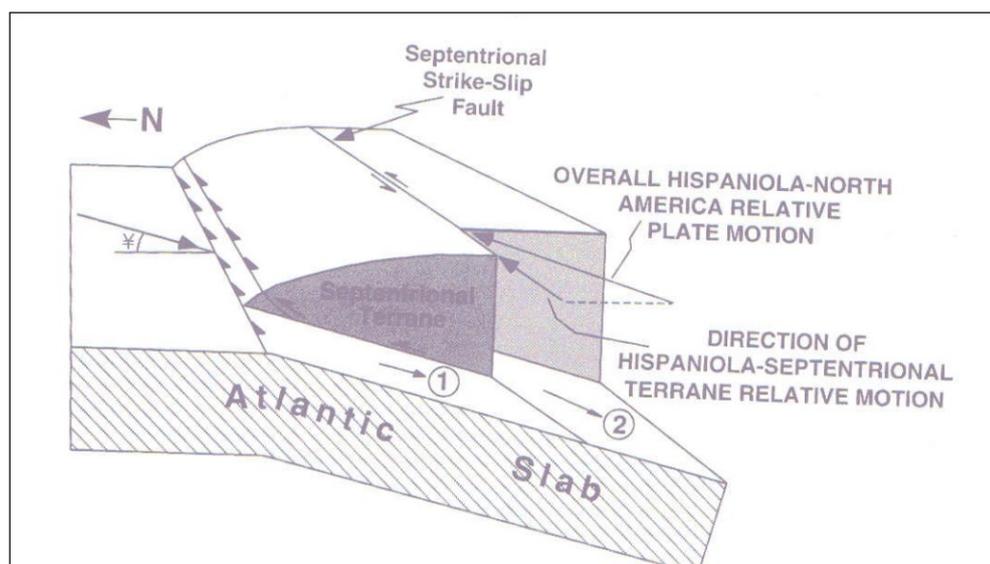


Fig. 13 - Bloque diagrama propuesto en Dolan y Mann (1998: relaciones de movimiento de desgarres sinestrales y cabalgamientos dentro de un contexto de convergencia oblicua distribuida en el límite septentrional de la placa caribeña.

3.2. Marco geológico estructural de la zona de estudio

En la Fig. 7 y Fig. 8 (ver capítulo 1) se muestra la zona de estudio en su marco geológico-estructural. En ella, además de los cuatro dominios que se han cartografiado en el presente proyecto, sierra de Neiba, sierra de Batoruco, Sierra de Martín García y cuenca de Enriquillo, se representan otros dominios y estructuras de su entorno que, por intervenir directa o indirectamente en la evolución de aquellos, merecen una mención previa.

Al norte y NE hay que destacar **la Cordillera Central**. Dentro de ella, en su segmento centro-meridional más próximo a la zona de estudio se distinguen dos dominios principales (Mann *et al.*, 1991; Dolan *et al.*, 1991, Heubeck y Mann, 1991; Hernaiz Huerta 2000 a y b; Hernaiz Huerta y Pérez Estaún, 2002): a) un “**basamento**” representado por formaciones oceánicas y de arco isla que fueron generadas y amalgamadas durante el intervalo Jurásico Superior-Eoceno (Bowin 1966, Draper *et al.*, 1994, 1996; Lewis *et al.* 2002); los sectores más occidentales y meridionales de este basamento, están representados por la Fm. Tireo (Bowin 1966) que consiste en una potente serie de rocas volcanoclásticas con intercalaciones menores de lavas y niveles sedimentarios del Cretácico Superior, perteneciente al Arco Isla Circum-Caribeño; y b) El **Cinturón de Peralta**, parte dominicana del terreno de Trois Rivières-Peralta, consiste en una potente secuencia de rocas sedimentarias del Cretácico Superior- Pleistoceno, que con una dirección general NO-SE discurre a lo largo del flanco meridional de la Cordillera Central (Mann *et al.*, 1991 b; Heubeck y Mann 1991; Hernaiz Huerta y Pérez-Estaún 2002).

El contacto entre estas dos unidades se resuelve mediante un cabalgamiento de la primera sobre la segunda, aunque ha podido ser modificado por fallas con movimiento en dirección (Fig. 7): falla de San José-Restauración (Mann *et al.*, 1991 b). No obstante, en algunos puntos se ha podido comprobar el contacto originalmente discordante de algunas formaciones del Cinturón de Peralta (Jura y Ventura) sobre la Fm. Tireo (Díaz de Neira 2000 a; Gómez Sainz de Aja, 2000 a) circunstancia que, por otra parte, permite considerar a esta última formación como el sustrato más probable de al menos una buena parte de la cuenca trasera de Trois Rivières-Peralta

Entre la Cordillera Central y la sierra de Neiba, se localiza la **Cuenca de San Juan** que, con un perfil geométrico sinforme relativamente sencillo, está rellena por más de 7.000 m de materiales terciarios y cuaternarios correspondientes a ambientes marinos en la base y

continentales a techo (Norconsult 1983; García y Harms 1988; Mann *et al.* 1991 b y c). Esta cuenca se sitúa en el antepaís del Cinturón de Peralta y tanto su relleno como su estructura interna han sido controladas principalmente por la evolución estructural de éste (Mann *et al.*, 1991 b y c). Su límite norte con este cinturón consiste en una falla inversa o cabalgamiento frontal con un importante salto dirección (falla San Juan-Los Pozos) y algunos autores le atribuyen grandes desplazamientos sinestrales durante el Oligoceno-Mioceno (Pindel y Barret, 1990; Dolan *et al.*, 1991). El límite sur o SE con la sierra de Neiba es, sin embargo, menos neto y se resuelve por medio de un sistema escalonado de fallas de alto ángulo con saltos menores en la vertical y también en dirección. En su extremo SE, donde se produce el enlace con la cuenca de Enriquillo, la Cuenca de San Juan adquiere el nombre de Cuenca de Azua. Además, este cambio toponímico responde también a un cambio cierto en la geometría de la cuenca que justifica su individualización: a) sustrato elevado respecto a la de San Juan, b) consecuentemente, menor espesor de relleno (inferior a los 3.000 m); y c) mayor complejidad estructural; todos ellos, efectos adicionales producidos por la acción localizada de la indentación de Beata (Díaz de Neira 2000 b) y, probablemente, la falla de Enriquillo.

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

Por último, hay que hacer mención, por sus implicaciones neotectónicas, al **vulcanismo cuaternario** del sector centro-occidental de la isla, de naturaleza principalmente calcoalcalina aunque en sus estadios finales también hay emisiones de carácter alcalino. Este vulcanismo se dispone en una banda de dirección NNE-SSO y 10 a 20km de ancho que atraviesa la Cordillera Central y la Cuenca de San Juan hasta entrar ligeramente en la zona de estudio. Para algunos autores (Mann *et al.*, 1991 b) tiene una relación genética con la cresta aunque también sugieren que alternativa o adicionalmente, el vulcanismo pudo estar controlado por la terminación oriental de la falla de Enriquillo en un contexto transtensional.

3.3. La estructura de la zona de estudio

3.3.1. La estructura del margen septentrional de la sierra de Bahoruco

La estructura del margen norte de la sierra de Bahoruco es relativamente simple y se puede resumir en los siguientes puntos: a) una disposición monoclinal hacia el N/NE o suavemente plegada de las series calcáreas de Neiba superior y Sombrerito; b) el desarrollo de un frente de mayor deformación, bastante neto, al pie de la sierra, que se asocia al cabalgamiento de estas formaciones calcáreas sobre la cuenca de Enriquillo; y c) la presencia de fallas rectilíneas de dirección NO-SE con movimiento vertical inverso y en dirección que, en parte, modifican este frente y producen la compartimentación de todo el flanco en bloques progresivamente más elevados hacia el interior de la sierra y ligeramente cabalgantes hacia el exterior de la misma (Fig. 18 y Fig. 15).

La tendencia monoclinal hacia el N/NE o suavemente plegada de las series calcáreas de Neiba superior y Sombrerito se observa bien en paisaje y queda reflejada en los cortes (Fig. 15) del sector central de este dominio (Hojas de Duvergé y La Salina). Los buzamientos son suaves, entre 10° y 30°, aunque localmente se acentúan en las proximidades de las fallas inversas. De hecho, el suave plegamiento que afecta a estas series se relaciona con el funcionamiento de estas fallas y, en general, sigue su misma orientación NO-SE. Algo más compleja es la situación en el sector NO, correspondiente a la Hoja de Jimaní, donde los pliegues que afectan a la Fm. Sombrerito presentan una disposición escalonada en sentido dextral con trazas axiales de dirección E-O que se interrumpen de forma asintótica contra una falla que, ya en territorio haitiano, marca el contacto con la Fm. Neiba superior. Fallas satélites y subparalelas a ésta, con igual sentido de movimiento en dirección dextral e inverso, producen el mismo efecto en las trazas de los pliegues que hay a uno y otro lado de ellas y delimitan la pequeña depresión cuaternaria de El Limón a modo de cuenca transpresiva (Fig. 18). El límite entre estos dos sectores y el contraste entre el estilo estructural de uno y otro, lo determina una falla o sistema de fallas de orientación ENE-OSO y movimiento en dirección sinistral que discurre por la parte meridional de la Hoja de Duvergé.

La tendencia monoclinal o de suave plegamiento de esta vertiente se interrumpe bruscamente al pie de la misma y el estilo estructural pasa a ser el de un frente deformado, muy localizado, que marca el contacto del dominio de la sierra de Bahoruco con la cuenca

de Enriquillo. El contacto es cabalgante y se resuelve mediante un sistema de fallas inversas o cabalgamientos de alto ángulo que en las transversales orientales (La Salina, Barahona) suman desplazamientos verticales para el conjunto de la sierra superiores a los 3.000 m. En contraste, la traslación en la horizontal es pequeña ya que en ningún caso supera 1 o 2 km. Acorde con la cuantía de su desplazamiento vertical, la deformación es máxima en la transversal de La Salina y en ella, la geometría del margen de la cuenca consiste en un flanco subvertical o invertido, parcialmente cobijado bajo el frente de cabalgamiento (Fig. 15). Forma parte de este flanco la Fm. Angostura que en el centro de la cuenca se localiza a más de 2.000 m de profundidad (Norconsult 1983; Mann et al. 1999). Esta formación aflora en varias bandas, a modo de escamas, limitadas en general por cabalgamientos, pero los contactos anómalos (sustractivos) con algunas de las formaciones adyacentes (p.e. Fm. Jimaní) sugieren posibles movimientos halocinéticos consecuentes con sus litologías (“Mina de Sal y Yeso”) que ya han sido referidos en la literatura (Linás 1972). En esta transversal, el cabalgamiento más externo pone en contacto la citada Fm. Angostura sobre la Fm. La Salina mientras que el más interno superpone las Fms. Neiba superior, Sombrerito o Lemba sobre la Fm. Angostura (Fig. 18). Hacia el SE, en la transversal de Barahona, la geometría del frente es más sencilla al no estar involucrada en él la Fm. Angostura y se ha interpretado que corresponde a un cabalgamiento neto, oculto bajo los depósitos cuaternarios, de plano subvertical, que superpone la Fm. Neiba superior sobre la Fm. Trinchera, con un salto también superior a los 3.000 m. (Fig. 15)

Hacia el NO, en el sector más occidental de la Hoja de Duvergé y sobre todo en la Hoja de Jimaní, el frente se pierde como tal y el contacto entre la sierra de Bahrucó y la cuenca de Enriquillo se produce de forma escalonada por medio de las fallas direccionales-inversas descritas anteriormente y de algunos cabalgamientos asociadas a éstas. En esta zona los datos obtenidos en la exploración del subsuelo de la cuenca indican la ausencia de depósito de las Fms. Angostura y Trinchera, cuyo acuñaamiento definitivo hacia el oeste se produce, en el primer caso, aproximadamente a la altura del meridiano de Duvergé, y en el segundo, algo más al oeste (Canadian Oil Superior Ltd. 1979; Norconsult 1983). El sondeo Cabritos confirma este acuñaamiento y su columna estratigráfica registra el depósito de la Fm. Arroyo Blanco-La Salina directamente sobre la Fm. Sombrerito (calizas de Barahona) (Mann et al. 1991 b; de León 1983). La cartografía de la Hoja de Jimaní y los cortes deducidos de ella son consistentes con estos datos y muestran la disposición discordante y en onlap de las Fms. Arroyo Blanco-La Salina y Jimaní, con un buzamiento al sur, contra el sustrato de la Fm. Sombrerito (Fig. 15), que mantiene la tendencia monoclinial o de hundimiento hacia la

cuenca. Los depósitos conglomeráticos más altos de esta última formación (término superior de la Fm. Jimaní), que se desarrollan todo a lo largo del frente de la sierra, se interpretan como una tectofacies relacionada con su levantamiento. Por otra parte la cartografía de la Hoja de Jimaní también revela que las formaciones Arroyo Blanco-La Salina y Jimaní están afectadas por una deformación interna peculiar que se concreta en pliegues muy localizados y apretados de plano axial subvertical o vergentes al norte, es decir, en sentido contrario al de su buzamiento general. En los cortes (Fig. 15), se interpreta que estos pliegues se generan de dos formas: a) se localizan directamente encima de fallas inversas que afectan al sustrato y reproducen movimiento de éstas; o, b) se producen a favor y en el frente de una superficie de despegue interna subhorizontal o ligeramente inclinada que, a su vez, se genera por el efecto de contrafuerte (*buttressing*- Gillcrist *et al.* 1988) que la serie ejerce contra el plano subvertical de una de estas fallas que afectan al sustrato.

3.3.2. La estructura del interior de la cuenca de Enriquillo

El completo recubrimiento de la cuenca de Enriquillo por materiales cuaternarios condiciona que el conocimiento de su estructura interna sólo se pueda abordar mediante técnicas geofísicas y perforaciones. Éstas se han realizado para la exploración petrolífera de la cuenca, principalmente durante la década de los 70 y continúan en la actualidad, aunque con carácter muy discontinuo y localizado. Durante la realización del presente proyecto no se ha podido tener acceso a la documentación original generada en estos estudios y por tanto no se han realizado trabajos adicionales en este sentido; por ello, la descripción que a continuación sigue es, fundamentalmente, un resumen de los informes realizados por Norconsult (1983) sobre los trabajos de la Canadian Oil Superior Ltd. (1979) y de la más reciente revisión de Mann *et al.* (1999) a partir de éstos.

Los dos trabajos coinciden básicamente en la estructura del interior de la cuenca. Ésta se recoge en la Fig. 18, para el techo de la Fm. Sombrero, simplificada del citado informe de Norconsult y en la Fig. 17, tomada del propio trabajo de Mann *et al.* (1991). Llama la atención en los dos trabajos la similar cartografía, en el sector oriental de la cuenca, de dos fallas inversas o cabalgamiento de dirección NNO-SSE, completamente oblicuos al resto de directrices estructurales del entorno de la cuenca. Ambos cabalgamientos tienen vergencia oeste, el más oriental con un salto muy pronunciado (2800 mseg = 4.500 m, aprox.) y mayor que el occidental (750 mseg = 1.300 m, aprox.). Estos dos cabalgamientos, junto con el margen meridional de la sierra de Martín García y alguna otra estructura asociada, dividen el

subsuelo de la cuenca en varios bloques, algunos de ellos con altos estructurales de geometría anticlinal, que fueron el objetivo principal de la exploración petrolífera. Mann et al (1999) los denomina, de oeste a este, bloques del lago Enriquillo, Angostura, Mella, Vicente Noble y Bahía de Neiba (Mann *et al.* 1999). La descripción detallada de los mismos se puede encontrar en este trabajo. La profundidad del techo de la Fm Sombrerito es máxima (3.800 msec = 6000-6500 m, aprox.) en el Bloque Mella, en su zona de contacto con el cabalgamiento oriental, y en el resto de la cuenca se sitúa a cotas medias aproximadas de 3.500-4.000; en los altos estructurales más elevados esta cota asciende hasta los 1500-2000 m

La cartografía del subsuelo de la cuenca también recoge la posición de los frentes de las sierras de Neiba y de Bahoruco. En la sierra de Bahoruco, el frente coincide con el cartografiado en superficie y no hay ramales o cabalgamientos satélites de éste hacia el interior de la cuenca. En la sierra de Neiba, no hay una correspondencia clara entre los cabalgamientos más frontales cartografiados en superficie y frente cabalgante de la sierra cartografiado por los petroleros, que parece situarse algo más al sur que aquellos. En este último caso, la cartografía de Mann *et al.* (1999) sustituye el frente cabalgante por la traza rectilínea de la falla de Enriquillo.

Coexistiendo con esta estructura general de tipo contractivo, en diversos puntos del interior de la cuenca también se han cartografiado fallas normales que, en general tienen una dirección N-S a NE-SO y se concentran especialmente en los altos estructurales. Este es el caso de la estructura de la isla Cabritos, que fue objeto de investigación y perforada por el sondeo del mismo nombre. La estructura está formada, en su totalidad, por un sistema de fallas normales de dirección N-S, ENE-OSO y E-O, algunas de las cuales parecen tener continuidad con fallas cartografiadas en superficie, por lo que se podrían interpretar dentro del mismo contexto de la fracturación que afecta a toda la zona.

Mención aparte merece la única estructura aflorante en el interior de la cuenca: el cabalgamiento de la laguna de El Rincón. Se trata de un cabalgamiento aislado, de dirección E-O, a favor del cual aflora la Fm. Angostura; de él, llama principalmente la atención su vergencia sur, contrapuesta (y oblicua) a la de la sierra de Bahoruco, pese a su proximidad a ella. El carácter aislado y peculiar de esta estructura puede que no sea tal, si se considera que la misma vergencia se repite más al este en el doble cabalgamiento que, en el subsuelo, limita por el sur la sierra de Martín García. Ambas estructuras producen una

anomalía continua en el mapa aeromagnético y no se debe excluir que puedan estar conectadas. En cualquier caso, la traza tan oblicua, casi perpendicular de este cabalgamiento respecto al frente de la sierra de Bahoruco sugiere la presencia, entre ambas estructuras y oculta bajo los depósitos cuaternarios, de una falla de dirección NO-SE y trazado rectilíneo, subparalela al resto de las cartografiadas en esta sierra.

Los geólogos de la Canadian Oil Superior Ltd. (1979) interpretaron los cabalgamientos del interior de la cuenca de Enriquillo como estructuras que acababan enraizando en una superficie general de despegue que ellos identificaron con el techo de la Fm. Sombrerito. En su reinterpretación de las líneas sísmicas, Mann *et al.*, (1999) descartan la existencia de una superficie de despegue y dibujan planos de cabalgamiento subverticales que también afectan a la Fm. Sombrerito y penetran al menos hasta la parte alta de la Fm. Neiba superior (Fig. 19). A la vista de la cartografía de superficie y sin más datos que los ya citados, parece que esta última es una opción más congruente con la estructura regional. No obstante, también es cierto que en las líneas sísmicas se observa una disarmonía en el plegamiento y despegue de la Fm. Angostura respecto a las infrayacentes Fms Trinchera (muy adelgazada) y Sombrerito, así como una tendencia de esta formación a acumularse y formar engrosamientos diapíricos en las charnelas anticlinales. Por esta razón, no se descarta que, al menos en el ámbito de depósito de la Fm. Angostura, se puedan producir despegues parciales de la serie a favor de cabalgamientos locales algo más tendidos que enraizarían en esta formación; este pudiera ser el caso, y así se ha interpretado en los cortes, del mencionado cabalgamiento de la laguna del Rincón (Fig. 15).

3.3.3. La fracturación. La falla de Enriquillo

La zona de estudio está afectada por una intensa fracturación, cuyo estudio en detalle excede los objetivos del proyecto. Por esta razón, en este trabajo se ha optado por hacer un análisis cartográfico de la misma, enfocado principalmente a determinar su posible relación con las estructuras de plegamiento y cabalgamiento descritas en párrafos anteriores. Las pautas de la fracturación son muy complejas y su incidencia es desigual en los distintos dominios que intervienen en la zona de estudio, aunque sobre esta última cuestión hay que prevenir ante el posible efecto distorsionador que conlleva una cartografía regional realizada por distintos autores.

En la Fig. 18 se representan las principales fallas y fracturas que afectan a la zona de estudio, seleccionadas y sintetizadas a partir de las cartografías 1:50.000 de cada Hoja. En la Fig. 18 se han resaltado en color y por familias o sistemas, aquellas fallas en las que las evidencias cartográficas permiten asignarles un sentido de movimiento. Se han dejado en blanco y negro y sin resaltar aquellas fallas en las que no se ha podido determinar el sentido de movimiento o en las que éste no es tan evidente, aunque en algunas de ellas también se ha indicado.

Hay dos sistemas en los que sus fallas presentan direcciones y sentidos de desplazamiento bastante consistentes. Son los sistemas NNO-SSE y ENE-OSO que, en planta, reproducen mayoritariamente sentidos de movimiento en dirección, dextrales y sinestrales, respectivamente. Ambos sistemas alteran y modifican las trazas de los pliegues y cabalgamientos pero es el segundo el que de forma más clara muestra una relación genética con ellos, como se desprende de sus relaciones de corte, asintóticas y escalonadas. Este sistema es el principal responsable de los giros en planta y alabeos de las estructuras mayores de la zona de estudio, especialmente en la sierra de Neiba, donde, además, sus fallas delimitan transversalmente las terminaciones de los grandes núcleos anticlinales y les confiere un aspecto romboidal o de facoides a gran escala. Pese a estos efectos cartográficos tan evidentes, las fallas asociadas a este sistema tienen trazados en superficie poco netos y discontinuos que quizá se puedan explicar por su funcionamiento temprano desde las primeras etapas del plegamiento o, también, porque en realidad representen el reflejo en superficie de accidentes de zócalo.

El sistema NNO-SSE tiene su mayor incidencia en el sector central de la sierra de Neiba y en el sector SO del margen norte de la sierra de Batoruco, donde sus fallas presentan, especialmente en la primera, trazados muy netos y acusados desplazamientos en planta con sentido dextral. En la sierra de Neiba, algunas fallas de este sistema producen, en pliegues y cabalgamientos, efectos similares al descrito anteriormente, que evidencian su desarrollo simultáneo con ellos, aunque, en general este sistema muestra, respecto al anterior, mayores pautas de sobre imposición a las estructuras. En esta misma sierra, este sistema de fallas presenta un cierto giro en planta y pautas asintóticas, al menos en apariencia, contra la traza discontinua de la falla de Enriquillo, consistente con el sentido de movimiento sinistral de ésta. Se han incluido dentro de este mismo sistema, las fallas de dirección NO-SE que afectan, con igual sentido de desplazamiento, a la sierra de Martín

García y al sector NO de la sierra de Bahoruco, si bien no se descarta que, al menos en este último caso, se trate de sistemas individualizados diferentes.

En la Fig. 18 se ha separado con distinto color, un sistema de dirección NE-SO a NNE-SSO, con un registro casi exclusivo en la sierra de Neiba donde se caracteriza por cortar a las estructuras principales en sentido casi perpendicular. Las fallas de este sistema tienen pautas de movimiento peor definidas que los anteriores y parte corresponden a fallas con componente normal y otra parte a desgarres con desplazamientos menores tanto dextrales como sinestrales.

Completan el esquema de fracturación de la zona de estudio numerosas fallas de dirección E-O a ONO-ESE que, en general, muestran desplazamiento sinestrales de pequeña cuantía. Estas fallas son subparalelas a la falla de Enriquillo y se desarrollan principalmente al norte de ésta, donde parecen formar un corredor o una banda o de cizalla muy distribuida que coincide en anchura con el propio dominio de la sierra de Neiba.

Elemento principal dentro del esquema de fracturación es **la falla de Enriquillo**. En su prolongación hacia el oeste por la península meridional de Haití, esta falla presenta un trazado E-O relativamente neto al que se asocian inflexiones contractivas, escarpes, desplazamientos de la red de drenaje y elevaciones de arrecifes subactuales, que han permitido determinar sin ambigüedad su sentido de desplazamiento sinestral (Mann *et al.*, 1995), aunque no del todo la cuantía del mismo, que algunos autores han estimado en 30-50 km (Van der Berghe 1983; Calmus 1983). En territorio dominicano, ya dentro de la zona de estudio, esta falla queda oculta bajo los depósitos cuaternarios del lago Enriquillo y a partir de aquí, comienzan las estructuras en relevo y los puentes y su trazado cartográfico es difícil de determinar hasta su completa desaparición en el seno de la Cuenca de Azua, posiblemente contra el accidente de Beata. En el presente trabajo se adopta como solución más plausible, la propuesta por Mann (1983) y Mann *et al* (1991) que en sus cartografías, sitúan la falla coincidiendo con la costa norte de la isla Cabritos y con la terminación meridional de la sierra de Neiba. En la zona del lago Enriquillo, este autor basa sus argumentos en la estructura anticlinal muy localizada que (en las líneas sísmicas) se observa en el subsuelo de la isla Cabritos: el autor interpreta esta isla y las dos más pequeñas situadas hacia el este, como tres anticlinales sucesivos, escalonados en sentido sinestral contra la traza de la falla. Refuerza su hipótesis, el levantamiento topográfico del arrecife subactual a la altura de Las Clavellinas, medido por el mismo autor y colaboradores

por medios taquimétricos y que se relaciona con el movimiento de la falla (Taylor *et al.*, 1985). En el presente trabajo, se ha podido comprobar, en este mismo punto (Hoja de la Descubierta, X: 0230800.; Y: 5047600), un notable basculamiento hacia el sur (20-25°) de la serie limoarcillosa que acompaña al arrecife, que se puede atribuir al mismo efecto.

En el sector más oriental de la zona de estudio, la falla de Enriquillo se relaciona con el trazado rectilíneo del margen meridional de la sierra de Neiba más aún si se considera la disposición escalonada sinistral de los pliegues que afectan a esta sierra, contra ella. En este sector, Mann *et al.* (1995) ya identificaron escarpes de terraza, contrastes de vegetación, desplazamientos en la red de drenaje y manantiales con travertinos que asociaron con su movimiento. En el presente trabajo se han cartografiado varias fallas de dirección E-O que cortan y desplazan los sistemas de abanicos aluviales más antiguos procedentes de esta sierra, sin que ninguna de ellas se pueda identificar con la traza concreta de esta falla, aunque también puede ocurrir que en este sector la falla se ramifica en varios ramales.

3.3.4. Correlación de la estructura con el mapa de aeromagnético.

Al comienzo de los trabajos cartográficos, la geofísica aerotransportada se ha revelado como una herramienta de gran utilidad para definir la estructura regional y fijar los principales objetivos a investigar en cada zona. Sin embargo, a medida que avanzaban los trabajos, se ha podido comprobar una gran la fidelidad entre la geología y estructura de superficie y las anomalías geofísicas. Por esta razón, una vez concluida la cartografía parece razonable revisar la correlación entre ambas. En la zona SO del proyecto L esta correlación se realiza con el mapa de gradiente magnético vertical ya que ofrece una imagen más próxima a la superficie que el reducido al polo. En esta zona el mapa radiométrico presenta amplias áreas con vacíos de datos y su respuesta no ofrece mejoras respecto al de gradiente vertical.

CORRELACIÓN DE LA GEOLOGÍA Y LA ESTRUCTURA DE LA ZONA L-Sudoeste CON
EL MAPA AEROMAGNÉTICO DE GRADIENTE VERTICAL

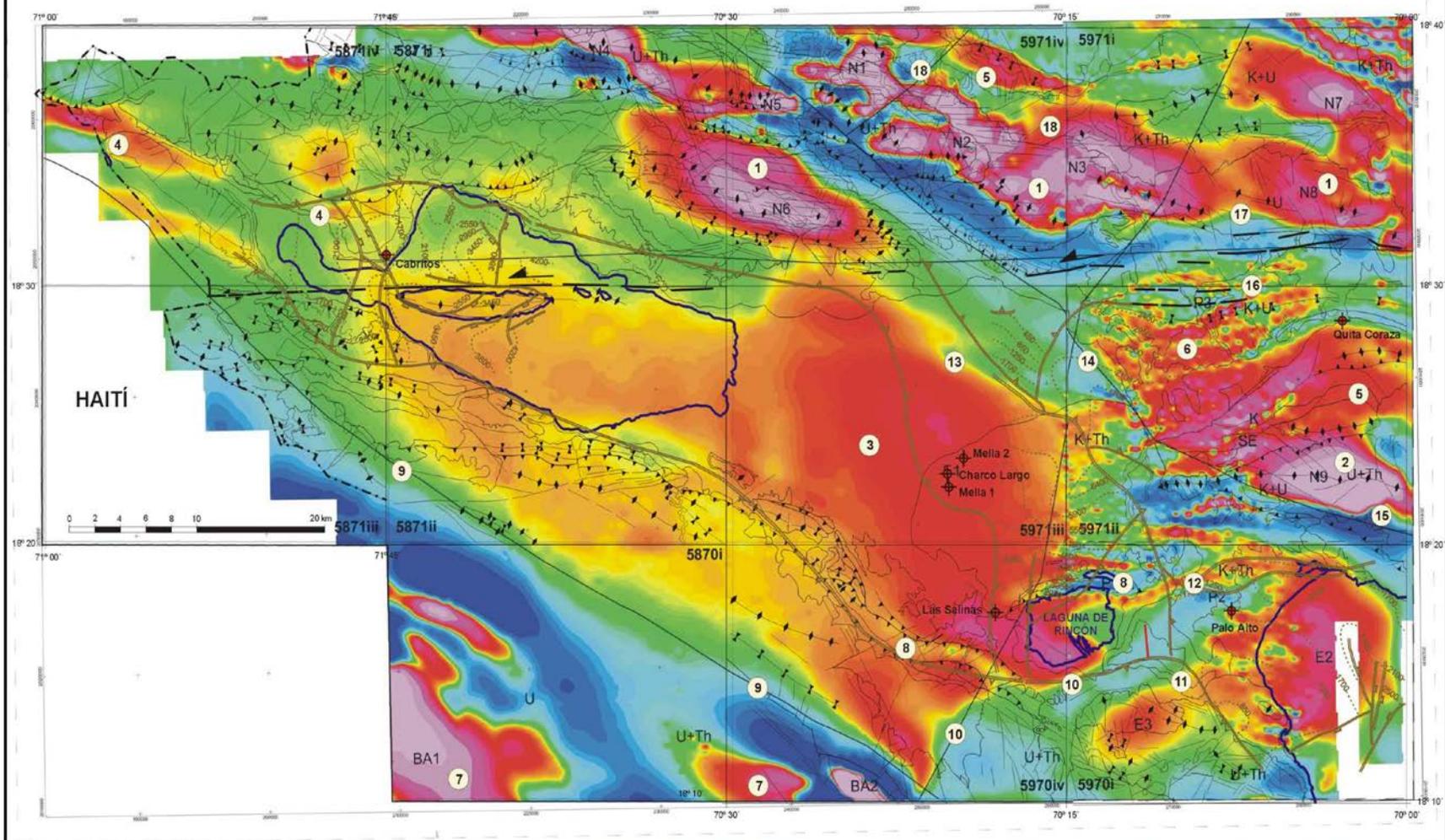


Fig. 14 – Correlación de la geología con el mapa aeromagnético (gradiente vertical) del Proyecto L_ Zona SO

En la Fig. 14 se han superpuesto los contactos geológicos y las estructuras extraídas del esquema geológico regional de la zona (Fig. 7), al mapa de gradiente vertical, en el que se han dejado las etiquetas correspondientes a las principales anomalías descritas en el informe de preliminar elaborado al comienzo de este proyecto por García Lobón (2003). Los números corresponden a las distintas anomalías, puntos o alineaciones que se enumeran a continuación y que, para este efecto, se han dividido en aquellas relacionadas con la litología y las que reflejan aspectos estructurales.

3.3.4.1. Anomalías relacionadas con la litología:

Probablemente la correlación más obvia en toda la zona corresponde a las de anomalías N1 a N8 con el volcanismo del Complejo Volcanosedimentario de El Aguacate. Esta correlación es tanto litológica como estructural por cuanto estas anomalías reproducen la presencia de este volcanismo y las estructuras anticlinales a las que está cartográficamente asociado, incluida su disposición escalonada. Sin embargo, llama la atención que estas anomalías reproduzcan mejor la estructura de los anticlinales que el propio contorno de los afloramientos del Complejo Volcanosedimentario, lo que no ocurre con otras anomalías de origen litológico. Se desconoce si la anomalía recoge la fuente profunda del volcanismo, aunque a este respecto hay que recordar que en la Fm. Neiba inferior, que ocupa el núcleo de las estructuras, no se han observado inyecciones, diques u otro efecto que vaya a favor de esta hipótesis.

Una anomalía similar a las anteriores coincide con el núcleo de la sierra de Martín García por lo que es de esperar que en niveles relativamente someros de la Fm. Neiba superior también haya intercalaciones volcánicas que, no obstante, no se ha reconocido en superficie.

La anomalía E1 que ocupa toda la zona central de la cuenca se interpreta en el informe preliminar como una "placa magmática" asentada a una profundidad entre 3.000 y 4.500 m y que pudiera corresponder a una lámina basáltica. Parece acertada esta interpretación puesto que el sondeo Charco Largo identifica dentro de la serie de la Fm. Angostura varias intercalaciones de dioritas hornbléndicas.

Las intercalaciones volcánicas que presenta la Fm. Sombrerito en la Hoja de Boca Cachón producen anomalías puntuales muy netas. El tipo de anomalía es el mismo que reproducen los afloramientos de esta misma formación en el frente de la sierra de Bahoruco pese a que en ellos no se han identificado intercalaciones volcánicas en superficie.

Los afloramientos de la Fm. Trinchera dan lugar a anomalías que prácticamente mimetizan sus contactos cartográficos. En este caso las anomalías las causa el prácticamente exclusivo origen volcánico e ígneo de los materiales detríticos que constituyen esta formación en los que la magnetita causa anomalías que cartografían fielmente sus contactos.

Una respuesta similar da la Fm Arroyo Blanco en el sinclinal de Los Güiros, también debido a que, puntualmente, en esta zona tiene un contenido elevado en materiales siliciclásticos de procedencia volcánica. Una anomalía negativa reproduce, en el flanco sur de este sinclinal, el tramo cartográfico correspondiente a la Fm. Quita Coraza.

En la parte más meridional de la sierra de Bahoruco, en parte fuera de la zona de estudio, las acusadas anomalías denominadas BA1 y BA2 coinciden con los afloramientos de la Fm. volcánica La Ciénaga/Dumisseau del Cretácico Superior.

Los afloramientos de la Fm. Angostura dan una respuesta desigual puesto que el de la laguna del Rincón coincide con una anomalía negativa, mientras que los de La Salina se asocian a una anomalía positiva.

3.3.4.2. Anomalías relacionadas con estructuras:

La sierra de Bahoruco produce una acusada alineación magnética que coincide con el contacto cartográfico fallado y rectilíneo entre las Fms. Neiba superior y Sombrerito (en parte, fuera de la zona de estudio)

En la Hoja de La Salina una alineación magnética NE-SO que pasa por el límite sur de la laguna del Rincón, marca: el límite SE de la anomalía E1 en el interior de la cuenca; el límite SE de la escama de Fm Angostura en el frente de sierra de Bahoruco; y el contacto entre las Fms Neiba superior y Sombrerito al sur de éste. Esta alineación es subparalela a las

fallas NE-SO que afectan al frente de la sierra en la transversal de La Salina y se puede interpretar como una de ellas.

Inmediatamente al SE de la anterior, varias fallas de dirección NO-SE separan las anomalías E2 y E3 con un aparente movimiento dextral entre ambas, similar al que se deduce en superficie para fallas de igual orientación en otros puntos de la sierra de Bahoruco.

En esta misma zona una anomalía de gradiente magnético vertical parece conectar el cabalgamiento de la laguna de El Rincón con el doble cabalgamiento que en el subsuelo se ha cartografiado limitando la sierra de Martín García y ello sugiere su posible conexión.

Paralela a la alineación magnética de la sierra de Bahoruco, otra alineación muy marcada determina la terminación NE de la anomalía E1 en el subsuelo de la cuenca de Enriquillo. Esta alineación se superpone en parte a la traza del cabalgamiento más oriental cartografiado en el subsuelo de la cuenca y se prolonga hacia el NO para marcar el límite meridional de la anomalía que se asocia al anticlinal de Las Cañitas.

Inmediatamente al NE de la anterior y paralela a ella, existe otra alineación magnética que ya se señaló en el informe preliminar. La alineación tiene dirección NO-SE y en su segmento norte viene a coincidir con las fallas o cabalgamientos que limitan el sinclinal de Apolinar Perdomo, si bien también parece que reproduce los materiales margosos poco magnéticos de la Fm. Sombrero que ocupan el núcleo de este sinclinal. Esta alineación es todavía más espectacular en su segmento meridional donde produce el giro e inflexión en sentido dextral de la anomalía magnética asociada a las series que forman el sinclinal de Los Güiros y la estructura de Quita Coraza

Quizá en continuidad con el anterior, el margen meridional cabalgante de la sierra de Martín García coincide con una alineación en la que el acusado contraste de anomalías (mínimo al sur y máximo al norte, es consistente con el fuerte salto en la vertical que se le deduce en la cartografía

Al norte de la sierra de Martín García, el mapa de gradiente vertical reproduce con gran fidelidad el sinclinal de Los Güiros

El trazado rectilíneo del margen meridional de la sierra de Neiba produce una acusada alineación magnética que refuerza la hipótesis de su relación con la traza de la falla de Enriquillo

La anomalías relacionadas con el vulcanismo de la sierra de Neiba y sus anticlinales reflejan desplazamientos o interrupciones bruscas en sentido NE-SO o ENE-OSO que se deben asimilar a las fallas con esta misma dirección cartografiadas en superficie.

3.4. Modelo de evolución tectónica de la zona de estudio y edad de la deformación

La integración de los datos estructurales procedentes de todas las Hojas que engloban a la cuenca de Enriquillo y sus sierras circundantes (Neiba, Bahoruco y Martín García) permite comprender mejor el tipo de deformación regional y la relación entre las diferentes estructuras. El conocimiento regional alcanzado durante la elaboración del Proyecto L-Zona SO (SYSMIN) de Cartografía Geológica de la RD y los datos ya existentes (Mann 1983; Norconsult 1983; McLaughlin *et al.* 1991; Mann *et al.* 1991c, Mann *et al.* 1994; Mann *et al.* 1995; Mann *et al.* 1999; entre otros) permiten observar que la zona de estudio está dominada por estructuras contractivas con una fuerte participación de desgarres. Para su análisis, en una zona de este tipo se debe tener en cuenta tanto la geometría en corte de las estructuras como su desarrollo en planta. La Fig. 18 presenta un mapa estructural integrado, procedente de las diferentes Hojas del proyecto y la Fig. 15 una serie de cortes a través de las estructuras mayores. La descripción detallada de cada zona se puede encontrar en las memorias correspondientes.

Los cortes seriados de la Fig. 15 (ver también Fig. 16) dan cuenta principalmente del carácter compresivo de la estructura general que viene definida por los cabalgamientos de alto ángulo y con sentido opuesto de las Sierras de Bahoruco y de Neiba sobre la cuenca de Enriquillo y por el perfil sinclinal de ésta entre ambas, que le confiere el carácter de “cuenca entre rampas” (*ramp basin*) ya descrito en la literatura (Mann *et al.* 1991 b). Los cortes también muestran el carácter más localizado del frente cabalgante de la sierra de Bahoruco respecto al perfil más transicional entre la sierra de Neiba y la cuenca de Enriquillo, así como los cabalgamientos en el interior de ésta que, con vergencia sur, involucran a la Fm. Angostura, con un comportamiento halocinético añadido. En el corte más oriental, la Sierra de Martín García emerge como un gran anticlinal en el seno de la cuenca, con márgenes cabalgantes sobre ella, el meridional, de alto ángulo y con un importante salto en la vertical,

y el septentrional, más gradual, se articula con sucesivos cabalgamientos de ángulo medio y menor salto. No son cortes geológicos de "*plane strain*", debido a la existencia de muchos desplazamientos fuera del plano (desgarres) y por ello solo proporcionan una idea de una componente del acortamiento, el medido perpendicularmente a la dirección de los pliegues, que para el horizonte de la base o el techo de Fm. Sombrerito (y equivalentes) se ha calculado de 7,5 km (10%), en el corte C-C', a 11,75 km (15%), en el corte D-D'.

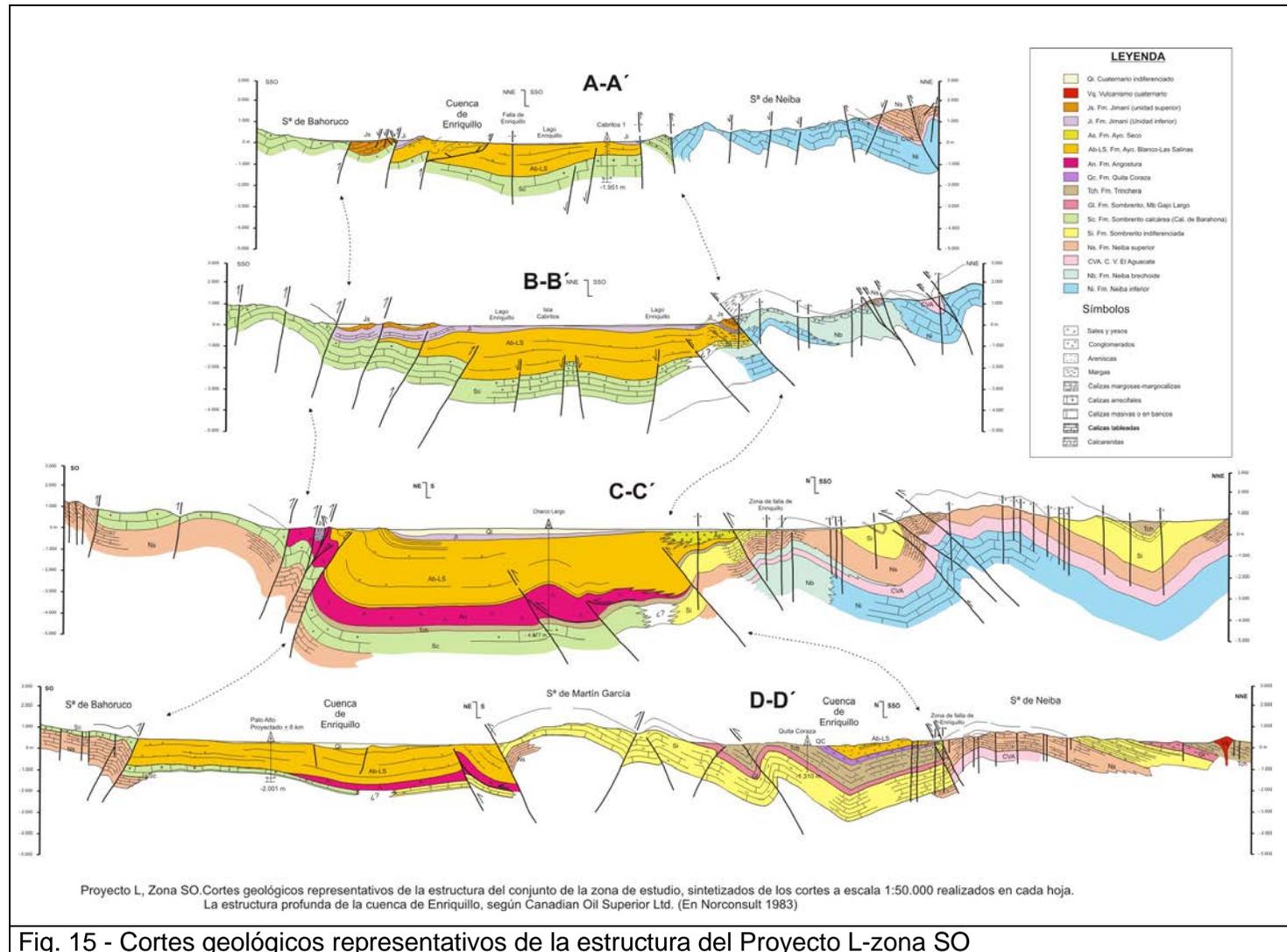


Fig. 15 - Cortes geológicos representativos de la estructura del Proyecto L-zona SO

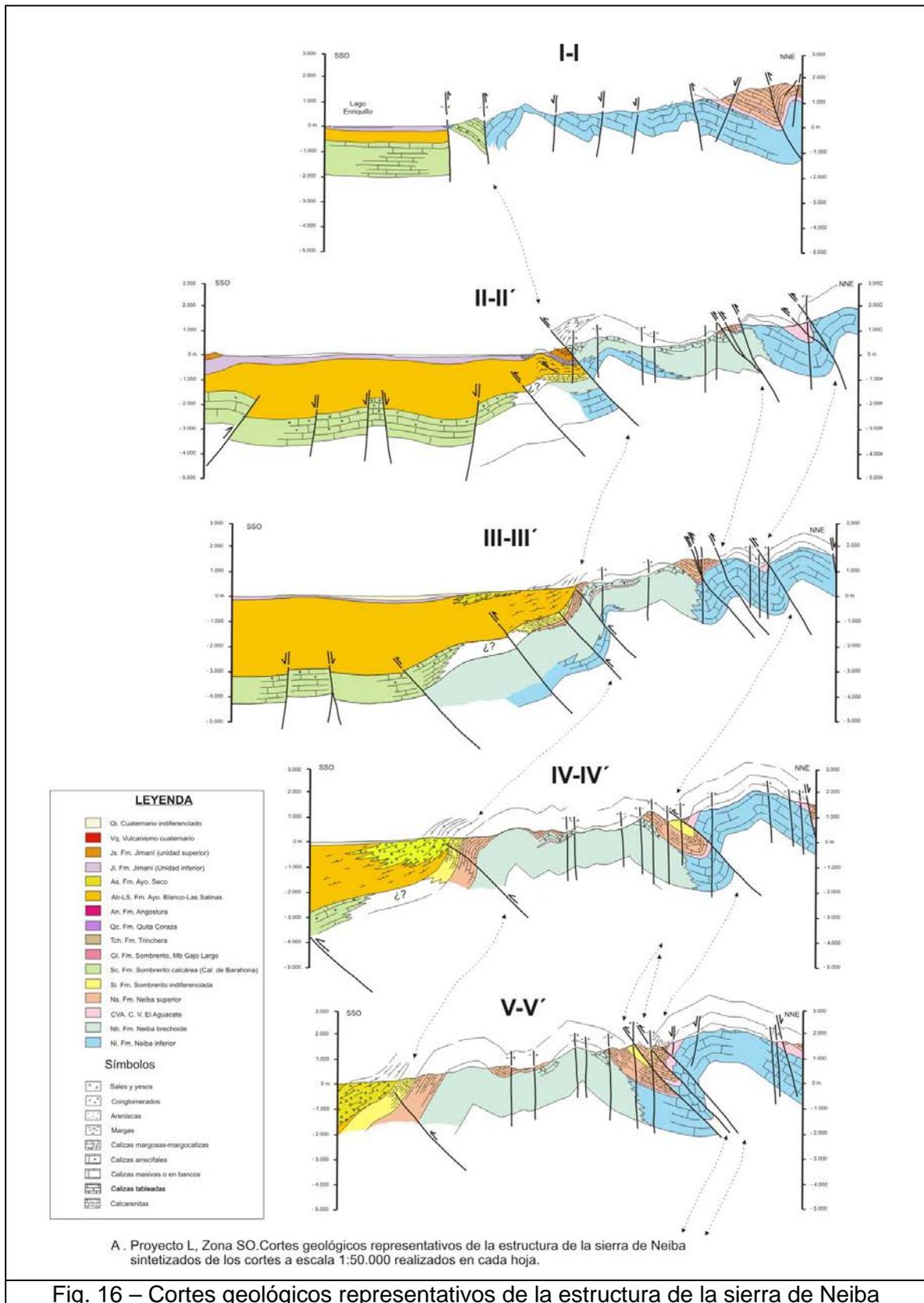


Fig. 16 – Cortes geológicos representativos de la estructura de la sierra de Neiba

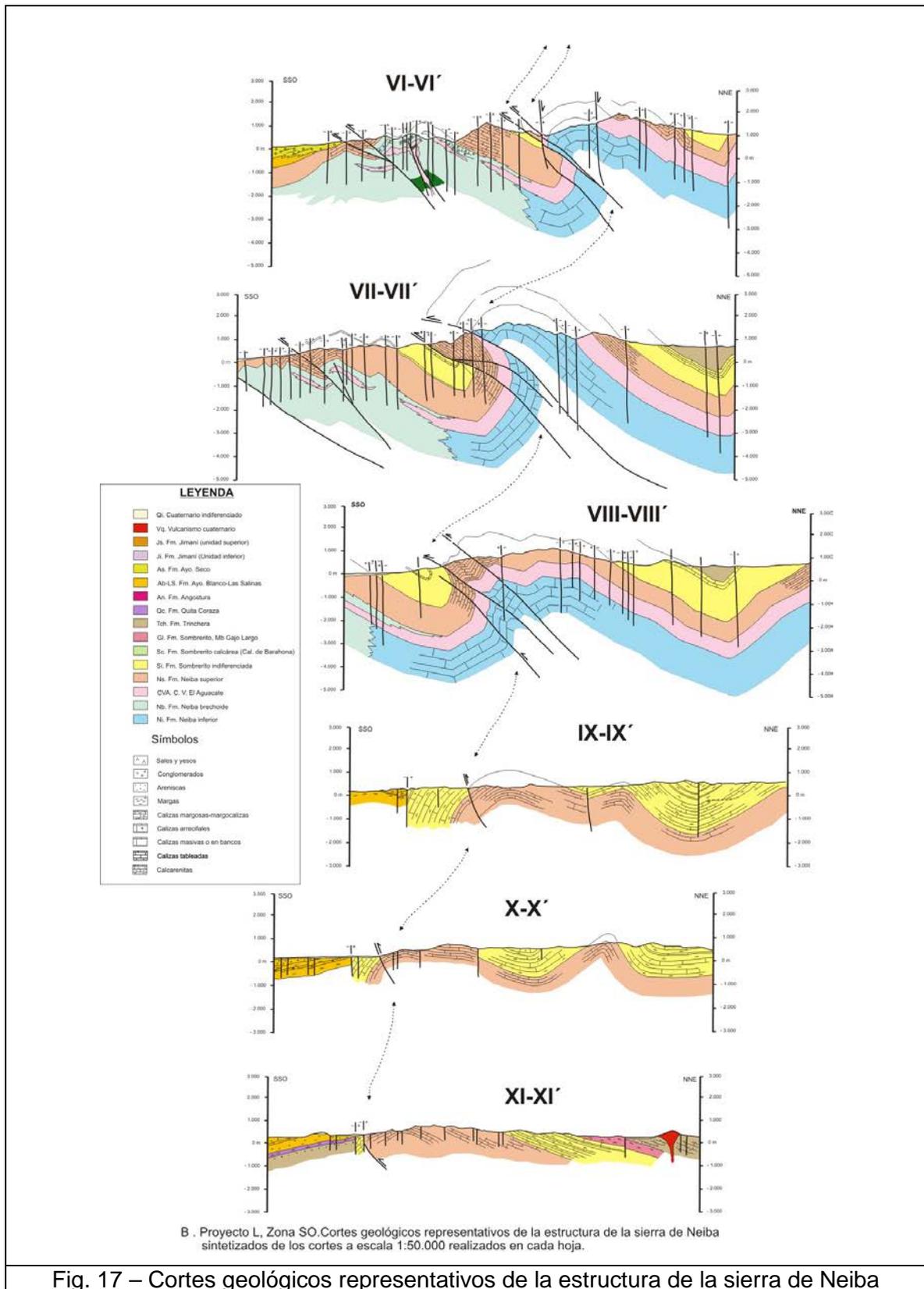
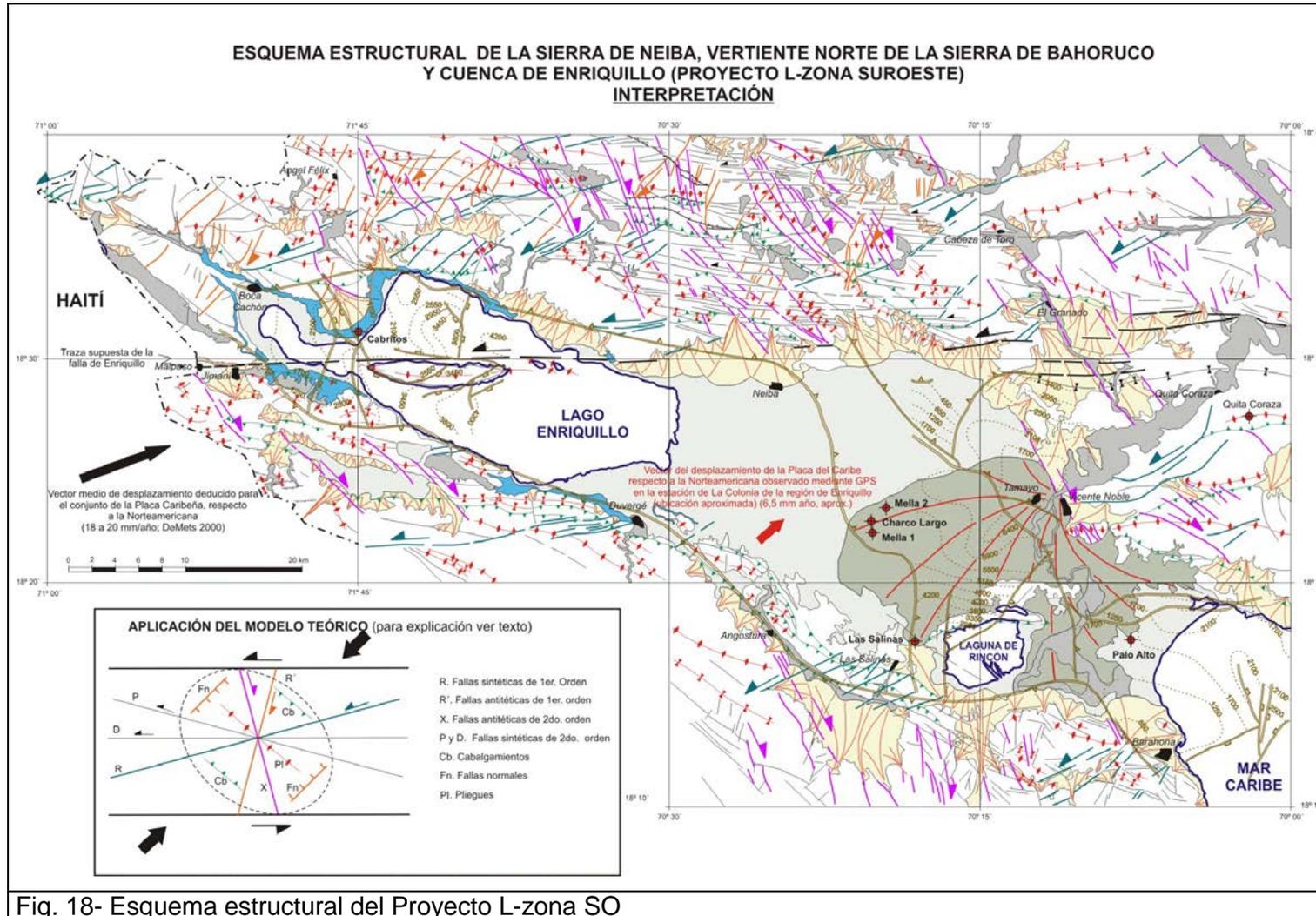


Fig. 17 – Cortes geológicos representativos de la estructura de la sierra de Neiba



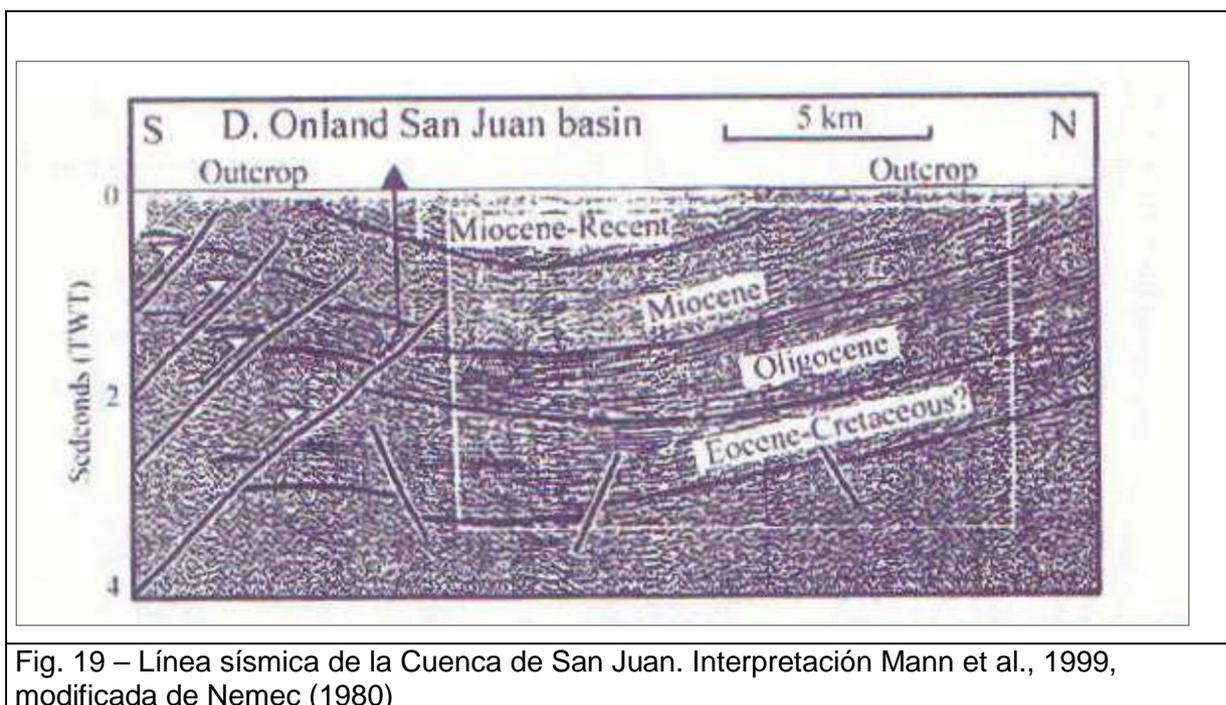


Fig. 19 – Línea sísmica de la Cuenca de San Juan. Interpretación Mann et al., 1999, modificada de Nemec (1980)

En la sierra de Neiba, los cortes (Fig. 16) muestran la geometría dominante de sus pliegues con ángulos entre flancos relativamente abiertos (120°) a algo cerrados (75°) y planos axiales subverticales o ligeramente vergentes al sur. Una excepción a esta pauta general es la estructura cabalgante del anticlinal de El Aguacate sobre el sinclinal de Apolinar Perdomo, en la que la traslación en la horizontal superior a 2 km se resuelve mediante dos cabalgamientos con planos algo más tendidos que producen una vergencia al sur más acusada. El perfil geométrico individual de estos pliegues y, sobre todo, el de esta última estructura, es comparable al de los pliegues de propagación de falla. La ausencia de perfiles sísmicos en el interior de esta sierra impide conocer si, en profundidad, estos planos enraízan con alguna superficie de despegue o, más bien, como parece deducirse de la cartografía, tienden a la verticalización. La estructura del margen norte de la sierra de Neiba, muestra el mismo tipo de pliegues, limitados igualmente por cabalgamientos de alto ángulo, aquí vergentes al norte (García y Harms 1988). El cambio de vergencia, desde el sinclinal de Vallejuelo hacia el norte, no obstante, se intuye ya en la Hoja de Villarpando (cortes D-D', Fig. 15; y IX-IX', Fig. 17),. Una línea sísmica con buena resolución, realizada para la exploración petrolífera de la Cuenca de San Juan (Fig. 19; Nemec 1980) resulta definitiva

de la estructura del margen norte de la sierra de Neiba. En ella, los principales reflectores identificados en el seno de la cuenca resultan afectados, en el contacto con la sierra, por sucesivos cabalgamientos de alto ángulo que se verticalizan aún más en profundidad. Una observación adicional en esta línea es que las secuencias de relleno de la cuenca comprendidas entre estos reflectores apenas muestran acunamiento hacia este margen.

La estructura, en corte, de la Sierra de Martín García responde a las mismas pautas que la sierra de Neiba y lo mismo se puede decir de la vertiente norte de la sierra de Bahoruco donde todavía es más evidente la asociación del plegamiento, incluida la franja frontal más deformada, a fallas inversas o cabalgamiento de alto ángulo.

Un análisis de las pautas cartográficas y la evolución en planta de los pliegues y cabalgamientos y su relación con la fracturación ya descritas en apartados anteriores (Fig. 7 y Fig. 18) muestra las siguientes observaciones: 1) los pliegues anticlinales presentan una geometría no cilíndrica, cónica, con doble inmersión de sus charnelas en corto espacio; 2) existe un relevo relativamente rápido de los pliegues, proporcionando una disposición escalonada de los mismos y de los cabalgamientos que los limitan contra fallas o sistemas de fallas que los interrumpen o desplazan asintóticamente hacia su traza; 3) muchos de los aparentes cabalgamientos en el trazado cartográfico se observa finalmente que tienen una importante componente como fallas con movimiento en dirección; 4) existe un gran desarrollo de varios sistemas de fallas con direcciones y sentidos de movimiento, en general consistentes entre sí, aunque las relaciones de corte entre ellos muestran pautas complejas que revelan cambios en el sentido de movimiento a lo largo de su historia.

De acuerdo con lo anterior, la evolución estructural de la zona de estudio se explica bien en un contexto compresivo regulado por desgarres sinestrales o, quizá, en un contexto transpresivo levógiro. El modelo que se propone, al menos para los últimos estadios de la deformación se recoge, de forma simplificada, en el esquema adjunto de la Fig. 18: Responde a un modelo sencillo de cizalla subvertical en régimen transpresivo (o de convergencia oblicua) sinestral que, con dirección E-O y dimensiones regionales afectaría en su totalidad al ámbito de la zona de estudio durante un amplio lapso de tiempo, de acuerdo con los sedimentos sintectónicos asociados. La dirección de máximo esfuerzo, NE-SO, es aproximadamente normal a la traza de los pliegues y cabalgamientos principales y

coincide con la obtenida por algunos autores mediante el análisis de la fracturación (Van den Berghe 1983). Al ser una región con una fuerte heterogeneidad litológica sometida a una deformación rotacional, es difícil clasificar cada una de las estructuras existentes y atribuirles con precisión a un determinado sistema dentro del citado modelo, no obstante, los atributos de las fracturas y la posición de los pliegues y cabalgamientos muestran un alto grado de acuerdo con la interpretación global. Los sistemas de fracturación se han interpretado cinemáticamente en la Fig. 18, respecto a la dirección de la cizalla principal representada por la falla de Enriquillo, en los siguientes términos (Tchalencko 1968, Rutter *et al.* 1986): sistema ENE-OSO, fallas de tipo R o Riedel sintéticas de primer orden; sistema NNO-SSE, fallas de tipo R' antitéticas de primer orden; sistema NNE-SSO, fallas de tipo X, antitéticas de segundo orden; sistemas ONO-ESE a E-O, fallas sintéticas de segundo orden subparalelas (D) o ligeramente oblicuas (P) a la dirección de cizalla principal y con igual sentido de movimiento sinistral que ella; también se identifican fallas normales de NE-SO subparalelas a la dirección de máximo esfuerzo.

En cuanto a la edad de la deformación, ésta viene determinada en el ámbito de la zona de estudio y su entorno regional por los siguientes eventos:

- En la Cordillera Central, el depósito esencialmente caótico de la Fm. Ocoa, a partir del Eoceno Superior alto, en un surco fuertemente subsidente, se relaciona con la implantación de un frente activo como es el levantamiento y aproximación del Arco de Islas Circum-Caribeño (Fm. Tireo) hacia el SO. Comienza así la inversión de la cuenca trasera de arco de Trois Rivières-Peralta (Dolan *et al.* 1991; Heubeck y Mann 1991; Hernaiz Huerta 2000 b; Hernaiz Huerta y Pérez-Estaún 2000).
- Al norte de la Cuenca de San Juan (por ejemplo, en la Hoja de Bánica, Sanz y Soler 2004) existen discordancias progresivas relacionada con los pliegues del margen meridional de la Cordillera Central.
- En la zona específica de estudio no hay evidencias de deformación hasta, al menos el Mioceno Superior, coincidiendo con el depósito en esta zona de la Fm. Trinchera. La deformación no obstante fue suave, en forma de pequeños umbrales, como demuestra el hecho de que las mismas facies turbidíticas que caracterizan esta formación en el

centro de la cuenca, también se encuentren en algunos sinclinales interiores de la sierra de Neiba.

- La deformación principal en la zona de estudio ocurre a partir del Plioceno Inferior-Medio con el levantamiento continuado de las Sierras de Neiba, Bahoruco y Martín García y su cabalgamiento sobre la cuenca de Enriquillo. El análisis de la subsidencia de la cuenca mediante la descompactación de la columna de sedimentos registrada en el sondeo central de Charco Largo (Mann et al. 1999) refleja el primer impulso tectónico, ya mencionado, correspondiente al depósito de la Fm. Trinchera y a la parte baja de la Fm. Angostura y, posteriormente, este impulso principal, que coincide con el depósito de las Fms. Arroyo Blanco-La Salina y Jimaní. Estas formaciones constituyen el relleno principal en el sector central de la cuenca, con un espesor total cercano a los 3.000 m. y en los márgenes de la cuenca, llevan asociadas tectofacies conglomeráticas que proceden directamente de la denudación de las sierras limítrofes. Aunque es muy posible que estas tectofacies se desarrollaran todo a lo largo de sus respectivas secuencias, parece que se concentran principalmente a techo de las mismas (Fm. o facies Arroyo Seco a techo de la Fm. Arroyo Blanco-La Salina, y conglomerados rojos de la unidad superior de la Fm. Jimaní). Los conglomerados rojos de la unidad superior de la Fm. Jimaní parecen enrasar, en la parte alta de la sierra de Bahoruco, con una primer a superficie de erosión a la que estarían ligados fenómenos de alteración y karstificación a gran escala
- La deformación y el levantamiento continúan durante todo el Holoceno, hasta la actualidad, como pone de manifiesto la superposición y el encajamiento de varios sistemas de abanicos aluviales al pie de las sierras, en general progradantes hacia el centro de la cuenca. En la Hoja de La Descubierta la cartografía de estos abanicos en relación con el arrecife subactual (9760 a 2820 ma; Taylor *et al.*, 1985) revela que los más antiguos son anteriores o coetáneos con éste y que los más modernos fosilizan incluso sus niveles más recientes.

3.5. Particularidades estructurales de la Hoja La Salina

3.5.1. Introducción

La complejidad estructural de la Hoja de La Salina es resultado de la actividad tectónica de una zona transpresiva, globalmente siniestra, del complejo de colisión del Caribe. (Dolan and Mann, 1998 ; Calais et al. 1998 ; Mann et al. 2002).

Esta Hoja puede dividirse en dos unidades estructurales continuas de formaciones sedimentarias y estatigráficamente distintas. Están separadas por accidentes mayores de escala crustal. Al sur se sitúa el anticlinorio de la sierra de Bahoruco. El norte de la Hoja está ocupado por las formaciones, globalmente sinclinales, del lago Enriquillo.

3.5.2. La sierra de Bahoruco

La sierra de Bahoruco es un vasto anticlinorio. Los anticlinales están separados por fallas inversas y terminan, al norte, por pliegues más estrechos, asociados a los cabalgamientos frontales del macizo. La superficie actual del macizo, corresponde a una paleosuperficie afectada por una karstificación intensa.

Las hondonadas sinclinales del macizo, muy apretadas, corresponden al paso de fallas inversas y están ocupadas en la actualidad por las dolinas del karst.

3.5.3. La cuenca de Enriquillo

La cuenca de Enriquillo, constituida principalmente por estructuras sinclinales, está ribeteada por desniveles no visibles del afloramiento. Sin embargo, una red de fallas normales curvas, asociadas a la estructuración sinclinal, recuerda una apertura en “*pull-apart*” de la cuenca, subrayada por el depósito sintectónico de las formaciones periarrecifales del lago Enriquillo. En la esquina NE de la Hoja, un anticlinal con vergencia sur corta perpendicularmente la orientación NO-SE de la cuenca Enriquillo. Está bordeado al SE por un cabalgamiento con vergencia sur.

3.5.4. Las fallas

Les fallas corresponden principalmente a fallas inversas y desgarres.

Las grandes fallas de la sierra de Bahoruco no son visibles al afloramiento; se deducen de la geometría de los pliegues. Las fallas frontales, cabalgamientos del macizo de Bahoruco, son visibles al afloramiento. El accidente principal está marcado por “*gouges*” en las formaciones arcillosas y laminadas. Su buzamiento es de aproximadamente 45° hacia el sur.

3.5.5. Las deformaciones

3.5.5.1. Primera deformación

La primera deformación afecta las calizas de la sierra de Bahoruco. Son pliegues con eje sub-horizontal NO-SE, isopacos y muy abiertos, que constituyen una onda principal con un anticlinal principal y un sinclinal. Una parte de este plegamiento es anterior a la paleosuperficie que desarrolló el karst en las calizas de la Fm. Sombrerito. Estos pliegues están afectados por dos generaciones de fallas: la primera es contemporánea y separada generalmente de los pliegues; la segunda es una red de fallas normales, de dirección N80°E, posterior a la formación de la paleosuperficie. Dicha paleosuperficie se observa muy bien en la Hoja vecina de Duvergé.

3.5.5.2. Segunda deformación

La segunda fase de deformación está constituida por diversos tipos de fallas y pliegues. Los pliegues frontales de la sierra de Bahoruco son contemporáneos de las molasas pleistocenas de la Fm. Arroyo Seco, desarrollada alrededor de la cuenca Enriquillo. Con vergencia norte, estos pliegues deforman la paleosuperficie del karst de la sierra de Bahoruco (Calais and al. 1998).

Una red de fallas normales conjugadas, afecta la paleosuperficie de la sierra de Bahoruco. La prolongación de dichas fallas, por debajo de las formaciones del lago Enriquillo, son probablemente al origen de la laguna del Rincón. Se puede concebir el funcionamiento de las estructuras tectónicas posteriores a la paleo-superficie contemporánea, en el seno de un dispositivo “*pull-apart*” al origen del lago Enriquillo.

4. GEOMORFOLOGÍA.

En el presente apartado se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo el origen de las mismas (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la Hoja, cuya representación aparece plasmada en el Mapa Geomorfológico a escala 1:100.000 de Barahona (5970), atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales) es tratado en el apartado correspondiente a la estratigrafía de los materiales cuaternarios.

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

4.1. Análisis geomorfológico

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

4.1.1. Estudio morfoestructural

Como ya se ha señalado, el relieve de la Hoja de la Salina está condicionado fundamentalmente por su pertenencia a los dominios morfoestructurales de la hoya de Enriquillo y las sierras de Bahoruco y Martín García.

La sierra de Bahoruco se estructura como un gran antiforme de orientación NO-SE a E-O, cabalgante hacia el norte sobre la depresión. En detalle, su estilo se basa en una sucesión de pliegues más o menos amplios de idéntica orientación, desarrollados sobre una potente serie carbonatada paleógeno-miocena, que cabalga sobre un heterogéneo conjunto

pliocuaternario, si bien la acción de los desgarres NO-SE y E-O ha modificado, en mayor medida, la geometría original.

En el caso del antiforme que constituye la sierra de Martín García, en la Hoja sólo están representadas las estribaciones meridionales, constituidas por la serie carbonatada paleógena; su relación con la depresión es similar a la de la sierra de Bahoruco.

Pese al aspecto de extraordinaria monotonía que ofrece la hoya de Enriquillo, en detalle pueden distinguirse diversos subdominios: la depresión propiamente dicha, donde afloran exclusivamente materiales cuaternarios carentes de deformación y en la que se encuentra instalada la laguna del Rincón; las cuestas de los cerros de Peñón Viejo, dominio de materiales pliocenos monoclinales; los relieves de la loma de Sal y yeso, alineación de materiales pliocuaternarios muy deformados; y la depresión endorreica de Angostura, dispuesta entre dicha alineación y la sierra de Bahoruco.

El relieve de la zona no sólo está condicionado por la estructura, sino también por la naturaleza de los materiales que la forman; así la deformación impuesta a los materiales paleógeno-miocenos ha dado lugar a la morfoestructura básica de las sierras de Bahoruco y Martín García; así, son frecuentes los resaltes de capas asociados con la serie pliocena y las superficies estructurales relacionadas con algunos niveles de la Fm. Sombrerito.

4.1.2. Formas estructurales

Excepto en la planicie situada entre la bahía de Neiba y la laguna del Rincón, las formas estructurales se encuentran diseminadas por todo el ámbito de la Hoja. No obstante, es en la sierra de Bahoruco donde constituyen el condicionante fundamental de la morfoestructura; allí, la densa red de fracturación tiene una clara expresión morfológica, no sólo en el límite con la depresión, sino también en la orientación de las alineaciones montañosas internas, de diversos segmentos de la red fluvial y de las dolinas.

La morfogénesis estructural no sólo ha condicionado la morfoestructura, sino que también ha favorecido la acción posterior de otros agentes, como por ejemplo, el encajamiento lineal de algunos tramos de la red fluvial y la orientación de las dolinas.

Las fallas con expresión morfológica se agrupan en torno a la familia principal NO-SE, girando en el sector oriental hasta orientaciones cercanas a E-O; marcan los límites de las sierras, siendo especialmente abundantes en la de Bahoruco, de la cual condicionan la estructura interna. Pese a su menor longitud y cantidad, las transversales también tienen una expresión más o menos marcada.

Corresponden a fallas *normales* y *desgarres* cuya longitud puede superar 10 km, algunas de las cuales parecen responder al rejeugo de fallas inversas. En ocasiones, la presencia de rasgos morfológicos parece estar condicionada por una falla, sin que se tenga la total certeza de su existencia; en otras, las fallas parecen encontrarse bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos, habiéndose representado en ambos casos como fallas supuestas. Una de éstas parece haber condicionado el levantamiento de los cerros de Peñón Viejo, correspondiendo a una falla inversa.

Pese a la elevada velocidad con que la meteorización elimina o enmascara algunas formas, existen diversos rasgos derivados de la acción de fallas, entre ellos: facetas triangulares de escarpe de falla, especialmente conservados en el sector suroccidental.

Localmente también han adquirido cierta importancia las morfologías relacionadas con la distinta resistencia ofrecida por los materiales aflorantes a la meteorización, especialmente los resaltes de líneas de capas monoclinales acompañados de escarpes, frecuentes en las formaciones pliocenas del ámbito de La Salina y los cerros de Peñón Viejo. Aunque menos frecuentes, existen buenos ejemplares en relación con los niveles masivos del Mb. Barahona, a favor de los cuales también se conservan superficies estructurales degradadas, con buzamientos moderados; otro tanto puede decirse de las capas verticalizadas que afloran como crestas o como resaltes de capa subverticales.

4.1.3. Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre morfoestructuras tan contrastadas como las de sierras de Bahoruco y Martín García, por una parte, y la hoya de Enriquillo, por otra, tiene como resultado una expresión sensiblemente diferente. Así, el modelado de las sierras es el producto de una larga evolución presidida por los procesos sedimentarios y tectónicos

acaecidos a lo largo del Terciario, generadores de un relieve positivo sobre el que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a su destrucción o modelado, destacando los de carácter *fluvial, gravitacional y kárstico*.

En el caso de la depresión, puede considerarse que el diseño de su fisonomía básica se inició con la deformación de su relleno plio-pleistoceno. No obstante, tras un periodo tendente a la nivelación por la acción combinada de erosión y sedimentación, la irrupción del delta del Yaque del Sur en la depresión, invadida previamente por el mar, supuso el evento fundamental para la adquisición de su aspecto actual. Además del proceso fluvial descendiente directo del delta, también han participado en mayor o menor medida los procesos *lacustres y endorreicos, poligénicos* y, en menor medida, *antrópicos y eólicos*.

4.1.3.1. Formas gravitacionales

Pese a los importantes desniveles existentes en el ámbito de las sierras, se trata de formas poco extendidas, en buena medida como consecuencia de la propia dinámica de retroceso de las vertientes; en el caso de los afloramientos del Mb. Barahona, ante su resistencia a la erosión mecánica, la acción sobre las vertientes se realiza fundamentalmente por incisión vertical, mediante disolución.

Mayor representación tienen los deslizamientos, localizados en la sierra de Batoruco, aunque también se trata de formas poco representadas; se generan como consecuencia de las elevadas pendientes y precipitaciones, además de la ocurrencia de eventos sísmicos. En relación con estas masas deslizadas, sobresalen sus cicatrices, especialmente la existente al SE de Cachón, de más de 6 km de longitud, resultando difícil de determinar el afloramiento correspondiente al deslizamiento. También debido a las elevadas pendientes de la sierra, son frecuentes las caídas de bloques.

4.1.3.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son con mucho las más extensamente representadas y las más ampliamente distribuidas. Excepción hecha de su franja litoral y de la laguna del Rincón, constituyen la práctica totalidad de la superficie de la planicie, destacando por su extensión el abanico aluvial de baja pendiente del Yaque del Sur, río al cual se asocia la mayor variedad de depósitos:

fondo de valle, llanura de inundación y cauces y meandros abandonados. También es digno de ser destacado el cortejo de conos de deyección y abanicos aluviales que orlan las sierras de Bahoruco y Martín García.

Sin duda, el elemento más relevante de las formaciones superficiales recientes es el abanico aluvial de baja pendiente del Yaque del Sur, tanto por su extensión como por su influencia en la evolución regional. Se trata del descendiente directo del delta que aisló el ámbito del lago Enriquillo del de la bahía de Neiba, ya en el Holoceno; se origina en la apertura del valle del río a la hoya de Enriquillo, expandiéndose en forma de abanico, con un radio superior a 15 km. Su avance hacia el sur se ve parcialmente obstaculizado por los cerros de Peñón Viejo, pese a lo cual alcanza el borde meridional de la depresión. Su elevado dinamismo ha sido puesto de manifiesto tras los acontecimientos catastróficos recientes (huracán Georges) y debido a este dinamismo, sus límites oscilan con el paso del tiempo, de forma que su influencia ha alcanzado el lago Enriquillo y el litoral de la bahía de Neiba tras algunos eventos.

Morfológicamente se manifiesta como una amplia planicie cuya altitud disminuye desde unos 30 m en su ápice hasta enlazar insensiblemente con el litoral de la bahía y con la superficie de colmatación de la depresión, próxima al nivel del mar hacia el SO. Además de éste, existen otros abanicos de baja pendiente de menor entidad en las inmediaciones de La Salina, también diferenciados de los abanicos y conos que orlan las sierras por la mayor pendiente de éstos como consecuencia de su desarrollo sobre sustratos más inclinados o de su mayor densidad de carga.

Los fondos de valle y los fondos de cañada torrencial son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual, habiéndose diferenciado en base a su funcionamiento y tipo de depósito. Predominan con mucho las cañadas de dinámica torrencial, habiéndose representado como fondos de valle los de régimen permanente y los que discurren por la depresión con un componente litológico menos grueso. En general, se trata de formas estrechas y alargadas coincidentes con el canal de estiaje.

El fondo de valle más destacado, con mucho, es el del río Yaque del Sur, que discurre por la planicie hacia el sur con carácter más o menos divagante en el seno de una banda que

constituye la llanura de inundación, en la que se reconocen estrechas bandas serpenteantes inundadas temporalmente.

Notable representación tienen los conos de deyección y los abanicos aluviales dispuestos al pie de los sistemas montañosos, entre los que se han reconocido dos sistemas principales. Su depósito se produce en la confluencia de los elementos de la red fluvial con áreas menos encajadas, en las cuales la carga transportada por aquéllos pierde su confinamiento, expandiéndose; cuando los ápices se encuentran próximos entre sí, se produce coalescencia. En algunos casos alcanzan longitudes superiores a 5 km con respecto al ápice, destacando por sus dimensiones los de Barahona, Boca Naranjo y Los Cachehuales, todos ellos al pie de la sierra de Bahoruco.

El sistema más antiguo engloba probablemente diversas generaciones imposibles de correlacionar debido a la desconexión de la mayoría de los conos, caracterizándose por mostrar un retoque erosivo que, aunque variable de unos cuerpos a otros, indica que ya no son funcionales. Por su parte, el sistema más moderno agrupa los dispositivos potencialmente activos, como se deduce de su mínimo retoque erosivo.

Al Noroeste de La Salina, la escorrentía de los relieves pliocuaternarios de la loma de Sal y yeso se resuelve principalmente mediante depósitos de arroyada extendidos hacia la depresión. Se manifiestan como mantos de reducido espesor y mínima jerarquización, con una longitud cercana a 1 km.

Las terrazas completan el catálogo de los depósitos fluviales. Tan sólo se ha reconocido un pequeño número de afloramientos en relación con los ríos Lemba y Palomino, si bien sus reducidas dimensiones no han permitido su total representación. Aparecen como pequeñas superficies distribuidas a modo de retazos colgados entre 5 y 10 m sobre el cauce actual. Su escasez en la planicie queda explicada por la baja altitud de ésta y el reducido potencial incisivo consiguiente.

Entre las formas erosivas se han reconocido: marcas de incisión lineal ampliamente distribuidas por las zonas montañosas, especialmente en la sierra de Bahoruco, donde su intensidad ha dado lugar a: barrancos, cañones, desfiladeros y cambios bruscos de

pendiente; aristas, que poseen una notable representación y divisorias montañosas redondeadas, posiblemente relacionadas con antiformes; pérdidas de drenaje, que son casi una constante en los cursos que alcanzan la llanura; y las áreas acarcavadas, cuyo principal desarrollo se encuentra asociado con afloramientos de las Fms. Jimaní y Neiba.

Tanto en la sierra de Martín García como en la de Neiba, predominan los cursos fluviales con comportamientos de tipo consecuente, discurriendo a favor de la máxima pendiente regional, si bien para ello se ven favorecidos en buena parte de sus tramos por la litología y la estructura, especialmente en el sector occidental de la sierra de Bahoruco; estos factores también provocan cambios bruscos en la orientación en los elementos de la red de drenaje, que adopta patrones de tipo subsecuente. En general, la red posee una geometría de tipo dendrítico, aunque la influencia de la estructura hace que algunas zonas muestren tendencias rectangulares y contorsionadas, especialmente en el sector suroccidental.

En la llanura se observan dos tipos de estructura fluvial. Por una parte, en el sector oriental, el río Yaque del Sur presenta un discurrir muy sinuoso, habiendo cambiado su dirección de flujo varias veces en épocas recientes, alejándose paulatinamente del acceso más directo a la bahía de Neiba; sugiriendo la tendencia ascendente del ámbito de la sierra de Martín García. Por otra, en el resto de la llanura, la escasa escorrentía superficial muestra acusadas tendencias endorreicas, con dos focos principales: la laguna del Rincón y el lago Enriquillo.

Como principales factores en la futura evolución de la red deben tenerse en cuenta: la influencia de las fallas relacionadas con la elevación general de las sierras, al menos desde el Plioceno; las posibles modificaciones eustáticas del nivel de base; el retroceso de las vertientes; la erosión remontante y las posibles capturas derivadas, así como la posible tendencia subsidente o de colmatación de la laguna del Rincón y el lago Enriquillo.

4.1.3.3. Formas eólicas

Aparecen mínima y pobremente representadas en un pequeño afloramiento localizado al Noroeste del cerro de La Escoba, área que se manifiesta como una superficie afectada por procesos eólicos. Su depósito, de espesor mínimo, carece de una morfología definida,

disponiéndose a modo de manto eólico; con frecuencia, no llega a cubrir el sustrato, por lo que no se ha considerado como una formación superficial.

4.1.3.4. Formas lacustres y endorreicas

Son muy abundantes en la depresión, presentando formas y dimensiones muy variables. Las más relevantes son las lagunas, de entre las que destaca la del Rincón, cuyas dimensiones fluctúan estacionalmente entre 4 y 5 km de norte a sur y entre 5 y 8 km de este a oeste. Su génesis ha sido favorecida por el efecto de barrera que han representado los cerros de Peñón Viejo con respecto al abanico de baja pendiente del río Yaque del Sur. Frente a su carácter permanente, se observan numerosas lagunas estacionales, de entre las que destaca la laguna Seca.

Son igualmente abundantes las áreas endorreicas, de entre las que destaca la de Los Saladillos, dentro de la depresión de Angostura, probablemente de origen estructural; en algunos casos podrían corresponder a lagunas colmatadas o desecadas.

También destacan las áreas pantanosas, especialmente la que orla la laguna del Rincón; son similares a las áreas endorreicas, pero con un importante desarrollo de la vegetación. Excepción hecha del caso de la laguna del Rincón, la génesis de las lagunas, áreas endorreicas y áreas pantanosas del ámbito de los cerros de Peñón Viejo debe buscarse en posibles hundimientos por disolución del sustrato yesífero, además de la existencia de afloramientos de baja permeabilidad; también, como factor común a toda la depresión, la ausencia de desniveles que permitan una escorrentía superficial eficaz.

Al oeste de la laguna del Rincón son frecuentes las áreas afectadas por encharcamientos puntuales; se trata de llanuras con evidentes signos de formación de pequeñas charcas efímeras, incartografiables de forma individualizada, cuya posición varía rápidamente con el tiempo. Al pie de la sierra de Bahoruco aparecen diversos ojos de agua, generados mediante descargas subterráneas de ésta; los más destacados se localizan en el ámbito de Cabral y Cachón, con diámetros de orden decamétrico.

4.1.3.5. Formas por meteorización química

Se localizan casi exclusivamente en la sierra de Bahoruco, especialmente en relación con los afloramientos del Mb. Barahona de la Fm. Sombrero. Su principal manifestación es el extenso campo de lapiares de la sierra, reconociéndose igualmente numerosas dolinas y cañones.

La mayor parte de la sierra constituye un área con intensa karstificación, que aunque es más evidente en los afloramientos del Mb. Barahona, también incluye algunos de la Fm. Neiba. Dicho área se manifiesta como un campo de lapiares, con abundantes formas de disolución de pequeña escala; al margen de la sierra, se ha desarrollado un lapiaz de carácter puntual en relación con los yesos de la Fm. Angostura.

También son muy abundantes los cañones, aunque con frecuencia su formación parece responder en mayor medida a procesos fluviales que kársticos; destaca poderosamente el de la cañada de Las Guanas, cuyas paredes verticales tienen desniveles de más de 600 m. Las dolinas aparecen principalmente como formas elipsoidales cuyo eje mayor posee dirección NO-SE o E-O, denunciando una clara influencia estructural; las de mayores dimensiones sobrepasan 3 km de longitud.

4.1.3.6. Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso genético, habiéndose reconocido superficies de erosión degradadas, escarpes y picos principales. Se concentran en la sierra de Bahoruco y en la alineación de la loma de Sal y yeso; no son excesivamente abundantes debido a que allí la velocidad de los procesos erosivos da lugar a una conservación efímera de las formas.

Destacan los restos de superficies de erosión degradadas, en general de pequeña extensión, con cotas muy variables, sin que existan criterios concluyentes para determinar si se trata de varias superficies o tan sólo de una, trastocada posteriormente por el juego de bloques de la sierra. Los retazos inferiores se disponen en torno a los 200 m y son los que poseen una mayor representación, reconociéndose en las inmediaciones de Barahona y a

techo de la loma de Sal y yeso; el nivel más alto se dispone en el sector suroccidental en torno a 1.800 m.

Los escarpes muestran una distribución similar a la de las superficies y desniveles muy variables, pero que pueden alcanzar 500 m. Su génesis se debe a la acción combinada de procesos fluviales, tectónicos, kársticos y gravitacionales, en proporción variable según los casos. El estilo morfoestructural de la sierra con predominio de las cumbres de formas suaves y subredondeadas hace que escaseen los relieves que puedan considerarse picos principales, localizándose todos ellos en el sector meridional.

4.1.3.7. Formas antrópicas

La actividad antrópica constituye una importante característica en diversas zonas, estando relacionada principalmente con la modificación del paisaje debida a los usos del suelo para actividades agropecuarias, labores extractivas, construcción de redes de transporte y asentamientos urbanos o de tipo industrial; localmente, la remoción de materiales y la modificación de la topografía original son intensas, bien allanando, rellenando o ahuecando el terreno. Obviamente, no se han representado las modificaciones antrópicas plasmadas en la base topográfica, habiéndose diferenciado canteras, salinas y canales.

La única cantera susceptible de ser representada cartográficamente por sus dimensiones es la de la loma de Sal y yeso existente en las inmediaciones de La Salina, cuyo impacto visual permite su observación desde varios kilómetros de distancia. La observación de fotografías aéreas antiguas revela nítidamente la profunda transformación que ha supuesto para el relieve de la zona.

4.2. Evolución e historia geomorfológica

Aunque evidentemente la morfología de la región está influenciada en última instancia por los procesos sedimentarios acaecidos a lo largo del Paleógeno, su fisonomía actual se ha perfilado fundamentalmente en dos etapas de su historia: la primera, durante el Mioceno, tras la colisión arco-continente entre La Española y Las Bahamas, cuando la deformación subsecuente, generalmente transpresiva, estableció la distribución de cordilleras y

depressiones visibles hoy día; y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando el relleno plio-cuaternario de las cuencas fue deformado de acuerdo con la geometría actual.

La superposición de ambas etapas estableció el diseño regional básico sobre el que ha actuado el modelado holoceno, diseño basado en la presencia de la hoya de Enriquillo entre las sierras de Neiba y Martín García, al norte, y la de Bahoruco, al sur. La evolución holocena ha estado condicionada principalmente por la actividad neotectónica, que ha producido una tendencia regional ascendente, y por los procesos fluviales, que no sólo han llevado a cabo una importante labor de incisión en las áreas montañosas, sino que con su faceta sedimentaria han provocado drásticos cambios en la fisonomía de la depresión, especialmente plasmada por la retirada marina hacia la actual bahía de Neiba y el subsiguiente desarrollo de los procesos lacustres en el sector occidental.

A comienzos del Holoceno, la depresión constituiría un entrante marino desde la bahía, cuya principal manifestación fue el desarrollo arrecifal adosado al pie de las sierras. El entrante estaría salpicado de isleos constituidos por los relieves estructurales de las formaciones Angostura, Arroyo Blanco y Jimaní, sin olvidar que la actividad neotectónica habría dado lugar a estrechas cuencas endorreicas paralelas a la sierra de Bahoruco, destacando las de Angostura y El Limón.

Simultáneamente, la zona montañosa ya habría adquirido prácticamente su configuración actual, mediante la acción conjunta de la disolución kárstica, el encajamiento de la red fluvial, el desarrollo de superficies de erosión y la actividad neotectónica, manifestada especialmente por el desnivelamiento y el desplazamiento horizontal de bloques.

Bajo este dispositivo, tuvo lugar el acontecimiento fundamental de la evolución reciente, cuando el río Yaque del Sur, por razones aún no convenientemente aclaradas (actividad de la zona de falla de Enriquillo, perturbaciones debidas a la indentación de la cresta oceánica de Beata en el ámbito de la bahía de Ocoa o captura por un elemento fluvial de la cuenca de Enriquillo, entre las causas posibles), abandonó su curso bajo en el Llano de Ázua, pasando a discurrir entre las sierras de Martín García y Neiba, mediante un brusco giro en torno al cierre oriental de ésta (De la Fuente, 1976).

El principal resultado de la modificación del curso bajo del Yaque del Sur fue la irrupción de su sistema deltaico en el entrante marino. La ingente cantidad de sedimentos asociados con el delta provocaron la desconexión entre la bahía de Neiba y el sector occidental del entrante, convertido desde entonces en la cuenca lacustre del lago Enriquillo. El complejo arrecifal abandonado allí, se configuró como una superficie estructural de la que arrancarían el encajamiento lacustre, incrementado de una forma paulatina por razones climáticas.

Tras este episodio, la red de drenaje ya habría esbozado su geometría general, basada en cursos fuertemente encajados en el ámbito de las sierras, proceso facilitado en buena medida por la actividad kárstica y neotectónica.

La evolución reciente del ámbito de la Hoja también está condicionada directamente por el acontecimiento del río Yaque, pues el retroceso marino hacia la bahía provocó la transformación del delta en el abanico de baja pendiente actual. Éste, que procedente del norte ocupa la mayor parte de la depresión, alcanzó el borde meridional de ésta, excepto al sur de los cerros de Peñón Viejo, que actuarían como barrera, preservando una zona de baja energía en la que fue posible la instalación de la laguna del Rincón.

La llanura intermareal desarrollada al este del abanico fue parcialmente aislada de la influencia marina posteriormente, con motivo del desarrollo de un cordón litoral. La tendencia ascendente del sector oriental de la depresión ha provocado su total emersión y el consiguiente abandono por parte de la dinámica litoral.

El encajamiento fluvial posterior ha sido muy tenue en la llanura como consecuencia de su pequeño desnivel con respecto al mar, destacando en cualquier caso la actividad relacionada con la tortuosa evolución del Yaque del Sur.

Durante este periodo, la actividad de las áreas montañosas, liderada por el encajamiento de la red fluvial y la actividad neotectónica, desencadenó el desarrollo de una extensa orla de abanicos aluviales y conos de deyección, destacando los del río Palomino, el arroyo Grande y el río Arriba; los valles de los dos primeros constituyen buenos ejemplos de la acción fluvial y tectónica combinadas. Simultáneamente, se ha producido una notable erosión remontante favorecida por la existencia de líneas de debilidad estructural y kárstica; fruto de

aquella es por ejemplo la captura de la depresión de Angostura por las cuencas del lago Enriquillo y la laguna del Rincón, pese a lo cual aún conserva cierto comportamiento endorreico.

Como principales motores en la futura evolución de la red, deben tenerse en cuenta: la influencia de las fallas relacionadas con la elevación general de las sierras, al menos desde el Plioceno; las posibles modificaciones eustáticas del nivel de base; el retroceso de las vertientes; la tendencia al encajamiento del lago Enriquillo y a la colmatación de la laguna del Rincón; la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella, sin olvidar los retoques producidos en las zonas montañosas por los fenómenos kársticos, ni la actividad gravitacional de las vertientes.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia tectono-sedimentaria de la Hoja La Salina se compone de dos partes distintas. La primera es la colisión entre una meseta oceánica, situada en la parte sur de la Española y de un bloque continental en la parte central y norte, constituido por arcos volcánicos crestados (Dolan and Mann 1998). La segunda es la evolución más reciente del lago Enriquillo.

La colisión continental oblicua se produjo sobre un conjunto de desgarramientos siniestros mayores que controlaron la formación y el cierre de las cuencas sedimentarias. La sutura se produjo en el Mioceno.

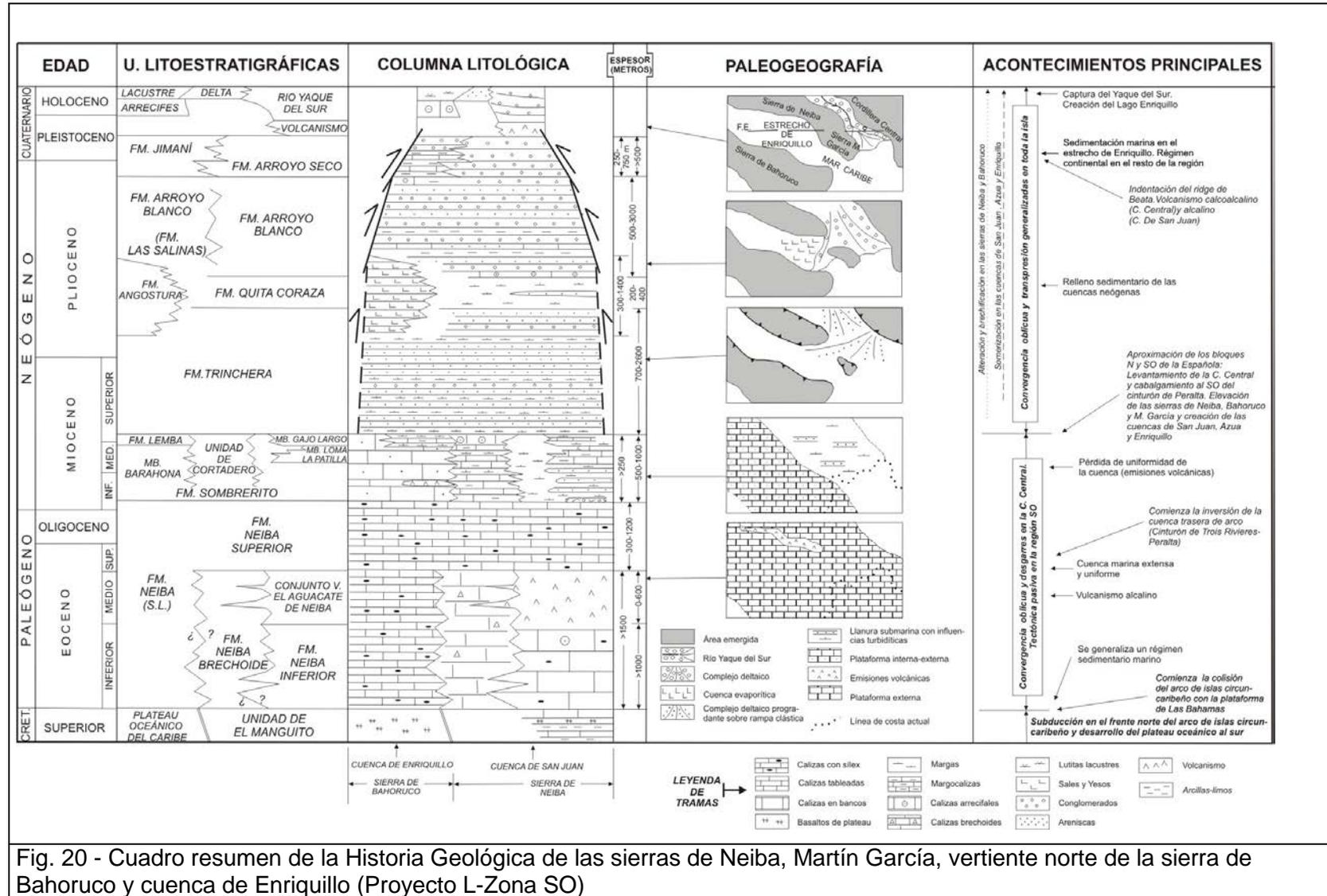


Fig. 20 - Cuadro resumen de la Historia Geológica de las sierras de Neiba, Martín García, vertiente norte de la sierra de Bahoruco y cuenca de Enriquillo (Proyecto L-Zona SO)

En este contexto, las cuencas de Azua y Enriquillo (McLaughlin y Van Den Bold 1991), con dirección NO-SE se comunican entre sí por el intermediario de la cuenca de Quita Coraza. El relleno neógeno de estas cuencas (Mann et al. 1999) va de la Fm. Sombrerito a la de Arroyo Blanco. La continuación de los depósitos sólo concierne a las cuencas de Enriquillo y de Azua. Las formaciones Angostura y La Salina se reencuentran sólo en la cuenca de Quita Coraza que para ese estadio ya estaba probablemente cerrada. Los sedimentos que contiene se hallan actualmente cabalgados sobre las formaciones más antiguas. Esta configuración recuerda la geometría de una cuenca inversa, donde la reactivación en falla inversa de las fallas normales, que acompañaron el depósito, permiten a los terrenos recientes, cabalgar a los antiguos. Esta historia geológica puede explicarse por una rotación siniestra de la tensión regional, en el curso del proceso de saturación. De esta forma, la cuenca de Quita Coraza, que estaba cercana a la dirección de compresión en el curso de su formación, puede tener por origen un fenómeno de separación. En cambio, en el curso de la rotación siniestra de la tensión, se ha colocado en posición oblicua y tectónicamente se ha cerrado. Esta cinemática puede argumentarse por el hecho de que las fallas costeras NO-SE, de las cuencas de Enriquillo y de Azua, no están actualmente activas. La falla activa, falla de Enriquillo, tiene orientación este-oeste y recorta terminantemente el edificio anterior.

Aunque evidentemente la morfología de la región está influenciada en última instancia por los procesos sedimentarios acaecidos a lo largo del Paleógeno, su fisonomía actual se ha perfilado fundamentalmente y de un modo continuo desde el Mioceno. No obstante, pueden visualizarse dos etapas de su historia diferenciadas por la velocidad e intensidad de los procesos tectónicos acaecidos: la primera, durante el Mioceno, en el que la deformación transpresiva, en la parte sur occidental de La Española, estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día (sierras de Neiba, Martín García y Bahoruco y cuencas de Enriquillo y San Juan); y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando el relleno plio-cuaternario de las cuencas fue deformado de acuerdo con la geometría actual.

La superposición de ambas etapas estableció el diseño regional básico sobre el que ha actuado el modelado holoceno, diseño basado en la presencia de la hoya de Enriquillo entre las sierras de Neiba y Martín García, al norte, y la de Bahoruco, al sur cuyo borde norte ocupa la parte sur de la Hoja de La Salina. La evolución holocena ha estado condicionada

principalmente por la actividad neotectónica, que ha producido una tendencia regional ascendente, y por los procesos fluviales, que no sólo han llevado a cabo una importante labor de incisión en las áreas montañosas, sino que con su faceta sedimentaria han provocado drásticos cambios en la fisonomía de la depresión, especialmente plasmada por la retirada marina hacia la actual bahía de Neiba y el subsiguiente desarrollo de los procesos lacustres en el sector occidental, en el que se encuadra la Hoja.

A comienzos del Holoceno, la depresión constituiría un entrante marino desde la bahía, cuya principal manifestación fue el desarrollo arrecifal adosado al pie de las sierras; el entrante estaría salpicado de isleos configurados por los relieves estructurales de los materiales pliocenos y cuaternarios.

Simultáneamente, la zona montañosa ya habría adquirido prácticamente su configuración actual, mediante la acción conjunta de la disolución kárstica, el encajamiento de la red fluvial, el desarrollo de superficies de erosión y la actividad neotectónica, manifestada especialmente por el desnivel y el desplazamiento horizontal de bloques.

Bajo este dispositivo, tuvo lugar el acontecimiento fundamental de la evolución regional reciente, cuando el río Yaque del Sur, por razones aún no convenientemente aclaradas (actividad de la falla de Enriquillo, perturbaciones debidas a la indentación del ridge de Beata en el ámbito de la bahía de Ocoa o captura por un elemento fluvial de la cuenca de Enriquillo, entre las causas posibles), abandonó su curso bajo en el Llano de Azua, pasando a discurrir entre las sierras de Martín García y Neiba, mediante un brusco giro en torno al cierre oriental de ésta (De la Fuente, 1976).

El principal resultado de la modificación del curso bajo del Yaque del Sur fue la irrupción de su sistema deltaico en el entrante marino, en el ámbito de las Hojas de la cuenca de Enriquillo, a la cual pertenece la Hoja de La Salina. La ingente cantidad de sedimentos asociados con el delta provocaron la desconexión entre la bahía de Neiba y el sector occidental del entrante, convertido desde entonces en la cuenca lacustre del lago Enriquillo. Sólo la Laguna Del Rincon queda como intermediario entre el mar y el lago Enriquillo. El complejo arrecifal abandonado allí, se configuró como una superficie estructural de la que

arrancaría el encajamiento lacustre, incrementado de una forma paulatina por razones climáticas.

Tras este episodio, la red de drenaje ya habría esbozado su geometría general, basada en cursos fuertemente encajados en el ámbito de las sierras, proceso facilitado en buena medida por la actividad kárstica y neotectónica. Ésta también habría dado lugar a estrechas cuencas endorreicas paralelas a la sierra de Bahoruco.

La evolución reciente del ámbito de la Hoja está condicionada principalmente por el levantamiento de la Sierra de Barahona. La incisión fluvial posterior ha sido poco marcada en la depresión como consecuencia de su pequeño desnivel con respecto al lago. La actividad de las áreas montañosas, liderada por el encajamiento de la red fluvial y la actividad neotectónica, desencadenó el desarrollo de una extensa orla de abanicos aluviales y conos de deyección. Simultáneamente, se ha producido una notable erosión remontante favorecida por la existencia de líneas de debilidad estructural y kárstica.

Como principales motores en la futura evolución de la red, deben tenerse en cuenta: la influencia de las fallas relacionadas con la elevación general de las sierras, al menos desde el Plioceno; las posibles modificaciones del nivel de base; el retroceso de las vertientes; la tendencia al encajamiento del lago Enriquillo y a la colmatación de la laguna del Limón; la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella; los retoques producidos en las zonas montañosas por los fenómenos kársticos; y la actividad gravitacional de las vertientes.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA.

En el conjunto del valle de Enriquillo, el clima se puede considerar árido, con una evapotranspiración potencial de referencia (ETPo- promedio de 1770 mm) mayor que la precipitación en todos los meses del año: Esta tendencia, sin embargo, se invierte en las zonas altas más húmedas de las sierras de Neiba y de Bahoruco. Los valores promedio de lluvia anual oscilan entre los mínimos de 446 mm en el seno del valle (p.e Tamayo) y los máximos de 1527 mm en los relieves de las citadas sierras (p.e. Los Bolos); la precipitación promedio sobre el lago Enriquillo está en torno a los 600 mm/a. En general, el régimen de lluvias es de tipo bimodal con una época lluviosa en la primavera (meses de mayo y junio) y

en verano-otoño (desde agosto hasta noviembre) y con sequía en el invierno y en julio. La temperatura media anual en el valle fluctúa entre 22 y 29°C (algunos grados menos en los relieves), con una variación intra-anual entre 3 y 4 °C; el período más caluroso corresponde a los meses de julio y agosto y el más fresco, a los meses de enero y febrero.

Desde el punto de vista hidrológico, la zona de proyecto se divide en dos sectores muy diferentes: cuenca baja del río Yaque del Sur, al este, y cuenca cerrada del lago Enriquillo, al oeste, en la cual se encuadra la Hoja de La Salina; ambos sectores están separados por el alto estructural de la laguna del Rincón, de dirección OSO-ENE. El elemento distintivo del sector occidental es el lago Enriquillo que constituye su base de drenaje superficial y subterráneo. En este sector, la red hidrográfica está integrada por una gran cantidad de cursos superficiales (ríos, arroyos y cañadas) de carácter estacional, que pueden llegar a ser muy caudalosos y con rápidas y violentas crecidas en la época de lluvias. Son cursos de corto recorrido que nacen en las sierras periféricas donde se orientan, en cabecera y tramos medios, a favor de las directrices subperpendicular a éstas.

En el valle de Enriquillo se desarrolla una intensa actividad agrícola que, en la Hoja de La Salina se concentra especialmente en el delta continental del Río Yaque del Sur. Aquí el aprovechamiento hidráulico es mixto, mediante canales y pozos de agua.

6.1. Hidrogeología

Numerosas cañadas entallan las lomas de de la Hoja de La Salina:

- Las lomas de Los Pinos, La Malagueta, La Sequía, El Guano, La Sal y Vieja están drenadas por las cañadas que fluyen al NO de la Hoja en el río Bermesi. Estas aguas abastecen el freático de la hoja de Neiba y el lago Enriquillo.
- La loma La Jo al SE de la Hoja, la Bandera y parte de la loma Sal y Yeso están drenadas por cañadas que fluyen al NE, afluentes del río Lemba, desembocando en la laguna del Rincón,

La mitad oeste de la laguna del Rincón está ubicado en la esquina NE de la Hoja de La Salina.

Numerosos canales de riego salen de la laguna del Rincón, hacia el oeste para abastecer los cultivos de la llanura de inundación del lago Enriquillo.

El karst, probablemente activo, de la sierra de Bahoruco se ha desarrollado en las calizas de las Fms Neiba y Sombrerito

Numerosas resurgencias se encuentran al pie de los relieves; es el caso de La Seqúia en el centro de la Hoja de La Salina, al pie de la sierra de Bahoruco. Esta resurgencia ha sido desecada por la puesta en funcionamiento de varios sondeos ubicado más arriba (Finca Victorina).

En el cuadro adjunto (Fig. 21) se resumen las unidades o agrupaciones hidrogeológicas consideradas en la Hoja de La Salina, según se han definido en el esquema hidrogeológico a escala 1:200.000 que acompaña al Mapa Geológico. De forma complementaria, se incluye el esquema hidrogeológico simplificado del valle de Enriquillo (o valle de Neiba) realizado por ACUATER (2000) para el Estudio Hidrogeológico Nacional a partir de las cartografías geológicas preexistentes (Fig. 22) En el cuadro citado, se describe, para cada unidad o agrupación hidrogeológica, su litología predominante, el grado y tipo de permeabilidad y, en su caso, las características de los acuíferos que albergan, además de algunas observaciones puntuales.

Las unidades y agrupaciones consideradas se ajustan a las tipologías hidrogeológicas definidas en el citado estudio para el conjunto de la región (ACUATER 2000):

- Formaciones porosas, sede de acuíferos de permeabilidad alta y muy productivos: depósitos aluviales; depósitos gruesos de abanicos y conos aluviales; depósitos calcáreos arrecifales.

- Formaciones porosas, sede de acuíferos de permeabilidad variable y productividad media (localmente alta) en condiciones freáticas o confinadas: resto de depósitos cuaternarios del valle, en su mayoría lacustres.

- Formaciones porosas, sede de acuíferos locales y discontinuos, de permeabilidad moderada o baja, poco productivos: formaciones terrígenas del relleno neógeno de la cuenca (p.e. parte de Arroyo. Blanco); depósitos cuaternarios discontinuos o elevados con condiciones de recarga desfavorables.

-
- Formaciones fisuradas, sede de acuíferos extensos y productivos, de permeabilidad normalmente alta: calizas fracturadas y karstificadas de la Fm. Sombrerito (s.l.), parte calcárea de la Fm. Sombrerito.

 - Formaciones fisuradas, sede de acuíferos locales y discontinuos, de permeabilidad medio-baja: formaciones calcáreas con intercalaciones margosas y margocalcáreas

 - Formaciones de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos: formaciones predominantemente pelíticas.

Según las mediciones de ACUATER (2000), la transmisividades más altas se dan en los acuíferos que albergan los conos y abanicos aluviales (entre 10^{-2} m²/s y 10^{-4} m²/s); en cuanto a las variaciones piezométricas observadas, son muy diversas, aunque no superan los 4 m. En términos generales, las principales fuentes de alimentación de los acuíferos están representadas por una combinación variable de: a) recarga pluvial directa; b) recarga por flujo de retorno de aguas de riego (exceso de riego) e infiltración en canales; c) recarga lateral de los relieves marginales; y d) alimentación directa a partir de los ríos. Los aportes laterales desde la sierra de Neiba y de Martin Garcia son importantes; la fracturación y la amplia karstificación de las calizas de la Fm. Sombrerito (s.l.) determinan condiciones muy favorables tanto para la infiltración superficial como para el tránsito de las aguas subterráneas. En este sentido, la investigación isotópica de ACUATER (2000) ha puesto en evidencia áreas de recarga a cotas diferentes, comprendidas entre 0 y 1200 m. Las circulaciones de agua también involucran a circuitos profundos, y su ascenso se produce a favor de las fallas y cabalgamientos que limitan los márgenes del valle.

Estas fallas y cabalgamientos condicionan también la aparición de un buen número de manantiales, sobre todo en el contacto entre los depósitos conectados con el arrecife subactual y las formaciones de granulometría más fina del fondo del valle. Son manantiales perennes con caudales medios a elevados (> 40 l/s), que pueden ser aún más altos (hasta 300 l/s). Algunos de estos manantiales presentan una discreta mineralización indicativa de una alimentación a partir de aguas de circulación profunda que, aunque según ACUATER (2000) estas mineralizaciones suelen estar diluidas con aguas de circuitos superficiales, ricas de calcio y bicarbonatos.

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA	LITOLOGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
PLEISTOCENO-HOLOCENO	Depósitos aluviales y eluviales, terrazas, fondos de valle, abanicos aluviales	Conglomerados y gravas esencialmente calcáreas, con niveles de arenas y limos	Alta por porosidad intergranular	Acuíf. libres de productividad alta en los conos de la vertiente meridional de la Sª de Neiba; abundantes pozos de captación (1) y manantiales. Transmisividad aprox.: 10 ⁻² -10 ⁻⁴ . Productividad limitada en conos aislados y terrazas. Contaminación por aguas clorurado-alcalinas en las proximidades del lago
	Depósitos de playa lacustre y eólicos (márgenes del lago Enriquillo)	Limos y arenas laminadas	Media por porosidad intergranular	Acuíf. confinados y de gran extensión en los depósitos lagunares del lago Enriquillo. Abundantes pozos de captación (1). Contaminación por aguas clorurado-alcalinas en las proximidades del lago
	Arrecife subactual	Caliza de corales y algas con niveles subordinados de limos	Alta por porosidad intergranular primaria.	Acuíf. libres. Abundantes manantiales
	Coluviones, relleno de zonas endorreicas; fondos de dolina	Limos y arcillas con niveles de arenas y cantos; arcillas de descalcificación.	Baja por porosidad intergranular	Acuíferos libres con transmisividad baja
PLEISTOCENO	Fm. Jimaní, conglomerados	Conglomerados calcáreos masivos	Alta por porosidad intargranular	Sin acuíferos significativos
	Fm. Jimaní, calizas	Calizas y calcarenitas tableadas, calizas arrecifales, niveles de margas	Media - baja por porosidad intargranular y fisuración	Acuíf. libres con circulación kárstica en las calizas
	Fm. Jimaní, margas	Margas con intercalaciones de calizas y margocalizas	.Baja	Sin acuíferos significativos
MIOCENO	Fm. Sombrero calcárea (Mb. Barahona)	Calizas masivas brechoides o carniolares;	Alta por karstificación y fisuración	Acuíf. Libres o confinados con circulación kárstica en continuidad con las Fms. calcáreas del Eoceno-Mioceno inferior
	Fm. Sombrero, volcanismo básico	Tobas, brechas, lavas vesiculares	Baja	Sin acuíferos significativos
	Fm. Sombrero margosa	Alternancia de calcarenitas, margocalizas y margas	Baja	Acuíferos puntuales en tramos calcareníticos
EOCENO-MIOCENO INFERIOR	Fms. Neiba inferior y superior	Calizas masivas o en bancos, calizas tableadas y calizas brechoides	Alta por karstificación y fisuración	Acuíf. libres o confinados con circulación kárstica, muy extensos y de gran productividad. Área de recarga regional y de alimentación a los acuíferos cuaternarios contiguos al sur. Sus límites tectónicos controlan salidas de aguas profundas hipotermas mineralizadas en manantiales localizados en estos últimos. <Tipo hidroquímico del agua de recarga regional: bicarbonato-alcalino-térras
	Fms. Neiba inferior	Margas, margocalizas	Baja	Sin acuíferos significativos
	Conjunto volcanosedimentario básico de El Aguacate de Neiba	Tobas y brechas volcánicas, lavas basálticas	Baja	Sin acuíferos significativos

Fig. 21 - Cuadro Unidades Hidrogeológicas de la zona del Proyecto L_SO

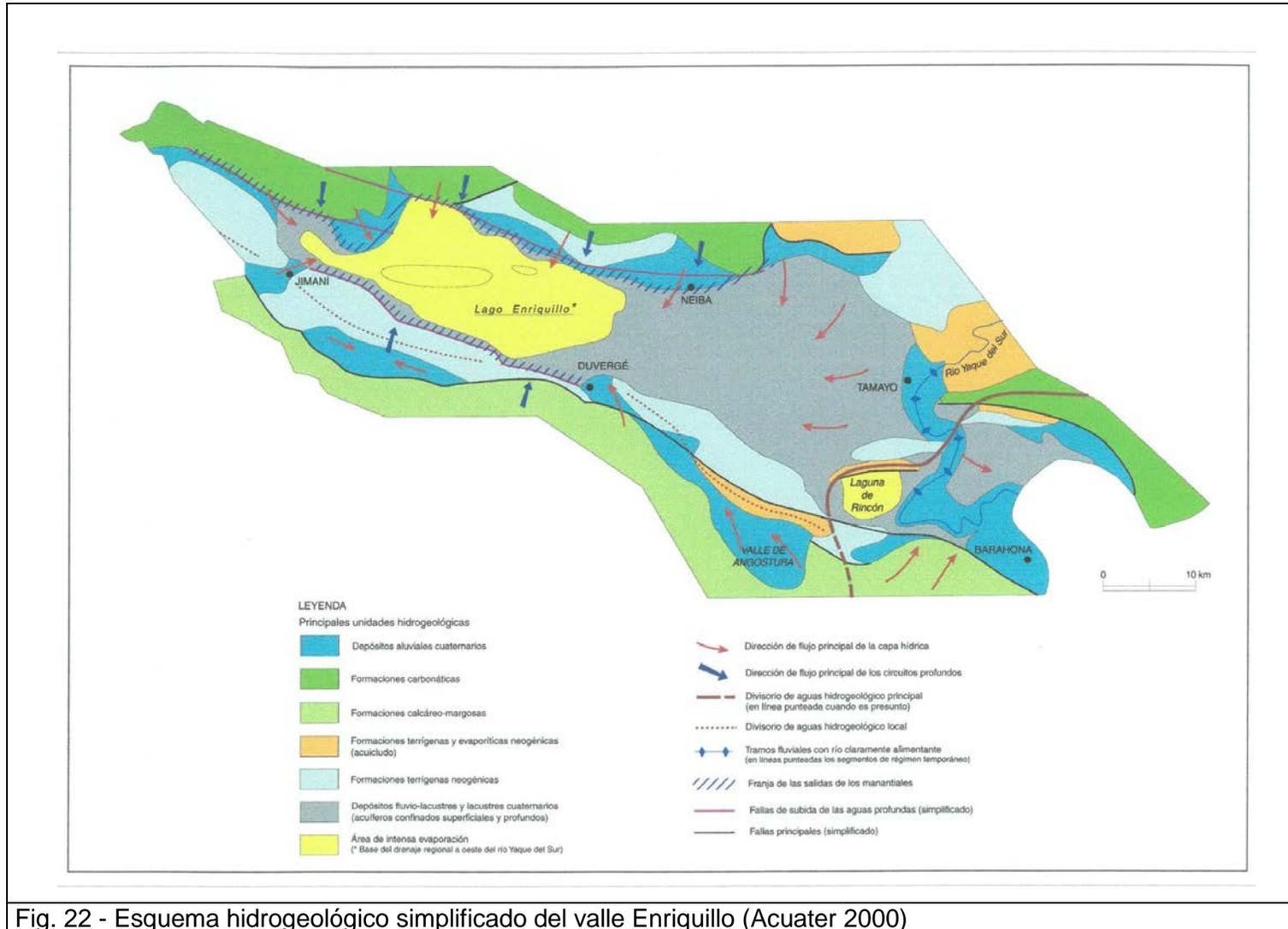
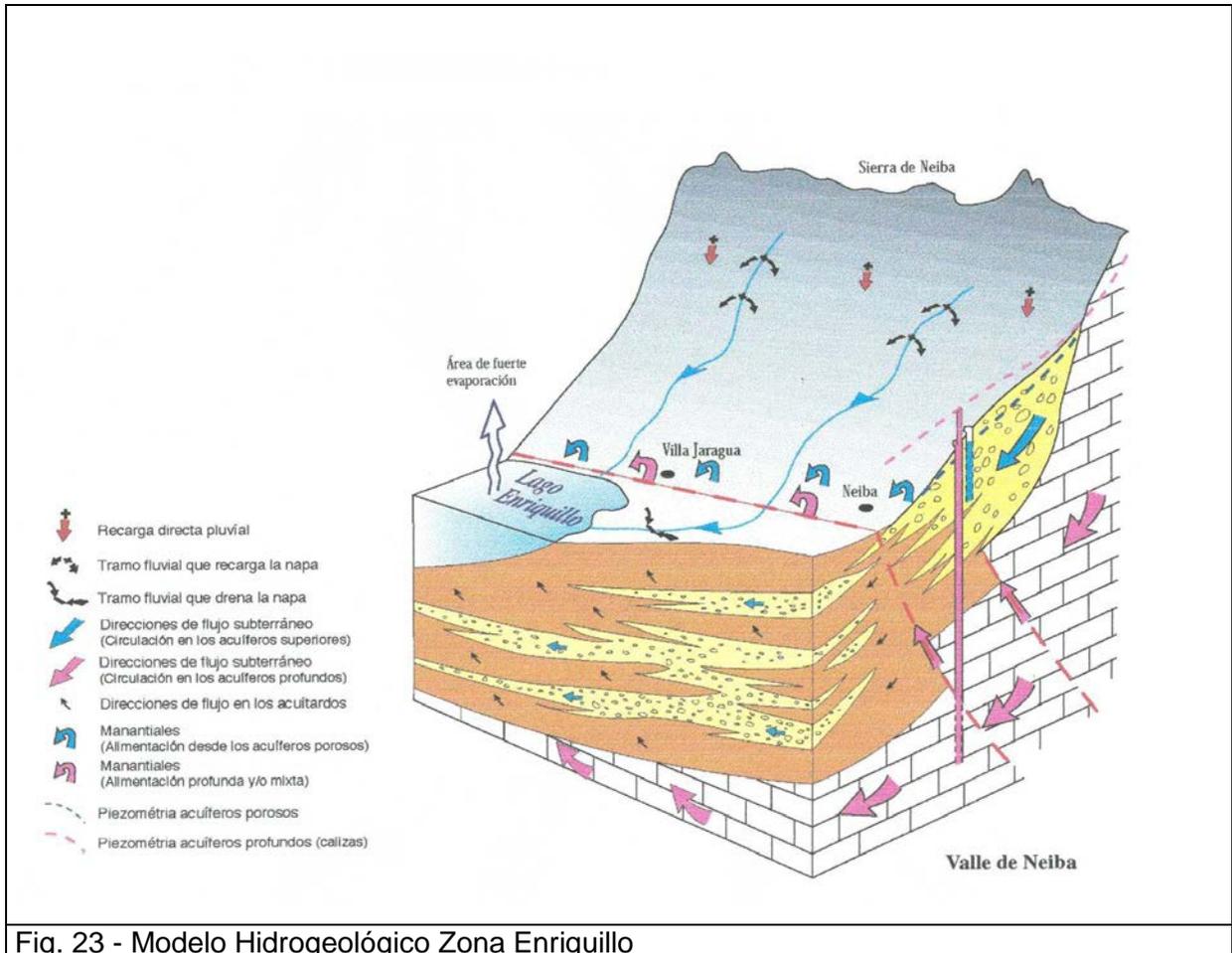


Fig. 22 - Esquema hidrogeológico simplificado del valle Enriquillo (Acuater 2000)



En algunos de estos manantiales las aguas se pueden calificar de minero-medicinales y sus propiedades químicas les confieren cierto interés para uso terapéutico; además, los caudales son suficientes como para considerar su posible aprovechamiento comercial en establecimientos termales de discretas dimensiones. Por lo demás, la potabilidad de las aguas subterráneas, es buena, aunque hay que excluir el entorno del lago Enriquillo; donde se registran contenidos inaceptables en cloruros.

El modelo hidrogeológico para esta zona de enlace entre el valle de Enriquillo y la sierra de Neiba se sintetiza en la Fig. 23 tomada de ACUATER (2000): acuíferos fluviales y lacustres en la planicie central, y acuíferos altamente permeables en los abanicos aluviales y conos

de deyección, que trasvasan las aguas subterráneas hacia los depósitos del valle. En estos últimos los gradientes hidráulicos son fuertes (del orden de 40 por mil), con líneas de flujo que se extienden desde el norte hacia el sur.

6.2. Recursos minerales

Sin duda, el mayor interés económico despertado por la región es el relacionado con la exploración de hidrocarburos, con, en particular, la presencia de un sondeo profundo realizado cerca del pueblo de La Salina. Por otra parte, se desconoce la existencia de cualquier signo de interés relacionado con la exploración de minerales metálicos y no metálicos, reduciéndose la única evidencia de actividad minera a la explotación de una serie de canteras, en general de pequeña envergadura y en su mayor parte abandonadas en la actualidad.

6.2.1. Hidrocarburos

El mayor interés económico en la región suroccidental de la República Dominicana es la exploración de hidrocarburos. A continuación se resume la puesta al día elaborada por Mann y Lawrence (1991) con datos del Llano de Azua, la cuenca de Enriquillo y la cuenca de San Juan (Fig. 24).

Las primeras perforaciones de la región de Azua datan de 1905 en los campos Maleno e Higuero, algunos kilómetros al oeste de Azua, donde se obtuvo petróleo de buena calidad y gas. La producción no alcanzó un nivel relevante hasta 1927 por parte de la Texas Company operando en el campo de Higuero.

Los trabajos se interrumpieron entre 1928 y 1939, momento en que la Seaboard Oil Company adquirió una amplia concesión. Sus primeros sondeos, Maleno-1 y Maleno-1A encontraron petróleo en las areniscas de la Fm Arroyo Blanco. También se identificaron diversos anticlinales fuera de los campos Maleno e Higuero y se desarrollaron campañas geofísicas de gravedad y de sísmica entre 1944 y 1946, así como cuatro nuevas perforaciones, Quita Coraza-1, Mella-1, El Mogote-1 y Las Hormigas-1. En el sondeo las Hormigas-1 se reportaron muestras de petróleo y gas, y en Mella-1 gas por debajo de los 8.000 pies, aunque sin valor comercial.

Las exploraciones sufrieron un nuevo abandono hasta que en 1956 la Compañía Petrolera Dominicana adquirió concesiones que cubrieron la mayor parte del país. Su filial, la Compañía Petrolera Azuana inició dos nuevas perforaciones en 1958 (Kilómetro 19-1 y Arroyo Blanco-1). En 1960 se efectuaron dos nuevos sondeos (Kilómetro 19-2 y Maleno DT-1) y se retomó nuevamente el sector de Maleno, cuya producción resultó no obstante insignificante. A finales de ese mismo año se perforó Palo Alto-1 al norte de Barahona para explorar una anomalía gravimétrica cuya estructura se había perfilado con sismica, pero el pozo resultó seco. En los siguientes años la Compañía Petrolera Dominicana continuó desarrollando campañas sísmicas y trabajos de campo en la cuenca de Enriquillo que culminaron en los sondeos Mella-2 y Cabritos-1. En este último se encontraron trazas de material asfáltico pero nada de petróleo ni gas, aunque se observaron indicios de éstos en superficie.

COMPAÑÍA	FECHA	AREA	SONDEOS
TEXAS COMPANY	1905-29	Llano de Azua	Maleno Higuerito
SEABOARD OIL COMPANY	1939-47	Llano de Azua Valle de Enriquillo Valle de San Juan	Maleno Maleno-1 A El Mogote-1 Las Hormigas-1 Quita Coraza-1 Mella-1 Comendador-1
COMPAÑÍA PETROLERA DOMINICANA	1956-60	Valle del Cibao Llano de Azua Valle de Enriquillo	Kilómetro 19-1 Arroyo Blanco-1 Kilómetro19-2 Maleno DT-1 Palo Alto-1 Mella-2 Cabritos-1
QUISQUEYA OIL CO.	1964-69	Valle del Cibao	Sorpresa-1
GAS Y PETRÓLEO DOMINICANA	1964-70	sierra de El Número Llano de Azua	Dominicanos-1
TENNECO	1969	Bahía de Ocoa Bahía de Neiba Valle del Cibao Bahía de Samaná	
PETROLERA LAS MERCEDES	1978-79	Cuenca de S. Pedro Valle del Cibao Llano de Azua	San Pedro-1 San Pedro-2 Santo Domingo-1
CANADIAN SUP. OIL	1979	Valle de Enriquillo	Charco Largo-1
ANSCHUTZ CORP.	1980-81	Valle de San Juan	Candelón-1
MOBIL OIL COMP.	1991-	Bahía de Ocoa	

Fig. 24. Cuadro resumen de la exploración petrolífera en la república dominicana

En 1969 Gas y Petróleo Dominicana (Gaspedom) e International Resources Limited iniciaron campañas sísmicas en la región, seguidas por una serie de perforaciones que en su mayor parte encontraron cantidades improductivas de petróleo y gas. Simultáneamente Tenneco desarrolló diversas campañas sísmicas en la plataforma marina, entre ellas una en la bahía de Ocoa.

A finales de los 70, la Canadian Oil Superior Ltd. comenzó a operar en la cuenca de Enriquillo donde disparó un total de 1043 km de líneas sísmicas y realizó una campaña gravimétrica además de estudios geológicos de superficie, que finalizaron con la perforación del pozo Charco Largo-1 (4877 m) en la parte central y más profunda de la cuenca. En este pozo se llevaron a cabo cuatro pruebas de producción que resultaron fallidas.

En épocas recientes hay que reseñar las diversas campañas sísmicas efectuadas por la Mobil Oil Company desde 1991 en la bahía de Ocoa. Durante la realización del primer Proyecto de Cartografía Geotemática (1997-2000) se tuvo constancia de la realización de una nueva campaña sísmica en la región del Llano de Azua por parte de Murphin Dominicana a la que, dada su confidencialidad, no se tuvo acceso. Igualmente, durante la realización del presente proyecto la misma compañía acabó la perforación del pozo Boca Cachón-1 (71° 51,7' W ;18° 32,5' N) del que no se ha facilitado la columna litoestratigráfica.

A continuación se dan algunas cifras de la productividad de las explotaciones. La primera extracción de la que se tiene noticia se cifra en torno a 400 barriles diarios de petróleo en el pozo Higuierito (Texas Company, 1905). La producción de los campos de Maleno e Higuierito alcanzó 19.000 barriles de petróleo de 20° API (Seaboard Oil Company, 1939). De los sondeos efectuados por esta compañía entre 1940 y 1947, Las Hormigas-1 mostró hidrocarburos en cantidades irrelevantes. Un nuevo intento de explotación del campo de Maleno por la Petrolera Azuana en 1960, concluyó cuando se habían extraído 10.000 barriles y apareció agua, sin que se disponga de ninguna cuantificación de producción posterior. En la cuenca de Enriquillo la explotación ha sido prácticamente nula. Estas cifras de los resultados extractivos de casi un siglo en los principales campos no son optimistas con respecto a la potencialidad petrolífera futura, aunque tal vez los nuevos modelos geológicos de la región sugieran un replanteamiento de las estrategias.

Los estudios de los sistemas de petróleo (Mann y Lawrence, 1991) señalan la Fm Sombrerito y la parte inferior de la Fm Trinchera como las rocas madre de la mayor parte de hidrocarburos. En la cuenca de Enriquillo el espesor reducido de la Fm Trinchera disminuye la acumulación potencial, que no obstante se considera suficiente por el contenido en materia orgánica de sus facies distales. También tienen valor como roca madre algunos intervalos pelíticos intercalados entre las evaporitas de la Fm Angostura. Las condiciones óptimas de madurez se habrían alcanzado en las partes más profundas de la cuenca

sedimentaria coincidiendo con el periodo de máximo enterramiento, justo antes del levantamiento principal que se inició en el Plioceno Inferior-Medio. La roca almacén son los niveles areniscosos de la Fm Trinchera y ciertos tramos porosos de la Fm Sombrero en facies calcárea (especialmente las denominadas en este proyecto calizas de Barahona). Un segundo sistema de mucha menor entidad parece relacionado con la Fm Arroyo Blanco actuando como roca madre y almacén. Las trampas corresponden a estructuras anticlinales selladas por horizontes impermeables y por cabalgamientos.

6.2.2. Rocas industriales y ornamentales

Varias explotaciones de yeso han sido abierta en las formaciones evaporíticas de La Salina y Arroyo Blanco. Algunas están todavía activas. Las principales están ubicadas a 2 km al este de Canoa (El Yeso) y al sur de la Loma El Yeso, en el lado izquierdo del río Yaque del Sur, cerca del pueblo de Barranca. Los niveles con yeso de la Fm. Arroyo Blanco se siguen desde estos yacimientos hasta la extremidad NO de la Hoja de Vicente Noble. Presentan un fuerte potencial para la explotación del yeso en la región.

7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO.

7.1. Introducción

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

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

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

7.2. Relación de los L.I.G.

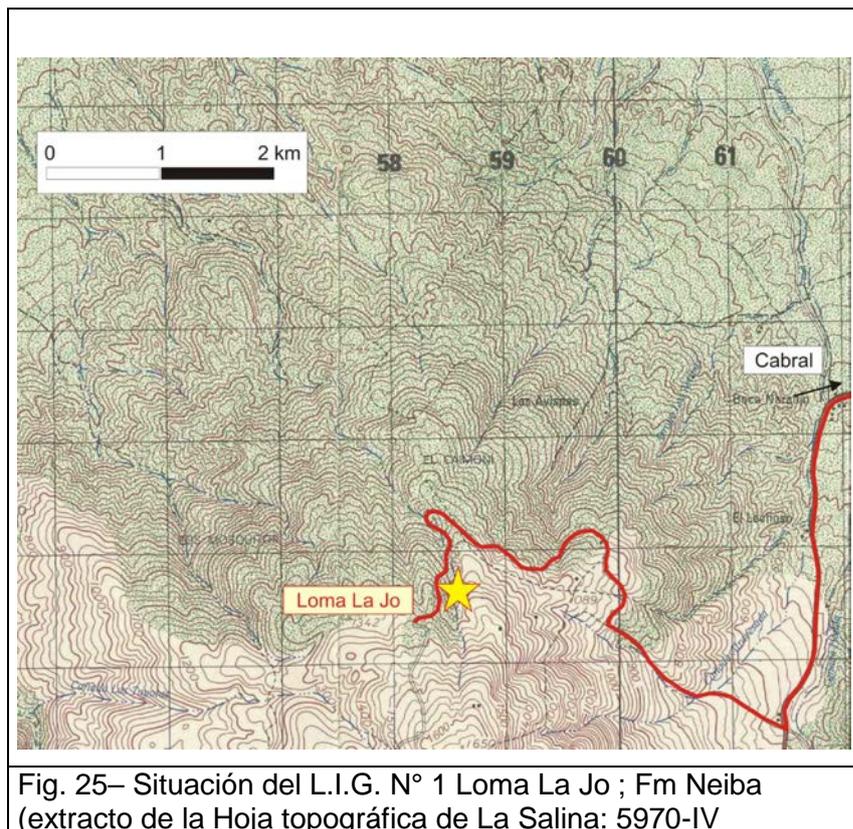
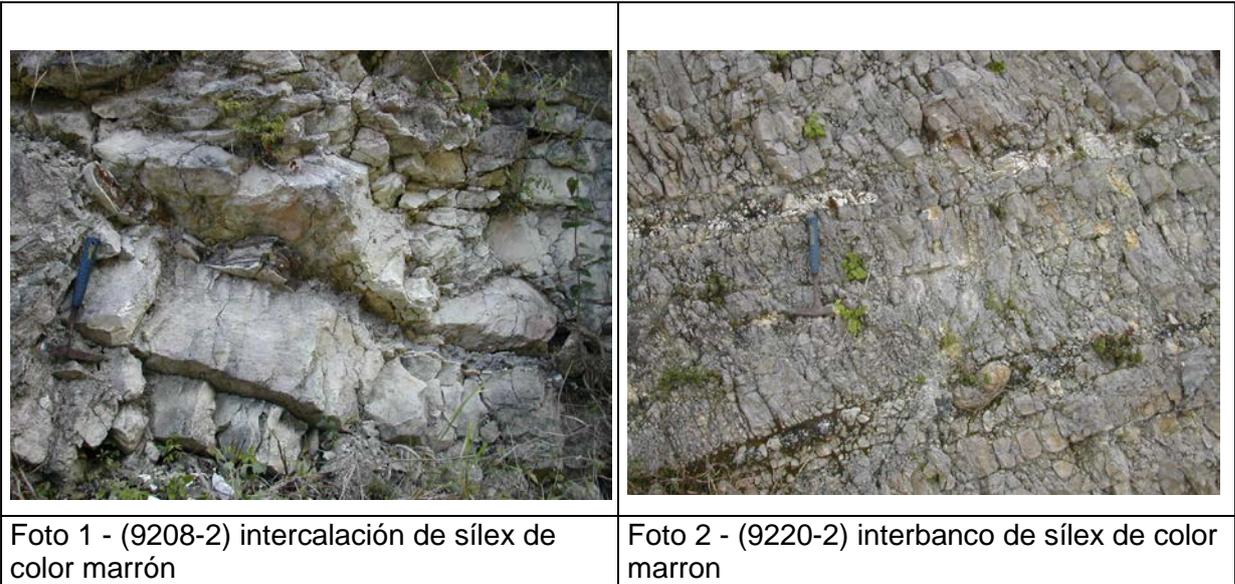
En la Hoja de La Salina se han inventariado 5 L.I.G

7.2.1. L.I.G. N° 1 – Fm. Neiba de la Loma La Jo

El acceso al L.I.G. N°1 es fácil, por la carretera Bahoruco-Duvergé. En Cabral, seguir la carretera en dirección del sitio turístico de “El Polo Magnético”. A 1 km antes de llegar al “Polo”, seguir el camino subiendo a la Loma La Jo.

El L.I.G. N°1 corresponde a un afloramiento discontinuo del talud del camino. Subiendo el camino, se baja la serie estratigráfica del techo de la Fm. Neiba (Mioceno)

Se trata de una sucesión de capas de 40 cm de potencia, de calizas bien estratificadas con intercalaciones de niveles discontinuos de sílex. La roca es muy fracturadas; las fallas están puesta en evidencia por el vuelo aeromagnético.



7.2.2. L.I.G. N° 2 (9180-2 y 9180-3) Cañadas de Los Guanos: brecha de disolución kárstica (Mb. Barahona de Fm. Sombrerito)

Se accede difícilmente al L.I.G. N° 2, que corresponde a afloramientos espectaculares. A pie, siguiendo la cañada de la carretera de Angostura – La Salina. Entrar, mediante una autorización, en la “Finca Victorina” donde se producen tomates famosos en toda la República Dominicana. Se atraviesa la finca hacia el sur, en dirección de la Sierra. Saltando la reja, se sigue la cañada durante 2 horas para llegar a los afloramientos los más espectaculares.

Esta facies particular de calizas permite también la observación del conjunto de la unidad calcárea constituyendo el techo de la Sierra de Barohuco. Las calizas masivas sub-horizontales forman una barra de 600 m de desnivel, correspondiendo al Mb. Barahona de la Fm. Sombrerito.

Se observa una brecha de karstificación “*in situ*” con fragmentos y bloques de calizas de la Fm. Sombrerito, cimentados por una matriz arcillo-carbonatada roja (brecha de disolución kárstica).

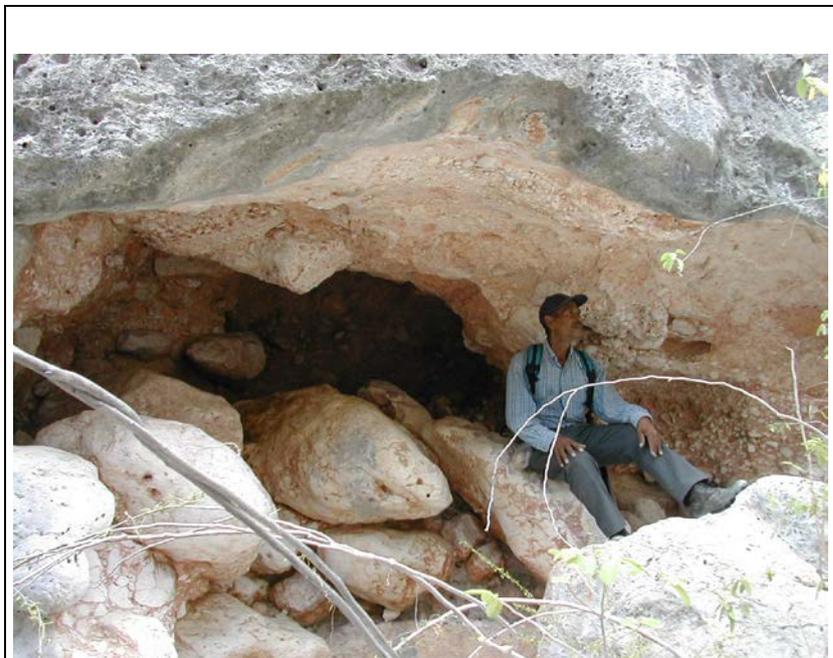


Foto 3 – (9180-2) cavidad kárstica : brecha de disolución con bloques de calizas del Mb Barahona (Fm. Sombrerito ; Neógeno)



Foto 4 – (9180-3) Detalle de la brecha de disolución kárstica

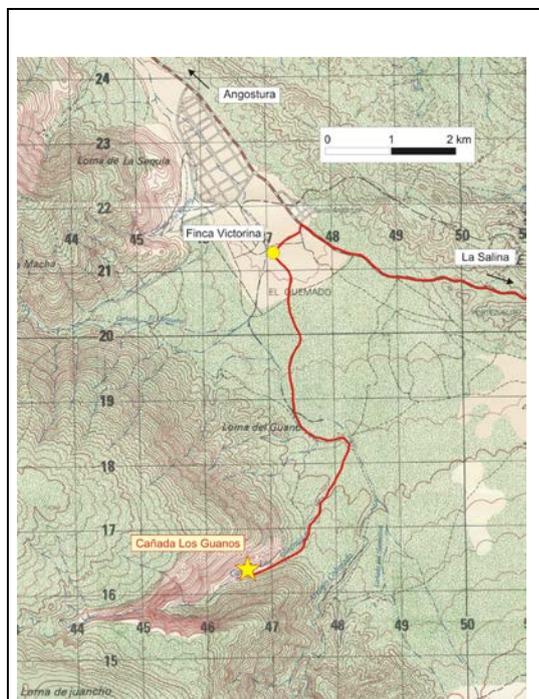


Figura 26 – localización del L.I.G. N° 2
Cañada Los Guanos : brecha de
disolución kárstica (Fm. Sombrerito)

7.2.3. L.I.G. N° 3 Fm. Lemba (Mioceno Superior-Plioceno basal ?)

El L.I.G. N° 3 corresponde a la Fm. Lemba ubicada entre la Fm. Sombrerito y la Fm. Angostura; equivalente posible de la Fm. Trinchera.

El acceso al L.I.G. N° 3, es fácil; necesita una pequeña caminata.

Desde La Salina, a media distancia entre La Salina y Los Saladitos, seguir la carretera a mano derecha hacia el este, hasta la escuela de Lemba donde se deja el coche. Continuar a pie en el mato. Los afloramientos están afectados por una red de grietas finas con sílice opalescente y yeso.

Se trata de un conjunto margoso, con intercalaciones de capas de 2 m de potencia de calizas margosas. Sólo afloran las capas de calizas, dando a la cresta un aspecto de escama de dinosaurio! No se ha encontrado macrofósiles y la microfauna está retrabajada. La edad de esta formación, situada entre la Fm. Sombrerito y la Fm. Angostura, podría ser Mioceno Superior-Plioceno basal.



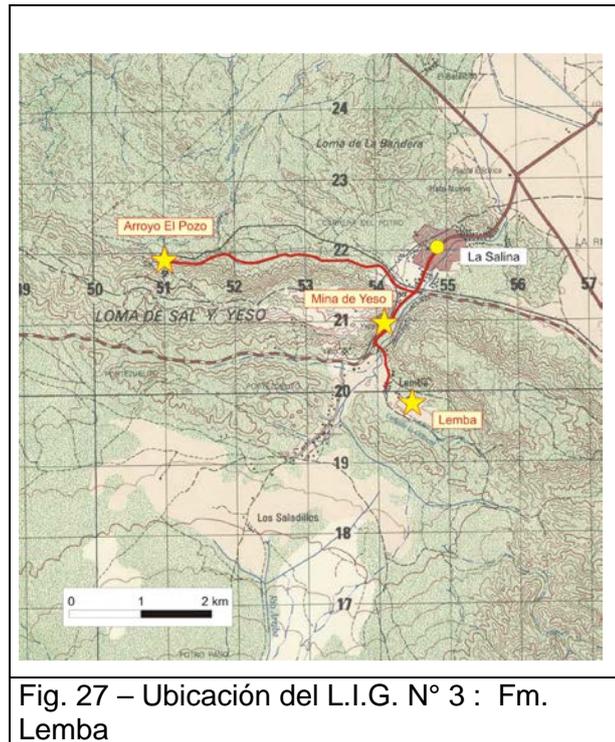
Foto 5 – (9115-13) Vista general de la zona de Lemba



Foto 6 – (9114-1) Vista de los afloramientos de la Fm. Lemba



Foto 7 – (9115-7) Yeso y sílice opalescente en la Fm. Lemba



7.2.4. L.I.G. N° 4 (9111 y 9145) Yeso, brecha y evaporitas de la Fm. Angostura

El L.I.G. N°4 corresponde a una mina de yeso en la Fm. Angostura.

El acceso al L.I.G. N°4 es muy fácil; está ubicado a la salida sur de La Salina, a nivel de la travesía de la Loma de Sal y Yeso. La calidad de los afloramientos está perjudicada por el polvo ligado al tráfico de la carretera.

El acceso a la cantera de explotación de sal y yeso es difícil. Se necesita una autorización de la sed de la empresa en Santo Domingo. La producción de yeso se exporta hacia los EEUU.

Las capas de yeso son muy caóticas, con pliegues métricos y fallas de despegamento en los flancos de los pliegues. La deformación está en relación con la zona de falla desgarro-cabalgante que bordea el flanco norte de la sierra de Batoruco.



Foto 8 – (9111-1) Capas de yeso caóticas, con pliegues métricos

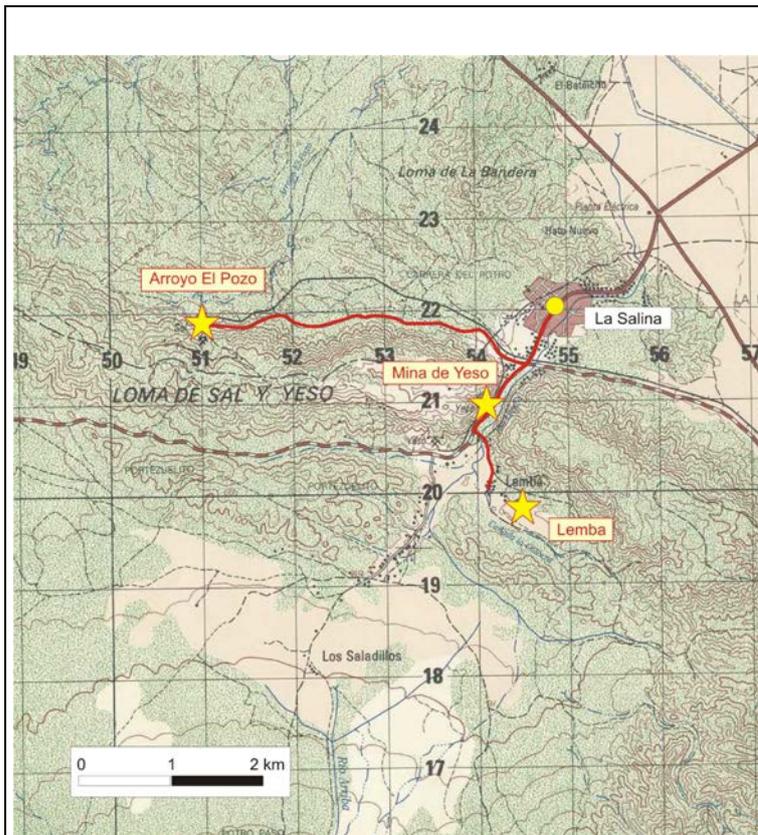


Fig. 28 – Ubicación del L.I.G. N° 4 Mina de Yeso (Fm. Angostura)

7.2.5. L.I.G. N° 5 Arroyo El Pozo; contacto con la Fm. Angostura y muro de la Fm. La Salina

El L.I.G. N°5 corresponde a la base de la Fm. La Salina y el contacto con la Fm. Angostura infrayacente. El relieve está muy bien marcado por el nivel de *“Razorback Ridge”*

El acceso al L.I.G. N° 5 es fácil desde La Salina, por la carretera de acceso a las antiguas canteras de yeso.

Bajando el arroyo, se observa un buen corte en las alternancias de areniscas y margas de la Fm. La Salina. Las capas están verticalizadas a nivel del contacto y el buzamiento disminuye progresivamente hacia el norte.

Este corte ha sido descrito por Mann et al, 1999 : Tectonic and Eustatic Controls on Neogen Evaporitic and Siliciclastic Deposition in the Enriquillo Basin, Dominican Republic.



Foto 9 – (9594-3) Calizas arenosas del muro de la Fm. La salina



Foto 10 – (9497-4) Arroyo El Pozo y afloramiento de la Fm. La Salina

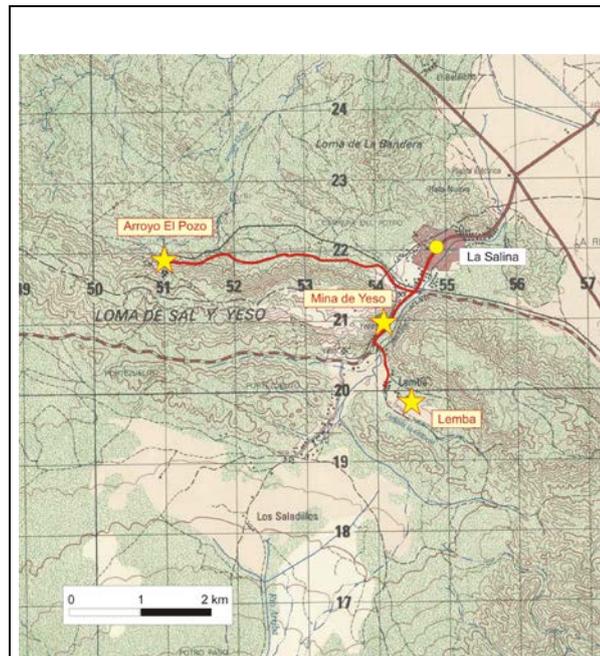


Fig. 29 – Ubicación del L.I.G. N° 5 Arroyo El Pozo (base de la Fm. La Salina)

8. BIBLIOGRAFÍA.

ACUATER, 2000. Mapa Hidrogeológico Planicie Costera Oriental, mapa N° 9/1/3 Escala 1:50.000, Febrero 2000. República Dominicana-UE. Programa de Desarrollo Geológico-Minero (SYSMIN) Convención Lomé IV.

ARICK, M.B., 1940a. Report on the geology of Hispaniola. Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 12p.

ARICK, M.B., 1940b. Dominican Seaboard Oil Company, Inc.; Annual report of Geological Department. Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 34 p.

BERMUDEZ, P.J., 1949. Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic ; Cushman Laboratory for Foraminiferal Research. Special Publication 25, 322 p.

BIJU-DUVAL, B., BIZON, B., MASCLE, A., MULLER, C., 1983. Active margin processes; field observations in southern Hispaniola. En J.S. Watkins, C.L. Drake, (eds.). Studies in continental margin geology. American Assotiation of Petroleum Geologist Memoir, 34, 325-346.

BLESCH, R.R., 1966. Mapa geológico preliminar. En: Mapas. Volumen 2, Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana. Unión Panamericana, escala 1:250.000.

BLOW, W. H., 1979. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy: Proceedings 1st International Conference on Planktonic Microfossils, v. 1, p. 199-442.

BOISSEAU, M., 1987. Le Flanc Nord-Est De La Cordillere Centrale Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles) : Un Edifice De Nappes Cretace Polyphase. Doctorat d'Etat. Université de Paris VI. p. -214.

BOLD, W.A., 1975 . Neogène biostratigraphy (ostracoda) of southern Hispaniola: Bulletins of American Paleontology, v. 66 n°. 286, p.549-639.

BOLD, W.A., 1988. Neogene paleontology in the northern Dominican Republic; The Ostracoda: Bulletin of American Paleontology, v. 94, no. 329, p. 1-105.

BOLLI, H. M., AND SAUNDERS, J. B., 1985. Oligocene to Holocene low-latitude planktonic foraminifera, in Bolli, H., Saunders, J. B., and Perch-Nielsen, K., eds., Planktonic stratigraphy: Cambridge, England, Cambridge University Press, 1032 pp.

BOURGOIS, J., TAVARES, I., VILA, J.M., 1979. L'Eocène à blocs d'Ocoa (Republique Dominicaine, Grandes Antilles); Témoin d'une Tectonique tangentielle à vergence sud dans l'île d'Hispaniola. Bull. Soc. Géologique de France, 7, 759-764.

BOWIN, C. O., 1960. Geology of central Dominican Republic. *Geological Society of America Bulletin*, 71, p. 18-31.

BOWIN, C., 1966. Geology of the Central Dominican Republic. A case history of part of an island arc. En H. Hess (ed.). Caribbean geological investigations, Geological Society of America, 98, 11-84.

BREUNER, T.A., 1985 . The Geology of the Eastern sierra de Neiba. Tesis doctoral, Universidad de Washington (inérito), 120 pp.

BURKE, K., 1988. Tectonic evolution of the Caribbean. *Annales Rev. Earth and Planetary Science Letters*, 16, 201-230.

BURKE, K., FOX, P.J., SENGÖR, M.C., 1978. Buoyant ocean floor and the origin of the Caribbean. *Journal of Geophysical Research*, 83, 3949-3954.

CALAIS, E., PERROT, J. AND MERCIER DE LÉPINAY, B., 1998 – Strike-slip tectonics and seismicity along the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Hispaniola. Publication of The Geological Society of America, Special Paper N° 326, pp. 125-141.

COOPER, J. C., 1983 – Geology of the Fondo Negro region, Dominican Republic (M.S. thesis): Albany, State University of New York, 143 p.

COOKE, C. W., 1920. Geologic reconnaissance in Santo Domingo (Abst). *Geological Society of America, Bulletin*, 31, p. 217-219.

DE LA FUENTE, S., 1976. Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 p.

DE LEÓN, R., 1983 – Aspectos geológicos e hidrogeológicos de la región SO. Publicaciones especiales, número 4, Museo Nacional de Historia Natural, Plaza de la Cultura, Santo Domingo, República Dominicana, 25 p.

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

DE ZOETEN, R., 1988. Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Dissertation.

DE ZOETEN, R., HEUBECK, C. E. & MANN, P., 1989. Cenozoic tectonic assembly of the Greater Antilles; 2, Hispaniola; Geological Society of America, South-central Section, 23rd annual meeting; abstracts with programs. *Abstracts with Programs - Geological Society of America*, 21, p. 8.

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

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

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

DOHM, C.F., 1941a. The comendador anticline, republica dominicana. Unpublished reports. Dominican seaboard oil company, 10 p.

DOHM, C.F., 1941b. Geologic map of aerial mosaic no.14, el mogote, dominican republic, aprox. Scale 1:20,000. Unpublished reports. Dominican seaboard oil company.

DOHM, C.F., 1941c. Geologic map of aerial mosaic no. 15, quita coraza, dominican republic, aprox. Scale 1:20,000. Unpublished reports. Dominican seaboard oil company,

DOHM, C.F., 1941d. The geology of the azua-enriquillo basin areas covered by aerial mosaics nº 7,14 and 15. Dominican republic. Santo domingo office nº 15, unpublished reports. Dominican seaboard oil company,17p.

DOHM, C.F., 1942a. A geological report of the cerros de sal, valle enriquillo- dominican republic describing mosaic areas nos. 1 and 2. Unpublished reports. Dominican seaboard oil company, 17p.

DOHM, C.F., 1942b. The geology of the sierra de neiba and valles san juan and enriquillo in mosaic areas 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 32 and 33. Dominican republic. Santo domingo office nº 20. Unpublished reports. Dominican seaboard oil company,18 p. (apendix 1: tectonic history of the sierra neiba and adjoining basin areas by c.f. Dohm, 4p; apendix 2: index fossil foraminifera in san juan- azua basins, dominican republic, by p.j. Bermudez, 3p.)

DOHM, C.F., 1942c. Report of a geological reconnaissance of guayabín anticline cibao valley, dominican republic. Unpublished reports. Dominican seaboard oil company, 14 p.

DOHM, C.F., 1942d. The geology of western cibao basin, dominican republic,. Unpublished reports. Dominican seaboard oil company, 14 p.

DOLAN, J.F., MANN, P., DE ZOETEN, R., HEUBECK, C., SHIROMA, J., MONECHI, S., 1991. Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of eocene-miocene sedimentary basins, hispaniola and puerto rico. En mann, p., Draper, g., Lewis, j.f. (eds.). Geologic and tectonic development of the north america-caribbean plate boundary in hispaniola. Geological society of america special paper 262, 217-263.

DOLAN, J. F., MULLINS, H. T., D, J. WALD, 1998. Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collisison, strain partitioning and opposing subducted slabs, En J.F. Dolan, P. Mann, (eds). Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone, Geological Society of America Special Paper 326, 174p, 1-61 p.

DOLAN J. F. AND MANN P., 1998. Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Publication of The Geological Society of America, Special Paper N° 326, 174 p.

DRAPER, G., BARROS, J.A., 1994. Cuba. En S.K. Donovan, T.A., Jackson (eds.). Caribbean Geology, an Introduction, The University of The West Indies Publishers Asociation, Kinstong, Jamaica: 65-86

GARCIA, E., HARMS, F.,1988. Informe del Mapa Geológico de la Republica Dominicana escala 1:100.000 San Juan (4972). Santo Domingo, 97 p.

GARCÍA SENZ J., 2004. Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5871-III (Jimaní) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

GENNA A., 2004. Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5871-II (Duvergé) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

GÓMEZ SAINZ DE AJA, J.A., 2000a. Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-IV (Gajo de Monte) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo

HERNAIZ HUERTA, P.P., 2004a. Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5971-IV (Galván) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo

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

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

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

HEUBECK, C., MANN P., 1991. Structural geology and Cenozoic tectonic history of the southeastern termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. Geological Society of America Special Paper 262, pp. 315-336.

LAMAR, M. E., MANN, P., 1988. Tectonic Controls on Pliocène avaporite faciès, Enriquillo basin, Dominican Republic, (abs.): American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 73, p. 376.

LEWIS, J.F., ESCUDER VIRUETE, J., HERNAIZ HUERTA, P.P., GUTIERREZ, G., DRAPER, G., PÉREZ-ESTAÚN, A., 2002. Subdivisión geoquímica del Arco Isla Circum-Caribeño, Cordillera Central Dominicana: Implicaciones para la formación, acreción y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico. En A. Pérez-Estaún, I.Tavares, A. García Cortes, P.P. Hernaiz Huerta (eds.). Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geológica Hispánica. 37, 81-22.

LLINÁS, R.A., 1972a. Geología del área Polo-Duvergé, cuenca de Enriquillo, Codia, Part 1. Publication of Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores, Santo Domingo, No.31 pp. 55-65.

LLINÁS, R.A., 1972b. Geología del área Polo-Duvergé, cuenca de Enriquillo, Codia, Part 2. Publication of Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores, Santo Domingo, No.32 pp. 40-53.

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

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*, Vol. 21, N°6, 1057, PP. 7-1 to 7-26.

MANN, P. DRAPER, G., LEWIS J.F., 1991. Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Hispaniola. Publication of The Geological Society of America, Special Paper N° 262, 401 p.

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

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

MANN, P., LEBRÓN, M., RODRIGUEZ, J., HEUBECK, C., 1991c. Geologic maps of the southern Dominican Republic. In: P. Mann, G. Draper and J.F. Lewis (Editors), *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper 262. Plates 4a, 4b, and 4c, scale: 1:150,000.

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

MANN, P., TAYLOR, F.W., BURKE, K., KULSTAD, R., 1984. Subaerially exposed Holocene coral reef, Enriquillo Valley, Dominican Republic. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 95, 1084 – 1092

MANN, P., TAYLOR, F.W., EDWARDS, R.L., KU, TL., 1995. Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults: An example from the north-eastern Caribbean plate margin. *Tectonophysics*, 246, 1-69.

MANN, P., MCLAUGHLIN, P.P., VAN DEN BOLD, W.A., LAWRENCE, S.R., LAMAR M.E., 1999. Tectonic and Eustatic Controls on Neogene Evaporitic and Siliciclastic Deposition in the Enriquillo Basin, Dominican Republic. *In* Caribbeans Basins, Sedimentary Basins of the World, 4 (P. Mann Ed.), Elsevier Science B.V., Amsterdam, p. 287 – 342 ;

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*, Vol. 21, N°6, 1057, pp. 7-1 to 7-26.

MANN, P., LAWRENCE, S.R., 1991. Petroleum potential of southern Hispaniola. *Journal of Petroleum Geology*, 14: 291-308.

MAUFFRET, A., LEROY, S., 1997. Seismic stratigraphy and structure of the Caribbean igneous province. *Tectonophysics*, 283: 61-104.

MCLAUGHLIN, P.P., VAN DEN BOLD, W.A., MANN, P., 1991. Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic ; 1, Neogene lithofacies, biostratigraphy, biofacies, and paleogeography. *In* Geologic and Tectonic Development of the North America – Caribbean Plate Boundary in Hispaniola, Mann. P., Draper G. and Lewis J.F. (Eds), Geological Society of America Special Paper 262, 1991, p. 337 – 366 ;

MERCIER DE LEPINAY, B., 1987. L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Española (Grandes Antilles). These de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 378 pp. (Inédito).

NEMEC, M. C., 1980. A two phase model for the tectonic evolution of the Caribbean, *Trans. Caribb. Geol. Conf.*, 9 th, 23-24.

NORCONSULT., 1893. Dominican Republic. Petroleum Exploration Appraisal. Report for Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo (inédito)

PARDO, G., 1975. Geology of Cuba. En: The Ocean Basins and Margins, (Nairn, Stelhi eds.) A.E.M. Vol. 3.

PINDELL, J.L., 1994. Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. En S.K. Donovan y T.A. Jackson (eds.). Caribbean Geology: an introduction, University of the West Indies Publishers Association. University of the West Indies Press, Kingston, Jamaica, 13-39.

PINDELL, J. L., BARRETT, S. F., 1990. Geological evolution of the Caribbean region: a plate tectonic perspective. En G. Dengo y J.E. Case (eds.). The Caribbean, Volume H, Decade of North American Geology. Geological Society of America, Boulder, Colorado, 404-432.

PUBELLIER, M., MAUFFRET, A., LEROY, S., VILA, J.M., AMILCAR, H., 2000. Plate boundary readjustment in oblique convergence: Example of Neogene of Hispanila, Greater Antilles. Tectonics, Vol. 19, No. 4, pp 630-648.

SANZ, J., SOLER, M., 2004. Mapa Geológico de la Hoja a E.1:50.000 n° 5873-II (Bánica) y memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Direccion General de Minería, Santo Domingo.

STEMANN, T.A., JOHNSON, K.G., 1992. Coral assemblages, biofacies, and ecological zones in the mid-Holocene reef deposits of the Enriquillo Valley, Dominican Republic. Lethaia, vol. 25, n° 3, p. 231 – 241.

TAYLOR, F.W., MANN, P., VALASTRO, JR., S., BURKE, K., 1985. Stratigraphy and Radiocarbon Chronology of a Subaerially Exposed Holocene Coral Reef, Dominican Republic. Journal of Geology, vol. 93, 311 – 332.

TCHALENKO, J.S., 1968. The evolution of kink-bands and the development of compression textures in sheared clays. Tectonophysics, 6, 159-174.

VAN DEN BOLD, W.A., 1975. Neogene biostratigraphy (Ostracoda) of southern Hispaniola : Bulletins of American Paleontology, V. 66, n° 286, p. 549 – 639 ;

VAN DEN BERGHE, B., 1983. Evolution sédimentaire et structurale depuis le paléocène du secteur "Massif de la Selle-Bahoruco-Nord de la ride de Beata" dans l'orogène nord-Caraïbe: Paris, France, Université Pierre et Marie Curie, 205 p.

VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P., CALKINS, F.C., 1921. A Geological Reconaissance of the Dominican Republic. En: Colección de Cultura Dominicana de la Sociedad Dominicana de Bibliófilos (Editora de Santo Domingo). Santo Domingo, 18 (1983), 268 p.

WALLACE, M.H., 1947. A review of the stratigraphy of the Enrriquillo basin, Dominican Republic, Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 12p.