



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOMORFOLÓGICO Y DE PROCESOS ACTIVOS
SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**

ESCALA 1:100,000

BARAHONA

(5970)

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

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN II de soporte al sector geológico-minero (Programa CRIS 190-604, ex No 9 ACP DO 006/01). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (INYPSA)
- Dr. Fernando Moreno (INYPSA)

CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Ing. Alberto Díaz de Neira (INYPSA)
- Dr. Fernando Moreno (INYPSA)

REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (INYPSA)
- Dr. Fernando Moreno (INYPSA)

ELABORACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y ASESORÍA DURANTE LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Dr. Ángel Martín-Serrano (IGME)

INFORME DE LAS FORMACIONES ARRECIFALES DEL NEÓGENO Y CUATERNARIO

- Dr. Juan Carlos Braga (Universidad de Granada)

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

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

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

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

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional

- Ing. Santiago Muñoz
- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

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

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Metodología	1
1.2. Situación geográfica	4
1.3. Marco geológico	6
1.4. Antecedentes	8
2. DESCRIPCIÓN FISOGRÁFICA	10
3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	15
3.1. Estudio morfoestructural	15
3.1.1. <u>Formas estructurales</u>	<u>16</u>
3.2. Estudio del modelado	18
3.2.1. <u>Formas gravitacionales</u>	<u>18</u>
3.2.2. <u>Formas fluviales y de escorrentía superficial</u>	<u>19</u>
3.2.3. <u>Formas eólicas</u>	<u>23</u>
3.2.4. <u>Formas lacustres y endorreicas</u>	<u>23</u>
3.2.5. <u>Formas marinas-litorales</u>	<u>24</u>
3.2.6. <u>Formas originadas por meteorización química</u>	<u>25</u>
3.2.7. <u>Formas poligénicas</u>	<u>26</u>
3.2.8. <u>Formas antrópicas</u>	<u>27</u>
4. FORMACIONES SUPERFICIALES	28
4.1. Formaciones gravitacionales	28
4.1.1. <u>Lutitas, cantos y bloques. Deslizamientos, derrumbes y flujos de derrubios (a). Holoceno</u>	<u>28</u>
4.1.2. <u>Cantos, arenas y lutitas. Coluviones (b). Holoceno</u>	<u>29</u>
4.2. Formaciones fluviales y de escorrentía superficial	30
4.2.1. <u>Lutitas, arenas y gravas. Abanicos aluviales de baja pendiente (c). Holoceno</u>	<u>30</u>
4.2.2. <u>Gravas, arenas y lutitas. Conos de deyección y abanicos aluviales (d, k). Holoceno</u>	<u>30</u>
4.2.3. <u>Arenas y lutitas. Mantos de arroyada (e). Holoceno</u>	<u>31</u>
4.2.4. <u>Gravas y arenas. Terrazas (f). Holoceno</u>	<u>32</u>
4.2.5. <u>Limos y arenas. Llanura de inundación (g). Lutitas y arenas. Cauces y meandros abandonados (h). Holoceno</u>	<u>32</u>
4.2.6. <u>Gravas, arenas y lutitas. Fondos de cañada torrencial (i). Fondos de valle (l). Holoceno</u>	<u>33</u>
4.2.7. <u>Arenas y lutitas. Mantos de arroyada (j). Holoceno</u>	<u>33</u>
4.3. Formaciones lacustres y endorreicas	33
4.3.1. <u>Lutitas. Áreas pantanosas (l). Lutitas y sales (m). Áreas endorreicas (n). Lagunas (ñ). Áreas endorreicas con salinización superficial. Holoceno</u>	<u>33</u>
4.4. Formaciones marinas-litorales	34
4.4.1. <u>Calizas arrecifales. Construcciones biogénicas (o). Pleistoceno</u>	<u>34</u>
4.4.2. <u>Gravas. Terrazas (p). Holoceno</u>	<u>34</u>
4.4.3. <u>Lutitas. Llanuras de mareas abandonadas (q). Marismas altas (s). Lutitas con vegetación abundante. Marismas bajas (v). Holoceno</u>	<u>35</u>

4.4.4.	<u>Lutitas. Lagunas colmatadas o desecadas (r). Holoceno</u>	35
4.4.5.	<u>Arenas. Dunas (t). Playas y cordones litorales (u). Holoceno</u>	35
4.5.	Formaciones originadas por meteorización química	35
4.5.1.	<u>Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina (w). Pleistoceno-Holoceno</u>	35
4.6.	Formaciones poligénicas	36
4.6.1.	<u>Arcillas rojas con cantos. Aluvial-coluvial (x). Holoceno</u>	36
4.6.2.	<u>Brechas calcáreas cementadas (y). Holoceno</u>	36
4.7.	Formaciones antrópicas	37
4.7.1.	<u>Sales. Salinas (z). Holoceno</u>	37
5.	EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA	38
6.	PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO	43
6.1.	Actividad sísmica	43
6.1.1.	<u>Tsunamis</u>	45
6.2.	Tectónica activa	46
6.3.	Actividad asociada a movimientos de laderas	48
6.4.	Actividad asociada a procesos de erosión	48
6.5.	Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación	48
6.6.	Actividad asociada a litologías especiales	51
6.7.	Actividad antrópica	52
7.	PROPUESTA DE ITINERARIO	53
8.	BIBLIOGRAFÍA	59

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales del siglo pasado, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea, en concepto de donación. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPSA), ha sido el responsable de la ejecución del denominado Proyecto 1B, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a TYPESA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN).

Este Proyecto comprende varias zonas que junto con las ya abordadas con motivo de los proyectos previos (C, ejecutado en el periodo 1997-2000; K y L, ejecutados en el periodo 2002-2004), completan la mayor parte del territorio dominicano. El Proyecto 1B incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 24 Hojas Geomorfológicas y otras tantas de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico, a escala 1:100.000, correspondientes a los siguientes cuadrantes a dicha escala (Fig. 1):

Zona Norte:

- La Vega (6073)
- San Francisco de Macorís (6173)
- Sánchez (6273)
- Samaná (6373)
- Santiago (6074)
- Salcedo (6174)
- Nagua (6274)
- La Isabela (5975)
- Puerto Plata (6075)
- Sabaneta de Yásica (6175)

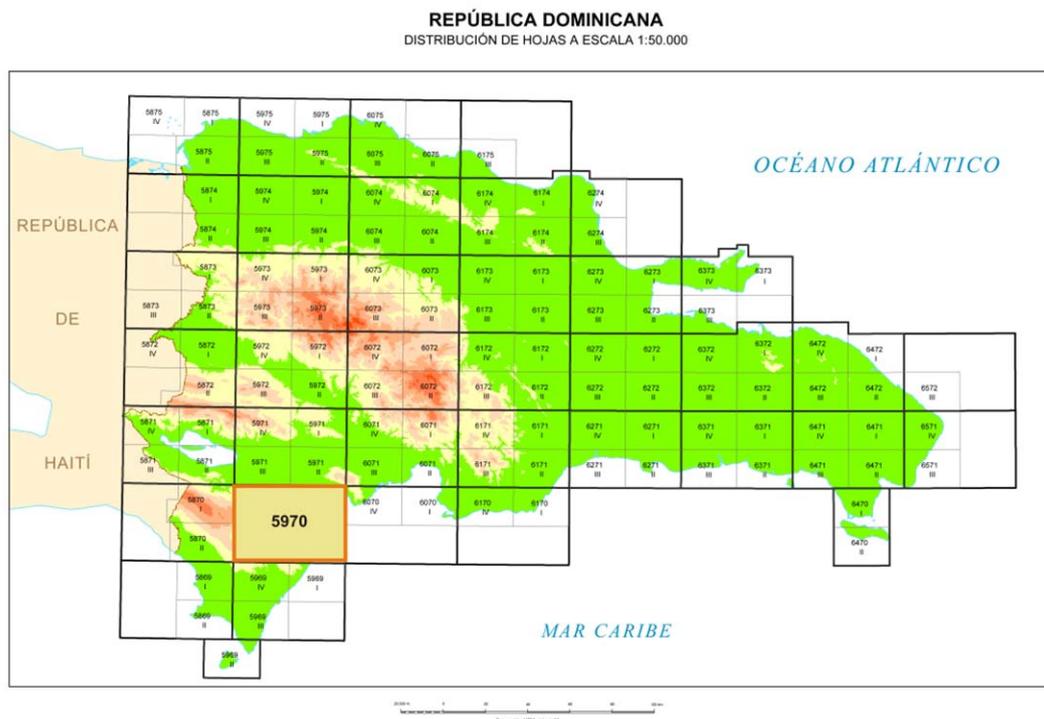


Fig.1. Distribución de Hojas a escala 1:100.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja de Barahona (5970)

Zona Sureste:

- La Granchorra (6470)
- Santo Domingo (6271)
- San Pedro de Macorís (6371)
- La Romana (6471)
- Juanillo (6571)
- Las Lisas (6472)
- Bávaro (6572)

Zona Sur:

- Sabana Buey (6070)
- Baní (6071)

Zona Suroeste:

- Cabo Rojo (5869)
- Enriquillo y Beta (5969)
- Pedernales (5870)
- Barahona (5970)

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; por ello, a lo largo de la presente Memoria son numerosas las alusiones a otras Hojas, en especial a la de Neiba.

Durante la realización de la Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de Barahona se ha utilizado la cartografía geológica a escala 1:50.000 elaborada durante el presente proyecto, además de la información disponible de diversa procedencia y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84) y las del Proyecto ICM, a escala 1:60.000 (1958), así como las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. La cartografía previa ha sido complementada con numerosos recorridos de campo, siendo uno de los principales objetivos de los mismos la toma de datos que pudieran ser de utilidad para la realización de la Hoja a escala 1:100.000 de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico, derivada en buena medida de la cartografía geomorfológica.

Los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana. Esta normativa, inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA), fue adaptada durante el desarrollo del Proyecto K y L a la Guía para la elaboración del Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000 (IGME, 2004) que incluye la correspondiente al Mapa de Procesos Activos, si bien en el presente trabajo se han adoptado ligeras modificaciones en función de la diferente escala de trabajo y de la cantidad de información existente.

La presente Memoria tiene carácter explicativo de los Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante de Barahona (5970). Tras la presente introducción, en la que se abordan brevemente la metodología seguida, la ubicación de la Hoja en los contextos regionales geográfico y geológico, y los antecedentes más relevantes, se detallan los siguientes aspectos:

- Descripción geográfica, en la que se señalan los rasgos físicos más destacables, como los accidentes geográficos (sierras, ríos, llanuras...), los parámetros climáticos generales y los principales rasgos socioeconómicos.

- Análisis morfológico, en el que se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo como tal la relación y explicación de las distintas formas de aquél, agrupadas en función del agente responsable de su origen (estructural, gravitacional, fluvial...), incidiendo en su geometría, tamaño y génesis.
- Estudio de las formaciones superficiales, es decir, de las formas acompañadas de depósito, haciendo hincapié en su litología, espesor y cronología, agrupadas igualmente en función de su agente responsable.
- Evolución e historia geomorfológica, contemplando el desarrollo del relieve en función del tiempo, tratando de explicar su génesis y evolución.
- Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico, resultado de la potencial funcionalidad de diversos fenómenos geodinámicos, la mayoría testimoniados por diversas formas de la superficie terrestre.

Además, debido a las excelentes condiciones de observación geomorfológica que ofrece la región y a su peculiar fisonomía dentro del ámbito caribeño, se propone un itinerario geomorfológico-turístico por el entorno de la hoya de Enriquillo y sus bordes montañosos, dentro de las Hojas a escala 1:100.000 de Jimaní (5871), Barahona (5970) y Neiba (5971).

Por otra parte, las memorias de las Hojas Geológicas a escala 1:50.000 comprendidas en este cuadrante, incluyen la mayor parte de la información contenida en el presente texto, distribuida entre sus capítulos correspondientes a Introducción (Descripción fisiográfica), Estratigrafía (Formaciones superficiales) y Geomorfolología (Análisis morfológico, Evolución e historia geomorfológica y Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico).

1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:100.000 de Barahona (5970) se encuentra situada en el sector suroccidental de la República Dominicana (Fig. 2) y más concretamente, en el ámbito de la bahía de Neiba, que ocupa su sector oriental. Incluye parte de las provincias de Independencia, que abarca la mitad noroccidental, Barahona, que ocupa el sector suroriental, y Pedernales, mínimamente representada en el extremo suroccidental.

Forma parte de tres de los principales dominios morfoestructurales de La Española (De la Fuente, 1976):

- La hoya de Enriquillo. Es una notable planicie limitada por las sierras de Bahoruco, al sur, y las de Neiba y Martín García, al norte, en cuyo interior se encuentra el lago que da nombre a la depresión. Ocupa la mayor parte de la mitad nororiental de la Hoja.

- La sierra de Bahoruco. Es una de las cuatro principales alineaciones montañosas de la República Dominicana, apareciendo como una prominente sierra de orientación cercana a E-O, que se eleva al sur de la hoya de Enriquillo hasta alcanzar más de 2.000 m de altitud. Constituye la mitad suroccidental de la Hoja, en la cual se han definido dos unidades morfoestructurales: vertiente septentrional y vertiente meridional, que contrastan fuertemente, tanto por la estructura del substrato como por el paisaje, tal como se verá más adelante.

- La sierra de Martín García presenta una orientación NO-SE, con extensión y altitudes sensiblemente inferiores a las de las sierras de Bahoruco y Neiba. Aparece en el extremo nororiental.

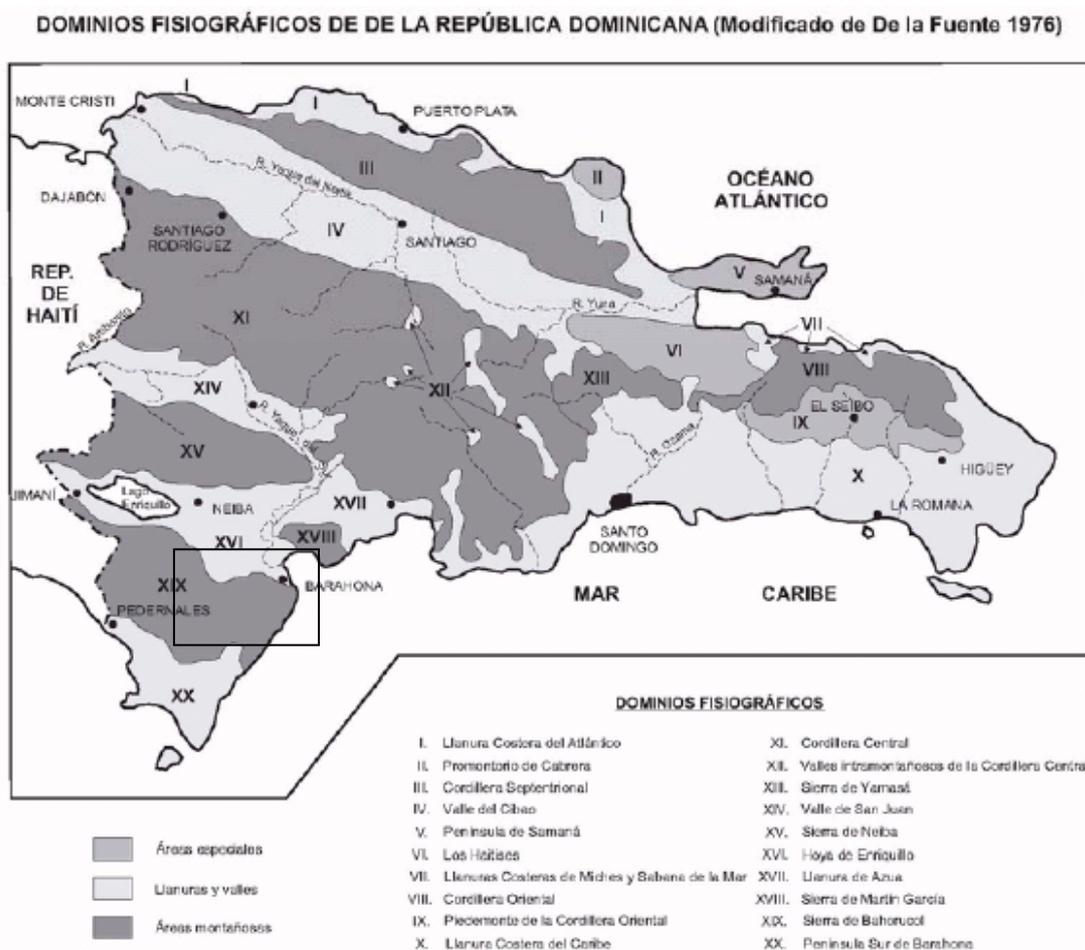


Fig.2 Dominios fisiográficos de la República Dominicana y situación de la hoja de Barahona.

1.3. Marco geológico

La fisiografía de la Hoja de Barahona coincide plenamente con su estructura geológica, basada en la presencia de la cuenca neógena de Enriquillo entre los relieves de las sierras de Bahoruco y Martín García, cabalgantes sobre ella, si bien la estructura original ha sido modificada por una importante red de desgarres de direcciones NO-SE y E-O.

A grandes rasgos, la sierra de Bahoruco está constituida por una potente serie carbonatada de ambientes de plataforma y cuenca marinas, reconociéndose su sustrato volcánico de fondo oceánico de edad cretácica en el centro de la Hoja. Se estructura como un amplio antiforame vergente hacia el NE, que configura las dos unidades morfoestructurales de esta sierra, ya mencionadas más arriba.

La sierra de Martín García también está constituida fundamentalmente por una potente serie integrada por materiales carbonatados paleógenos y miocenos de ambientes marinos de plataforma y llanura submarina, desconociéndose su sustrato. Se estructura como un antiformal de doble vergencia: hacia el sur en el sector meridional y hacia el norte en el septentrional, cabalgando sobre la cuenca de Ázua.

A pesar de que la región parece haber estado sometida a una deformación prácticamente constante a lo largo del Cenozoico, fue durante el Mioceno Superior cuando se produjo el diseño fundamental de la estructura actual. Durante dicho periodo, el levantamiento de la cordillera Central y de las sierras de Bahoruco, Neiba y Martín García transformó la extensa cuenca paleógeno-miocena, que abarcaría al menos el actual sector suroccidental de La Española, en el sistema de cuencas estrechas observables hoy día: San Juan, Enriquillo y Ázua, cuyo relleno se llevó a cabo mediante potentes series eminentemente detríticas que evolucionarían desde ambientes marinos hasta un régimen continental.

En el ámbito de la Hoja de Barahona aparecen netamente diferenciados los materiales paleógeno-mioplíocenos de las sierras y los plio-cuaternarios de la depresión, con un variado conjunto holoceno que aparece tanto en las sierras como, más extensamente, en la depresión. La reducida extensión – por comparación - de la sierra de Martín García está integrada por un monótono conjunto de calizas tableadas con sílex pertenecientes a la Fm Neiba, aflorante con mayor extensión en la sierra de Bahoruco. Sobre él se dispone un conjunto carbonatado mioceno, atribuido a la Fm Sombrerito, pero que por su aspecto sensiblemente diferente al de su área tipo, ha sido denominado Mb Barahona (de la Fm Sombrerito). Tanto los materiales paleógenos como los mioplíocenos se encuentran intensamente deformados mediante pliegues y fracturas de orientación NO-SE principalmente.

El conjunto plio-cuaternario que constituye el relleno de la depresión aparece separado de los materiales carbonatados de las sierras por una densa red de desgarres. Sus términos inferiores corresponden a los niveles yesíferos de la Fm Angostura (Plioceno), depositados en un ambiente somero bajo condiciones evaporíticas; sobre ellos se dispone la potente serie detrítica de la Fm Arroyo Blanco (Fm Las Salinas), representante de un contexto transicional hacia el régimen continental instaurado durante el depósito heterogéneo de la Fm Jimaní.

Los depósitos holocenos poseen una notable extensión, especialmente en la depresión. De entre ellos destacan: el extenso abanico aluvial de baja pendiente del río Yaque del Sur, el cual corresponde a la evolución del delta que aisló el sector central de la cuenca de Enriquillo con relación a la bahía de Neiba; el variado cortejo de formas de la franja litoral de ésta; las numerosas áreas con tendencia al endorreísmo distribuidas por la llanura; y los depósitos kársticos de la sierra de Bahoruco.

1.4. Antecedentes

Al igual que en resto del territorio dominicano, son escasas las referencias de índole geomorfológica que afectan a la Hoja de Barahona, correspondiendo en la mayor parte de los casos a aspectos contenidos dentro de estudios geográficos o geológicos, o bien a trabajos de carácter muy específico. En cualquier caso, la nitidez y personalidad de los grandes dominios fisiográficos hacen que exista una unanimidad prácticamente total a la hora de su delimitación y denominación.

Entre los trabajos pioneros destaca el reconocimiento geológico de la República Dominicana de Vaughan *et al.* (1921), punto de partida para numerosos estudios posteriores. La ingente cantidad de documentación aportada por Obiols y Perdomo (1966) con motivo de la elaboración de un atlas para la planificación del desarrollo integral de la República Dominicana, supuso la creación de una cartografía temática completa, dentro de la cual, Guerra Peña realizó una división en provincias fisiográficas.

Sin duda y desde un punto de vista geomorfológico, el trabajo de mayor interés es el libro Geografía Dominicana (De la Fuente, 1976), que además de aportar una abundante cantidad de datos geográficos e ilustraciones, apunta numerosas consideraciones de orden geomorfológico; sus denominaciones han servido como referencia durante la realización del presente trabajo.

Por su particular interés en la zona de estudio es preciso destacar la tesis doctoral de Llinás (1972), en la que se aportan numerosos datos de tipo estratigráfico y estructural de la sierra de Bahoruco y del sector oriental de la cuenca de Enriquillo.

Entre los trabajos de la época más reciente, Lewis (1980) y Lewis y Draper (1990) dan el tratamiento de zona morfotectónica a la sierra de Bahoruco y a la cuenca de

Enriquillo, incluyendo en ésta a la sierra de Martín García. Por el contrario, desde un punto de vista geodinámico, Mann *et al.* (1991) proponen la pertenencia de los tres dominios a un mismo terreno tectónico, el de Hotte-La Selle-Bahoruco, separado del resto de La Española por la zona de falla de Enriquillo-Plantain Garden.

Debido a la extraordinaria calidad de afloramiento de las construcciones arrecifales que circundan el lago Enriquillo, así como sus implicaciones paleogeográficas, son abundantes los trabajos que abordan diversas facetas relativas a ellas, como los de Mann *et al.* (1984) y Taylor *et al.* (1985).

Entre los trabajos más recientes es preciso señalar dos de los elaborados dentro del Proyecto SYSMIN. Por una parte, aunque efectuado con fines socioeconómicos, el relativo a la explotación de yeso en la loma de Sal y yeso (Prointec, 1999) de La Salina. Por otra, el desarrollado en una región cercana en relación con el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana (Díaz de Neira, 2000; Gómez, 2000), en el que junto con la realización de la cartografía geológica a escala 1:50.000, se aportan numerosos datos de tipo petrológico, estratigráfico y estructural, además de una cartografía geomorfológica y de riesgos a escala 1:100.000.

2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

La fisiografía de la Hoja a escala 1:100.000 de Barahona comprende la hoya de Enriquillo, que ocupa su mitad nororiental, entre las prominentes sierras de Bahoruco, en el extremo suroccidental, y de Martín García, en el lado nororiental.

La sierra de Bahoruco es una de las cuatro cordilleras principales de la República Dominicana, constituyendo la continuación oriental de la cordillera Meridional de Haití; aparece como una destacada elevación montañosa que, con una dirección E-O a ESE-ONO, se alza bruscamente al sur de la hoya de Enriquillo, alcanzando 2.367 m en la Loma del Toro.

El modelo digital del terreno (Fig. 3) permite visualizar el abrupto escalón entre la sierra de Bahoruco y la Hoya de Enriquillo. También el carácter rectilíneo de su extremo suroriental, atribuido a la falla de Beata. Hacia el SO el relieve desciende a través de diversas plataformas de abrasión marina.

En el ámbito de la Hoja, la sierra de Bahoruco muestra un perfil general suave y ondulado que esconde una profunda disección interna. Se eleva progresivamente hacia el suroeste, sector en el que alcanza su mayor altitud (1.931 m). Su terminación oriental en el litoral del mar Caribe es brusca, coincidiendo con la falla de Beata. En su vertiente septentrional, está constituida por numerosas alineaciones de orden menor orientadas según direcciones NO-SE y E-O, con cumbres poco abruptas y laderas de elevadas pendientes, de tal forma que el ascenso transversal a su línea de cumbres se produce de forma groseramente escalonada.

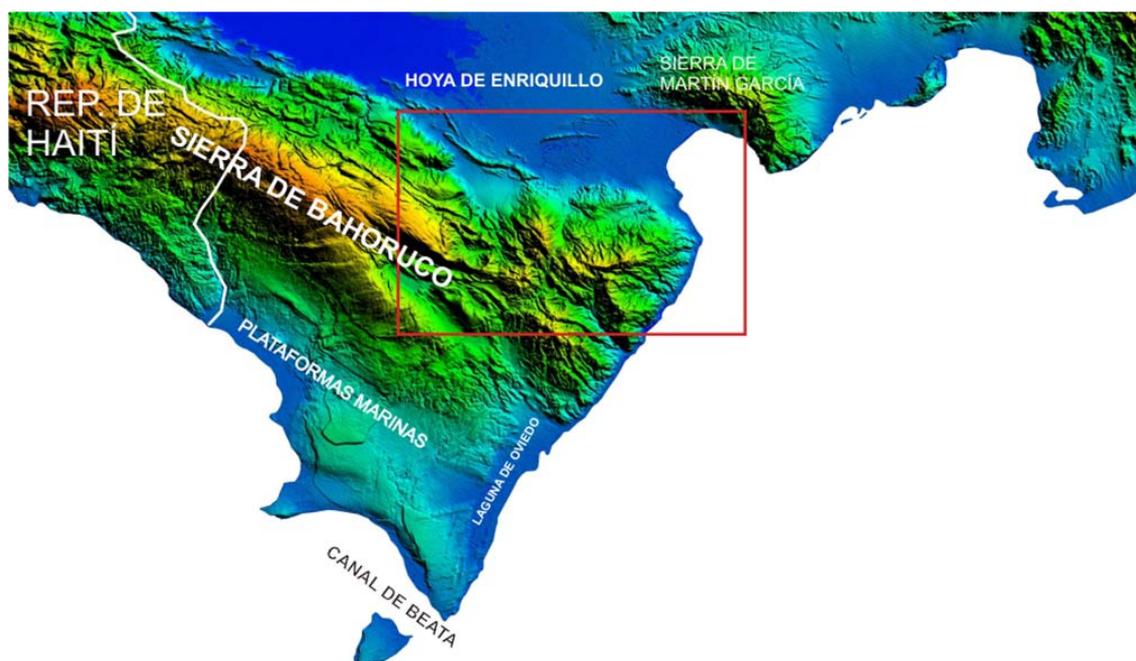


Fig. 3 Modelo digital del terreno en la península de Bahoruco

La sierra de Martín García puede considerarse como el extremo oriental de la sierra de Neiba, de la que se encuentra separada por el valle del río Yaque del Sur. Pese a sus reducidas dimensiones y su menor elevación con respecto a las demás sierras, también se alza de forma brusca al noreste de la depresión, alcanzando 1.343 m en la Loma del Curro.

Pese a su reducida representación en la Hoja, la sierra de Martín García muestra claramente sus importantes desniveles, alcanzando 730 m a tan sólo 3 km de la línea de costa. Su límite suroccidental es neto, hecho especialmente patente por los pronunciados acantilados existentes sobre la bahía de Neiba, en la vecina Hoja de Barrero (6070-IV).

La hoya de Enriquillo, también denominada valle de Enriquillo o valle de Neiba, es un dominio de fisonomía muy peculiar dentro de la región caribeña. No sólo se trata de una espectacular planicie sino que también se encuentra afectada por un clima semiárido debido al “efecto de sombra” que la cordillera Central y la sierra de Neiba ejercen sobre los frentes lluviosos procedentes del norte y noreste. Con una orientación E-O conecta las bahías de Neiba y Puerto Príncipe, estando flanqueada por la sierras de Bahoruco, al sur y las de Neiba y Martín García, al norte. Su rasgo

más característico es la presencia, en el sector central, del lago que da nombre a la depresión, cuya altura media se encuentra a unos 30 m bajo el nivel del mar.

Pese a su aspecto monótono esta depresión presenta una serie de relieves menores que rompen su uniformidad: cerros de Peñón Viejo (141 m) y la alineación de la loma de Sal y yeso, que con una disposición paralela a la sierra de Bahoruco alcanza 256 m. Entre esta alineación y la sierra mencionada se encuentra la depresión de Angostura, igualmente orientada según NO-SE. Esta planicie alcanza cotas máximas de 10 m y presenta numerosas lagunas, entre las que destaca la del Rincón.

El litoral de la bahía de Neiba ofrece tres aspectos diferentes en función del dominio al que pertenezca. El litoral de la llanura está caracterizado por la presencia de un cordón paralelo a la línea de costa en cuyo frente se ha desarrollado una playa arenosa, en tanto que a sus espaldas ha aislado una llanura mareal actualmente desecada, excepto en el extremo septentrional, donde la laguna La Sierra está conectada con la bahía. Al pie de la sierra de Martín García también se observa un litoral bajo, pero estrecho, en este caso con un mínimo desarrollo de playas, a diferencia de la costa de la sierra de Bahoruco, con carácter de acantilado poco pronunciado. Los imponentes acantilados característicos de ambas sierras se localizan fuera de los límites de la Hoja.

El fuerte desnivel de la sierra de Martín García provoca que sus arroyos y cañadas, de régimen torrencial, posean un carácter marcadamente consecuente, discurriendo a favor de la línea de máxima pendiente. Tan sólo el arroyo El Limón alcanza la línea de costa, ya que todos los demás sufren pérdidas de drenaje al pie de la sierra.

En la Sierra de Bahoruco, que ocupa los dos tercios meridionales de la Hoja, la red de drenaje muestra un claro condicionante estructural, con largos segmentos adaptados a la directriz principal y cambios de orientación siguiendo las directrices transversales; también se encuentra influida por los procesos kársticos, desarrollados preferentemente también a favor de la dirección principal NO-SE. De entre una nutrida red de arroyos y cañadas de estacionales, sobresale la presencia de los ríos Palomino y Arriba, cursos permanentes a su paso por la sierra, pero que pierden su caudal al salir de ella, ya en el ámbito de la depresión, donde la tónica general son las pérdidas de drenaje, así como las tendencias endorreicas, cuya principal expresión es la laguna del Rincón. La excepción a este funcionamiento la constituye el río Yaque del Sur, que discurre de forma divagante hasta alcanzar la bahía, sufriendo una continua

disminución de su caudal debido a evaporación, infiltración y extracción mediante canales.

Drenando hacia el sur (mar del Caribe), el Arroyo de Aguamas y el río Nizairo son los cauces principales que, profundamente encajados, salvan el fuerte desnivel hasta la línea de costa, atravesando las elevaciones de Lomas La Trocha de Rey y Charco Prieto, entre otras. Así mismo son de notable interés paisajístico las grandes áreas endorreicas de origen tectónico y kárstico, entre las que destacan los valles de Pelempito y Los Limoneros

Se aprecia un notable contraste climático entre la hoya de Enriquillo y las sierras, mostrando en todos los casos variaciones sustanciales con respecto al clima tropical típico. En el ámbito de la depresión, las temperaturas medias se sitúan entre 26 y 28°C, con máximas medias de 30-33°C y mínimas medias de 21-24°C; en cuanto a la precipitación, se sitúa por debajo de los 1.000 mm anuales e incluso bajo 400 mm en el sector septentrional. Estos valores varían sensiblemente en el ámbito montañoso, con un descenso de la temperatura media hasta 22°C y un aumento de las precipitaciones hasta cerca de 2.000 mm anuales. Como rasgos tropicales, son frecuentes las tormentas tropicales y los huracanes, especialmente concentrados entre septiembre y octubre; también se aprecian ligeras variaciones de carácter estacional, siendo algo más acusadas las oscilaciones diarias.

La vegetación varía notablemente según los dominios e incluso dentro de ellos. Así, en el ámbito de las sierras predominan los bosques, en contraste con la pobre vegetación de la depresión, debido a la escasez de lluvias y a la salinidad de sus suelos, siendo típicas las plantas de tipo espinoso; la excepción la constituye el ámbito de influencia del Yaque del Sur, al que se asocia un extenso manto de vegetación típicamente tropical.

La población se encuentra muy desigualmente repartida, con áreas prácticamente deshabitadas, como la sierra de Martín García y las áreas más elevadas de la de Batoruco. En su mayor parte se concentra en la depresión y en la costa del Mar del Caribe, agrupada en torno a una serie de núcleos, entre los que destaca Barahona, principal localidad de la región y la Ciénaga. Aunque con una población y una actividades mucho menores, es preciso destacar los municipios de Cabral, El Peñón, La Salina y Polo.

Las actividades más extendidas son las agrícolas y ganaderas, excepción hecha de Barahona, con cierto desarrollo industrial, comercial y de servicios. Con carácter más local, se observa la existencia de actividad minera, especialmente la de las minas de yeso de La Salina.

La depresión está surcada por una densa red de carreteras de entre las que sobresalen por su calidad y su tránsito las de Barahona-Santo Domingo y, en menor medida, la que partiendo de ésta llega al paso fronterizo de Jimaní. En la Sierra de Bahoruco los accesos son muy escasos y exceptuando la carretera que finaliza en Polo, el resto son pistas forestales no siempre transitables.

3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En el presente capítulo se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la descripción de distintas formas, agrupadas según el origen de las mismas (morfogénesis). A continuación se aborda la descripción de las mismas, atendiendo a su geometría, tamaño y génesis. Los depósitos que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales), serán descritos en el capítulo 4.

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

3.1. Estudio morfoestructural

Como ya se ha señalado, el relieve de la Hoja está condicionado fundamentalmente por la presencia de la hoya de Enriquillo y las sierras de Bahoruco y Martín García.

La sierra de Bahoruco se estructura como un gran antiformal de orientación NO-SE a E-O, cabalgante hacia el norte sobre la depresión. En ella cabe diferenciar su vertiente septentrional (que ocupa gran parte de la hoja) de la meridional (restringida al ángulo suroccidental). La primera se caracteriza por una sucesión de pliegues en relevo y oblicuos a las fallas principales (NO-SE), con terminaciones o inmersiones bruscas de sus ejes en las proximidades de dichos accidentes. En el sector central y más elevado de esta sierra perduran todavía - o no han sido desmantelados por la erosión - numerosas culminaciones anticlinales (*monts*), desarrolladas sobre una potente serie carbonatada paleógeno-mioplógena. Ésta cabalga sobre el conjunto plio-cuaternal de la fosa de Enriquillo, si bien la acción de los desgarramientos NO-SE y E-O ha modificado, la geometría original.

La vertiente meridional de esta misma sierra ocupa una reducida extensión en la hoja, pero cubre la mayor parte de las hojas colindantes por el oeste y suroeste. Se caracteriza por presentar un relieve conforme y poco accidentado, sobre pliegues abiertos y con mayor desarrollo longitudinal que los anteriores, o bien sobre una serie monoclinial (F. Neiba) con pendiente dirigida hacia el Mar del Caribe.

En el caso del antiformal que constituye la sierra de Martín García, en la hoja sólo están representadas sus 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 no deformados y se ubica 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 plio-cuaternarios 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 conforman; 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, o con los relieves conformes de la Sierra de Bahoruco, correspondientes a las calizas masivas de la Unidad de Barahona y a la serie calizo-margosa de la Formación Neiba.

3.1.1. 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, especialmente en la sierra de Bahoruco, donde la densa red de fracturación y los pliegues en relevo y oblicuos a las fallas principales, condicionan la orientación de las alineaciones montañosas internas, de diversos segmentos de la red fluvial y 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 alineaciones montañosas, especialmente en la Sierra de Bahoruco. En el sector suroriental de la hoja se desarrolla otra familia de fallas transversales o aproximadamente perpendicular a la anterior (NNE-SSO), responsable del rápido descenso del relieve hasta la línea de costa, la cual presenta la misma dirección.

Algunas son fallas en dirección, cuya longitud puede superar 10 km y que pueden corresponder al rejuego 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.

Así mismo, se ha representado alguna alineación morfológica con control estructural deducible de la ubicación de collados, dolinas o de tramos de la red fluvial. Algunos valles rectilíneos, con dirección diferente de la de las capas, han sido considerados como valles de fractura.

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 se encuentran los escarpes de falla y los escarpes de falla degradados, como los del frente de la sierra de Bahoruco en las proximidades de Barahona.

Las facetas triangulares de escarpe de falla, están presentes en todo el ámbito de la Sierra de Bahoruco sobre fallas de la primera familia mencionada; también en fallas de la segunda de ellas, ya en el sector costero. No obstante hay que señalar que las facetas triangulares son más evidentes en la fotointerpretación que en los reconocimientos del terreno, ya que aparecen bastante degradadas por la meteorización y erosión de las laderas, que han destruido los planos o superficies de espejo de falla en los que podrían haberse observado indicadores de movimiento. A ello se suma el importante desarrollo de la vegetación al pie de dichos escarpes.

Localmente también han adquirido cierta importancia las morfologías relacionadas con la distinta resistencia a la erosión ofrecida por los materiales aflorantes, que permiten identificar algún rumbo e inclinación de capa, o bien líneas de capas con indicación de buzamiento. Presentan mayor expresión morfológica los escarpes estructurales en capas monoclinales de la sucesión pliocena de La Salina y los cerros de Peñón Viejo, así como en la sucesión paleocena y eocena de la Sierra de Bahoruco. Aunque menos frecuentes, también se producen crestas y resaltes de capa subverticales en relación con los niveles masivos del Mb. Barahona, y con los niveles más competentes de la formación Neiba, así como superficies estructurales degradadas. Los resaltes de

capas inclinadas, (chevrons) suelen producirse al pie de los relieves montañosos, jalonando las líneas de incisión fluvial.

En el sector más elevado de la Sierra de Bahoruco se han identificado numerosos relieves conformes anticlinales, así como en el sector costero de la misma, donde también se han representado dos relieves conformes sinclinales.

3.2. 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 principalmente desde el Mioceno a la actualidad, generadores de un relieve positivo sobre el que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a su destrucción, 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. Por otra parte la evolución posterior de este delta hasta configura un gran abanico de baja pendiente, también ha incidido en los procesos litorales, lacustres y endorreicos, poligénicos y, en menor medida, antrópicos y eólicos.

3.2.1. Formas gravitacionales

Pese a los importantes desniveles existentes en el ámbito de las sierras, se trata de formas con desarrollo moderado, debido al rápido retroceso de las vertientes ligado a la elevada tasa de incisión fluvial.

Los coluviones aparecen restringidos en su mayor parte a la mitad meridional de la hoja, donde el accidentado relieve y la presencia de margas y arcillas en el sustrato favorecen su desarrollo, si bien su espesor y extensión no llegan a ser importantes, debido al rápido retroceso de las laderas, ya mencionado.

Los deslizamientos quedan restringidos a la sierra de Bahoruco, como consecuencia de las elevadas pendientes y precipitaciones, y muy posiblemente en relación con eventos sísmicos. Llama la atención que la mayor parte de los mismos (ocho sobre un total de nueve identificados), se sitúan en una banda con dirección ONO-ESE que coincide con importantes fallas con la misma dirección, lo que induce a pensar que puedan ser fallas sismogénicas. Dos de ellos se ubican en la línea de costa que, siendo bastante rectilínea, presenta dos cabos coincidiendo con dichos deslizamientos. En Polo un gran deslizamiento, posiblemente más antiguo que el resto, creó una barrera en el profundo valle del Arroyo Las Aguamas, que ha actuado como un nivel de base local, y transitorio, en el que se reúnen diversos abanicos torrenciales. Las cicatrices relacionadas con estas masas deslizadas aparecen muy degradadas por el rápido retroceso de las laderas ya mencionado.

También debido a las elevadas pendientes, son frecuentes las caídas de bloques y el gran derrumbe localizado al sureste del valle de Pelempito, donde además se detecta en la ladera circundante al mismo un relieve irregular debido a soliflucción.

En el centro de la hoja e inmediaciones de la carretera a Polo, la base de un extenso coluvión pasa lateralmente a un flujo de derrubios, cuya actividad actual llega a enterrar dicha carretera en los episodios de tormenta.

3.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son las más numerosas y más ampliamente distribuidas. En la hoya de Enriquillo, exceptuando su franja litoral y la laguna del Rincón, ocupan casi toda la superficie de la planicie, destacando por su extensión el abanico aluvial del Yaque del Sur, río al cual se asocia la mayor variedad de depósitos: fondo de valle, llanura de inundación y meandros abandonados. También hay que destacar el cortejo de conos de deyección y abanicos aluviales que orlan las sierras de Bahoruco y Martín García y los que aparecen en los valles principales del interior de la primera y la banda costera.

El abanico aluvial de baja pendiente del Yaque del Sur, es el elemento más relevante de las formaciones superficiales recientes, tanto por su extensión como por su influencia en la evolución de esta cuenca. Representa la última fase en el desarrollo del delta que, ya en el Holoceno, aisló el ámbito del lago Enriquillo de la bahía de Neiba, 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. En ocasiones, tras algunos eventos, su área de influencia ha alcanzado el lago Enriquillo y el litoral de la bahía de Neiba, de forma que sus extremos más distales cambian con frecuencia, como se ha podido comprobar tras el paso del huracán Georges. Su morfología es la de una amplia planicie que desciende desde la cota 30 m, correspondiente al ápice del abanico, hasta enlazar con el litoral de la bahía y con la superficie de colmatación de la depresión, que se extiende hacia el interior, a una altura similar a la del nivel del mar.

En las inmediaciones de La Salina existen otros abanicos de baja pendiente, aunque con menor desarrollo. El pie de la Sierra de Bahoruco presenta una orla de abanicos y conos de mayor pendiente, promovida por la inclinación del sustrato y su mayor densidad de carga.

Los fondos de valle y los fondos de cañada torrencial ocupan parte 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 grosero. En general, se trata de formas estrechas y alargadas coincidentes con el canal de estiaje. Entre los fondos de cañada torrencial, cabe señalar el del río Palomino, únicamente a su salida de la sierra, ya que en su discurrir por ésta muestra carácter permanente, habiéndose representado como fondo de valle.

También se ha representado como fondo de valle el canal principal del río Yaque del Sur, que discurre de forma divagante a lo largo de una banda que corresponde a la llanura de inundación. En ésta se reconocen estrechos surcos serpenteantes e inundados temporalmente, por ser cauces y meandros abandonados. Se han identificado otras llanuras de inundación en relación con el río Bermesí y el arroyo Colorado.

Presentan también un desarrollo importante los conos de deyección antiguos y no funcionales, que orlan la Sierra de Bahoruco, o bien ocupan lugares determinados en los valles principales del interior de dicha sierra, 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 entre abanicos. En algunos casos

alcanzan longitudes superiores a 5 km, destacando por sus dimensiones los de Barahona, Boca Naranjo y Los Cachehuales, todos ellos al pie de la sierra de Bahoruco. En el interior de la misma, en el valle del Ayo. de Las Aguamas, donde se ubica la localidad de Polo, se produce la coalescencia de tres abanicos, el mayor de los cuales alcanza dos kilómetros de longitud. Como se ha mencionado anteriormente, son el resultado de la formación de un nivel de base local merced a un importante deslizamiento, que hoy está siendo desmantelado por la erosión remontante del curso fluvial mencionado.

En el sector costero una generación de abanicos forma una estrecha plataforma al pie del escarpe montañoso, con pendiente dirigida hacia el mar. Dicha plataforma se sitúa a unos 20 sobre el nivel medio de éste y su reducida anchura es el resultado del retroceso paulatino de los acantilados labrados por el oleaje en dichos depósitos.

Considerando de forma conjunta los sistemas de abanicos de la vertiente norte de la Sierra de Bahoruco se diferencian hasta tres generaciones, encajados en unos casos y superpuestos en otros, de las cuales solo es funcional o activa la más reciente, cuyos ápices suelen enlazar con los fondos de valle que los alimentan. Estos pequeños valles (en ocasiones gargantas o pequeños cañones) atraviesan longitudinalmente los abanicos anteriores de la segunda generación. Los abanicos de la primera generación aparecen como pequeños retazos aislados y algo elevados entre los más extensos de la segunda. En el sector costero y en el resto de la hoja solo se diferencian las dos generaciones más recientes, de forma que la estrecha plataforma ya mencionada corresponde a la 2ª generación, al igual que los abanicos que colmataron en Polo la presa natural creada por el gran deslizamiento próximo a dicha localidad.

Al noroeste de La Salina, la escorrentía de los relieves plio-cuaternarios 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 la descripción de depósitos fluviales. Presentan un escaso desarrollo en relación con los ríos Lemba, Palomino y Aljibe, que drenan hacia la Hoya de Enriquillo y con el río Nizairo, que desemboca en el Mar del Caribe, coincidiendo con el límite meridional de la hoja. En muchos casos la reducida extensión de dichas terrazas impide su representación a esta escala de trabajo. Aparecen como pequeños

escalones distribuidos entre 5 y 10 m sobre el cauce actual. La práctica ausencia de terrazas en la planicie de la Hoya de Enriquillo es debida a la baja altitud de ésta y por consiguiente a la débil incisión vertical de la red.

Los pequeños retazos de terradas presentes en algunos puntos de los valles del interior de la Sierra de Bahoruco y de los que vierten a la costa, se encuentra a unos 10 a 15 m sobre los cauces actuales, una cota similar a la que se observa en los abanicos de 2ª generación en relación a los fondos de valle.

Entre las formas fluviales debidas a erosión, la incisión lineal alcanza una elevada densidad en las zonas montañosas, especialmente en la sierra de Bahoruco, donde su fuerte encajamiento ha dado lugar a: 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 una constante en los cursos que alcanzan la llanura de Enriquillo y en los poljes del interior de la Sierra de Bahoruco; y por último las cárcavas, cuyo principal desarrollo se encuentra asociado con afloramientos de las formaciones Jimaní y Neiba. En ocasiones, estas formas presentan un marcado escarpe en su zona de arranque que se ha representado como cabecera de cárcavas.

Tanto en la sierra de Martín García como en la de Neiba, predominan los cursos fluviales 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 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 Hoya de Enriquillo, el río Yaque del Sur presenta un trazado muy sinuoso, habiendo cambiado varias veces su dirección de flujo en épocas recientes, alejándose paulatinamente del acceso más directo a la bahía de Neiba, lo que refleja el ascenso paulatino de la Sierra de Martín García. En el resto de la llanura, la escasa escorrentía superficial refleja pautas endorreicas en relación con 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.

3.2.3. Formas eólicas

Se ha identificado tan sólo una forma con este origen, identificada como superficie afectada por procesos eólicos, situada al noroeste del cerro de La Escoba. Se trata de un manto eólico discontinuo y de espesor muy reducido, por lo cual no se ha considerado como una formación superficial y sí como una forma erosiva.

3.2.4. Formas lacustres y endorreicas

Son muy abundantes en la depresión, con 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 en dirección norte a sur y de 5 a 8 km en dirección este a oeste. Su génesis ha sido favorecida por el efecto de barrera ejercido por los cerros de Peñón Viejo con respecto al abanico de baja pendiente del río Yaque del Sur. También en la depresión existen numerosas lagunas estacionales, de entre las que destaca la laguna Seca.

Son igualmente abundantes las áreas endorreicas, entre las que destaca la de Los Saladillos, situada en la depresión de Angostura, probablemente de origen estructural. En algunos casos estas áreas parecen corresponder a lagunas colmatadas o desecadas, en otros, como en los cerros de Cristóbal, son frecuentes los signos de salinización superficial.

Las áreas pantanosas, como la que orla la laguna del Rincón; son similares a las áreas endorreicas, pero con un importante desarrollo de la vegetación. Exceptuando la laguna del Rincón, la génesis de lagunas, áreas endorreicas y áreas pantanosas del entorno de los cerros de Peñón Viejo, puede estar relacionada con hundimientos por disolución del sustrato yesífero, y con la baja permeabilidad del terreno.

Al oeste de la laguna del Rincón son frecuentes las áreas afectadas por encharcamientos puntuales; son zonas llanas con charcas efímeras, de pequeño tamaño y por ello no cartografiables a esta escala de trabajo, que además alteran su forma y ubicación. 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.

3.2.5. Formas marinas-litorales

Junto con las formas fluviales son las que presentan más variedad, si bien su extensión es muy inferior, restringiéndose a una pequeña franja en el ámbito de la bahía y a la línea de costa de la mitad meridional de la hoja.

Destaca entre ellas el cordón litoral, que se extiende a lo largo de 9 km al norte de la Boquita del Río, como una franja de 500 m de anchura paralela a la línea de costa, interrumpida por la desembocadura del Yaque del Sur. En él se han desarrollado numerosas dunas longitudinales, que alcanzan hasta 5 m de altura, y a cuya espalda se reconocen surcos de crecimiento.

A lo largo del frente de este cordón se extiende una estrecha playa de arena. En el extremo septentrional del mismo, un pequeño canal de marea permite la conexión entre la bahía y la laguna La Sierra, en cuyo ámbito se observan pequeñas lagunas colmatadas o desecadas. La influencia de las mareas en dicho lugar ha formado una marisma baja, colonizada por un manglar, y una marisma alta, situada en la zona de influencia de las mareas excepcionales. La horizontalidad del terreno tierra adentro, ha propiciado la gran extensión de estas marismas. Por el contrario, hacia el sur, su anchura se ve muy reducida, jalando tan solo el lado interno del cordón litoral, que aparece interrumpido por pequeños canales de marea. Si embargo, como consecuencia del efecto barrera del cordón litoral y de la tendencia ascendente de la región con respecto al nivel del mar, hacia el interior se extiende una franja correspondiente a una llanura de marea abandonada.

Otros indicios del levantamiento del terreno son las construcciones biogénicas emergidas a lo largo de la pista de las salinas de playa Andina, en las que se reconocen hasta tres niveles escalonados de formaciones arrecifales, delimitados por acantilados fósiles, que atestiguan el origen tectónico del escalonamiento. También son indicadores de este proceso las terrazas marinas, dispuestas como estrechas

franjas paralelas a la línea de costa, con una altitud en torno a 1-2 m en el sector de Barahona y de la sierra de Martín García; en algunos puntos, al pie de ésta se reconocen playas de cantos.

3.2.6. Formas por originadas por meteorización química

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

La mayor parte de la sierra constituye un área con intensa karstificación, más desarrollada en los afloramientos del Mb Barahona y de la Fm Neiba, con campo de lapiaces y 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. Excepcionalmente se han identificado como dolinas de karst cubierto depresiones circulares presentes en coluviones o en las arcillas de descalcificación del valle de Pelempito. Son muy abundantes las pequeñas dolinas, que llegan a crear campos de pequeñas dolinas en diversos sectores de la Sierra de Bahoruco, aunque sólo se ha representado uno de ellos, situado en las inmediaciones de la costa, puesto en caso contrario podría producirse el enmascaramiento de otras formas del relieve por superposición de tramas y símbolos. Una elevada proporción de pequeñas dolinas aparecen como dolinas capturadas, indicando las elevadas tasas de erosión de las laderas. Otras pequeñas dolinas parecen actuar como sumideros o pérdidas de la red de drenaje. En ocasiones, el agrupamiento y coalescencia de varias dolinas dan lugar a uvalas de contornos irregulares y fondo plano cubierto de arcillas de descalcificación.

Lo más relevante del modelado kárstico de la Sierra de Bahoruco son los poljes funcionales y un paleopolje, identificado en el límite meridional de la hoja, que aparece capturado por la red fluvial. Entre los primeros, los poljes del Pelempito y de Los Limoneros alcanzan una longitud de seis kilómetros en dirección NO-SE (dirección de las estructuras principales). El segundo de estos se ubica entre sendos relieves conformes anticlinales, por lo que podría tratarse del núcleo sinclinal cubierto de arcillas de descalcificación. El valle de Pelempito, también tapizado por arcillas de descalcificación, en parte cubiertas por un deslizamiento y conos de deyección, se sitúa igualmente entre dos grandes relieves anticlinales más o menos conformes. En su extremo oriental se ha representado la boca de una cueva, que parece actuar como *ponor* o sumidero para las esporádicas inundaciones. Estas dos grandes depresiones y otras similares de menor tamaño, se han representado delimitando su fondo plano y cubierto de arcillas de descalcificación.

3.2.7. 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, son los que presentan mayor extensión, reconociéndose en las inmediaciones de Barahona y a techo de la loma de Sal y yeso; el nivel más alto se sitúa en el sector occidental en torno a 1.800 m.

Los escarpes muestran una distribución similar a la de las superficies, con desniveles muy variables 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 central de la hoja.

3.2.8. Formas antrópicas

La actividad antrópica constituye una importante característica en diversas zonas, estando relacionada principalmente con la modificación del paisaje debida a los usos agropecuarios del suelo, labores extractivas, construcción de redes de transporte y asentamientos urbanos o de tipo industrial; localmente, se ha realizado una intensa remoción de materiales y modificación de la topografía original, 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 la profunda transformación que ha supuesto para el relieve de la zona.

Las salinas de la playa Andina han aprovechado una pequeña laguna, separada del mar por una barrera constituida por una acumulación de fragmentos biogénicos. La del paraje de El manglar posee una superficie de 1 km²; para su funcionamiento se han construido dos canales de 1 km de longitud que permiten su conexión con el mar.

4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se consideran como tales todas aquéllas formas con depósito, consolidado o no, relacionadas con el modelado del relieve actual y susceptibles de ser cartografiables, definiéndose por una serie de atributos como geometría, tamaño, génesis, litología, textura, potencia, y cronología; los tres primeros han sido tratados en el estudio del modelado, abordándose a continuación los aspectos relacionados con litología, textura, potencia y cronología. El único dato referente a ésta última, corresponde a las construcciones biogénicas, asignadas al Pleistoceno en el ámbito de la Hoja (Taylor *et al*, 1985); no obstante, su datación en torno al lago Enriquillo entre -10.000 y -5.000 años, constituye una referencia válida para asignar al Holoceno la mayoría formaciones superficiales.

4.1. Formaciones gravitacionales

4.1.1. Lutitas, cantos y bloques. Deslizamientos, derrumbes y flujos de derrubios (a). Holoceno

Se han identificado hasta diez deslizamientos en el área de trabajo en su mayoría comprendidos en la mitad meridional de la hoja, de mayor relieve que la septentrional, exceptuando el situado al sur de la loma de Juancho. Los que han podido ser observados sobre el terreno (los de la línea de costa) aparecen constituidos por un conjunto de aspecto desordenado de arcillas que engloban cantos y bloques de composición variable, casi siempre caliza o calizo-margosa. Los deslizamientos de mayor magnitud suelen incluir grandes masas o porciones coherentes dentro de la masa deslizada. Tal en el caso del deslizamiento costero de Punta Arena, que presenta grandes bloques de los basaltos cretácicos, y del gran deslizamiento de Polo, en el que un parte del flanco meridional de un anticlinal conforme de la F. Neiba se desplazó hasta el fondo del Ayo. Las Aguamas.

Debido a la propia naturaleza de estos depósitos, su espesor varía considerablemente según el tamaño de estos fenómenos de ladera, pudiendo oscilar entre una decena de metros, para los más pequeños y varias decenas en los mayores.

El único derrumbe identificado en el área - mediante fotointerpretación- se localiza en el extremo suroccidental de la misma, en el paraje El Tunal, que por ser un lugar

inaccesible, no se dispone de observaciones directas para la descripción de dichos materiales. El recinto identificado como derrumbe consta de la ladera afectada por el mismo, en la que se aprecian surcos producidos por el arrastre en la caída de los materiales, y el pie del derrumbe situado en su base, donde se observa una importante acumulación de grandes bloques heterométricos de calizas de la Formación Neiba.

Los únicos depósitos identificados y debidos a flujo se sitúan en la carretera de acceso a Polo, en límite septentrional de la hoja. Se trata de una forma de depósito activa, puesto que puede observarse como tras episodios de fuertes precipitaciones, cubre dicha carretera, con un espesor cercano a un metro. Se trata de un *debris* de cantos angulosos de caliza, de unos pocos centímetros de diámetro, y escasa matriz. Ladera arriba desde la carretera mencionada puede alcanzar un espesor de varios metros.

Las elevadas tasas de incisión fluvial provocan la rápida desaparición o degradación de las formas que permiten identificar los depósitos de origen gravitacional, por lo que su número en la hoja puede ser superior al de los consignados. Por el mismo motivo su edad debe corresponder al Holoceno, salvo en el caso del gran deslizamiento de Polo, que podría alcanzar una edad pleistocena, puesto que aguas arriba del mismo se ha producido una importante acumulación de depósitos fluvio-torrenciales, que hoy ya están siendo erosionados por erosión remontante.

4.1.2. Cantos, arenas y lutitas. Coluviones (b). Holoceno

Son depósitos de cantos heterométricos y subangulosos, englobados en una matriz areno-arcillosa, procedentes del desmantelamiento de las vertientes; por ello, la naturaleza de sus componentes varía en función de la constitución del sustrato. Aparecen más desarrollados en la mitad meridional de la hoja, y en especial sobre las formaciones con mayor proporción de detríticos. Sobre la F. Neiba y similares, con predominio de carbonatos, su desarrollo es más restringido, debido al predominio de componentes solubles. El rápido retroceso de las laderas hace que no alcancen espesores importantes. Por la misma circunstancia, su edad queda limitada al Holoceno

4.2. Formaciones fluviales y de escorrentía superficial

4.2.1. Lutitas, arenas y gravas. Abanicos aluviales de baja pendiente (c). Holoceno

Quedan restringidos a la Hoya de Enriquillo, donde el abanico del río Yaque del Sur alcanza un gran desarrollo. Dada la horizontalidad del terreno y la ausencia de incisión fluvial, este abanico no presenta cortes de buena calidad dentro de la hoja, aunque pueden realizarse diversas observaciones a lo largo de los canales existentes al noroeste de Mena, en la vecina Hoja a escala 1:50.000 de Vicente Noble (5971-II). En ellos se aprecia el predominio de la fracción lutítica de aspecto masivo, con intercalaciones esporádicas de niveles de gravas polimícticas redondeadas y arenas, de unos pocos decímetros a un metro de espesor, más frecuentes hacia el ápice del abanico. Puesto que su base no aflora en ningún punto, no se conoce su potencia, que, de forma aproximada podría estimarse en unos 30 m en el ápice, disminuyendo progresivamente hacia las zonas distales.

Se producen las mismas circunstancias descritas en los abanicos existentes en el ámbito de La Salina. Su menor desarrollo, con una longitud comprendida entre 1 y 2 km, Hace pensar que su espesor sea sensiblemente menor.

Estudios relacionados con las construcciones arrecifales de la hoya de Enriquillo, permiten deducir que el comienzo de la actividad de estos abanicos se produjo hace unos 2.800 años (Taylor *et al.*, 1985), por lo que su edad es Holoceno.

4.2.2. Gravas, arenas y lutitas. Conos de deyección y abanicos aluviales (d, k). Holoceno

Corresponden a las dos generaciones más recientes de abanicos, de las tres descritas en el apartado 3.2.2. Como ya se ha indicado, los abanicos de 2ª generación (unidad d) aparecen orlando las sierras de Batoruco y Martín García, así como en algunos de los valles principales del interior de la primera y en la costa. Existen numerosos puntos de observación de estos materiales, como el arroyo Grande o las graveras localizadas entre Barahona y La Hoya, entre otros. Están integrados por proporciones variables de gravas, arenas y lutitas cuya composición es función del área madre, por lo que predominan los integrantes de naturaleza calcárea, agrupados en sucesiones de niveles de orden decimétrico a métrico de gravas redondeadas heterométricas, con bloques cuyo diámetro puede sobrepasar los 50 cm en los ápices. Su espesor también

es muy variable, tanto entre los diversos conos como dentro de ellos, pudiendo señalarse valores orientativos en torno a 20 m como máximo.

En la banda costera afloran ampliamente en la playa Azul, donde alcanzan casi 20 m de espesor. Su base cubre un pequeño paleoarrecife situado a unos 2 m sobre el n. m. y presenta facies transgresivas de limos arenosos con niveles de cantos bioturbados. Sobre ellos aparecen conglomerados en lentejones, con geometría de paleocanales de base erosiva, con cantos granosoportados, que alcanzan diámetros entre 30 y 40 cm. Hacia techo predominan paulatinamente los detríticos finos, hasta unos 7 a 8 m sobre la base de la unidad, donde se encuentra, otro episodio de paleocanales con gravas y base erosiva que da paso a una nueva sucesión granodecreciente. Se trata por tanto de dos secuencias, la primera presenta cierta rubefacción bajo la base de la segunda. Ésta a su vez presenta su techo con encostramiento carbonatado, cuya mayor resistencia a la erosión propicia la conservación de la morfología general de estos depósitos, en rampa y con caída hacia el mar, con una ceja en la cresta de los acantilados labrados sobre ellos. En estos afloramientos excepcionales pueden observarse diversas fallas que serán descritas en el apartado dedicado a la neotectónica.

En toda la hoja, los abanicos de la 2ª generación aparecen disectados por la incisión fluvial actual, cuyos fondos de valle enlazan con la 3ª generación de pequeños abanicos actuales (unidad k), de los cuales no se han observado cortes y solo los surcos creados sobre ellos por los canales de estiaje. Muestran un predominio de clastos de tamaños variables, sobre los detríticos más finos. Su composición varía en función de la litología de las diferentes cuencas de recepción, en las que predominan las rocas carbonatadas.

La edad de la 3ª generación (k) corresponde al Holoceno, en tanto que la 2ª puede alcanzar el Pleistoceno superior.

4.2.3. Arenas y lutitas. Mantos de arroyada (e). Holoceno

Se trata de depósitos moderadamente evolucionados, procedentes del desmantelamiento de los relieves de la loma de Sal y yeso. No se han encontrado cortes de detalle que permitan su descripción detallada, observándose el predominio de arenas, entre las que se intercalan niveles decimétricos a métricos de lutitas, más frecuentes hacia las zonas distales, donde se puede invertir la proporción.

Lógicamente, su espesor debe variar en función del paleorrelieve plioceno sobre el que se disponen, posiblemente con valores de orden métrico.

4.2.4. Gravas y arenas. Terrazas (f). Holoceno

Los escasos depósitos de terrazas están constituidos por gravas, predominantemente calcáreas, en una matriz arenosa; el tamaño de los cantos varía notablemente, predominado diámetros de 10 a 20 cm. Su potencia oscila entre 2 y 5 m.

Las terrazas dan lugar a afloramientos extensos en la Hoya de Enriquillo y mucho más reducidos en los valles de la mitad meridional de la hoja. La velocidad de la incisión fluvial que las ha configurado ha podido ser diferente en ambos casos, por lo que su altura sobre los cauces actuales puede no ser un criterio de asignación de edades. No obstante se propone una edad Holoceno para las terrazas de la Hoya de Enriquillo y Pleistoceno superior-Holoceno para las terrazas situadas a 10 o 15 m sobre los cauces en el interior de la Sierra de Bahoruco y en los valles del sector costero, donde dichas terrazas son pueden ser correlacionables con los abanicos de 2ª generación (ver epígrafe 3.2.2.).

4.2.5. Limos y arenas. Llanura de inundación (g). Lutitas y arenas. Cauces y meandros abandonados (h). Holoceno

La llanura de inundación del río Yaque del Sur presenta una anchura en algunos casos superior a un kilómetro, por la que el río Yaque discurre de forma meandriforme y sin encajamiento perceptible con relación al abanico descrito más arriba. Las rozas y labores realizadas sobre la misma muestran someramente su composición: limos entre los que se intercalan niveles de arenas.

Los cauces y meandros abandonados en dicha llanura sólo son detectables mediante la fotografía aérea; en su seno se reconocen estrechas bandas serpenteantes y temporalmente inundadas, que muestran un cierto contenido lutítico. Por la ausencia de cortes es difícil determinar el espesor de ambas unidades, que puede fluctuar entre 2 y 5 m.

Por su relación con respecto al abanico de baja pendiente del río Yaque la edad de ambas unidades ha de ser del Holoceno.

4.2.6. Gravas, arenas y lutitas. Fondos de cañada torrencial (i). Fondos de valle (l). Holoceno

Los fondos de valle y de cañada torrencial están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas de naturaleza carbonatada principalmente, excepto en el caso del Yaque del Sur, alimentado por rocas volcánicas y volcano-sedimentarias de la cordillera Central; puntualmente pueden presentar un predominio lutítico, especialmente al transitar por la depresión. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, de 10-20 cm de diámetro. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, éste puede variar notablemente en función de la morfología y tamaño del cauce en cada caso; en los de mayor envergadura podría alcanzar 5 m. Su edad ha de ser Holoceno.

4.2.7. Arenas y lutitas. Mantos de arroyada (j). Holoceno

Se trata de depósitos moderadamente evolucionados, en su mayor parte procedentes del desmantelamiento de los relieves heterolíticos constituidos por las formaciones Angostura, Arroyo Blanco y Jimaní. No se han encontrado cortes de detalle que permitan su descripción detallada, observándose en cualquier caso el predominio de arenas, entre las que se intercalan niveles decimétricos a métricos de lutitas, más frecuentes hacia las zonas distales, donde se puede invertir la proporción. Lógicamente, su espesor debe variar en función del paleorrelieve plio-cuaternal sobre el que se disponen, posiblemente con valores de orden métrico. Su edad es Holoceno.

4.3. Formaciones lacustres y endorreicas

4.3.1. Lutitas. Áreas pantanosas (l). Lutitas y sales (m). Áreas endorreicas (n). Lagunas (ñ). Áreas endorreicas con salinización superficial. Holoceno

Se agrupan en el presente apartado los depósitos de las áreas con drenaje deficiente, por el carácter endorreico y tipo de depósito de todas ellas, mayoritariamente lutitas oscuras. Por otra parte, las áreas pantanosas presentan abundante materia orgánica y las áreas endorreicas con salinización superficial aparecen tapizadas por eflorescencias salinas, a modo de moteado blanquecino, debido a la existencia de materiales salinos en la serie pliocena aflorante y a la elevada evaporación de la zona.

Sus espesores no han sido determinados, aunque probablemente oscilen entre 2 y 3 m.

Se distribuyen ampliamente por la depresión, concentrándose especialmente en torno a la laguna del Rincón.

4.4. Formaciones marinas-litorales

4.4.1. Calizas arrecifales. Construcciones biogénicas (o). Pleistoceno

De los tres niveles arrecifales diferenciados (ver epígrafe 3.2.5.), tan sólo ha sido posible efectuar observaciones en el inferior, que presenta un excelente grado de conservación a lo largo del camino de playa Andina, al norte de la laguna La Sierra, donde predominan los corales hidrozoos, dispuestos en posición de vida. Su espesor se aproxima a 7 m.

Su edad ha sido determinada mediante métodos radiométricos; por Taylor *et al.* (1985), señalando una antigüedad de 124.000 años (Pleistoceno), sensiblemente mayor que la establecida para los afloramientos distribuidos en torno al lago Enriquillo (5.000-10.000 años), pertenecientes al Holoceno y que constituyen la principal referencia cronológica de los procesos acaecidos en el Cuaternario.

4.4.2. Gravas. Terrazas (p). Holoceno

Constituyen formas poco relevantes por su escaso desarrollo, tanto en extensión como en la vertical, con espesores de 1-2 m. Están constituidas por gravas cuyo origen se encuentra en los conos de deyección y abanicos aluviales que integran el piedemonte de las sierras de Martín García y Neiba, en el ámbito de la bahía. Su composición, por tanto, es fundamentalmente calcárea, con cantos cuyos diámetros medios se encuentran entre 6 y 13 cm.

Pese a ser depósitos ajenos a la dinámica marina actual, excepción hecha de posibles eventos catastróficos, pueden ser considerados como subactuales, asignándolos al Holoceno.

4.4.3. Lutitas. Llanuras de mareas abandonadas (q). Marismas altas (s). Lutitas con vegetación abundante. Marismas bajas (v). Holoceno

Se agrupan en el presente apartado los depósitos relacionados con los procesos mareales, de carácter eminentemente lutítico, aunque en el caso de la marisma baja se aprecia un notable contenido de materia orgánica, como consecuencia de su colonización por el manglar. En el caso de las marismas altas y de las llanuras de mareas abandonadas, son visibles pequeñas eflorescencias salinas. No se ha observado corte alguno que permita una detallada descripción de las unidades, ni tampoco el establecimiento de su espesor, posiblemente de orden métrico.

4.4.4. Lutitas. Lagunas colmatadas o desecadas (r). Holoceno

Se trata de un conjunto mínimamente representado por un pequeño número de recintos groseramente elipsoidales, cuyo eje mayor posee dimensiones decamétricas a hectométricas. Presentan una composición lutítica, como resultado de procesos de decantación, sin aportes externos a las pequeñas lagunas, observándose eflorescencias salinas dispersas. Se estima un espesor de orden métrico.

4.4.5. Arenas. Dunas (t). Playas y cordones litorales (u). Holoceno

Constituyen el cordón litoral de la bahía de Neiba, de composición eminentemente arenosa. Se trata de arenas con granulometría fina a media, de naturaleza carbonatada. Junto con zonas donde se disponen como un manto informe, se reconoce un complejo dunar en el que algunas dunas alcanzan 5 m de altura. Se reconocen los surcos de crecimiento, en los que se aprecia una cierta proporción lutítica, aunque la escala de trabajo sólo ha permitido su representación lineal. El espesor del manto eólico puede estimarse en unos pocos metros.

4.5. Formaciones originadas por meteorización química

4.5.1. Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina (w). Pleistoceno-Holoceno

Son arcillas rojas de aspecto masivo, derivadas de la descalcificación de los materiales calcáreos por disolución. Su presencia se restringe a la sierra de Bahoruco, especialmente en relación con el Mb Barahona. Tapizan los fondos planos de dolinas y

poljes, en los que su espesor debe variar notablemente en función de la profundidad del sustrato rocoso, pudiendo alcanzar la decena de metros.

Su edad puede abarcar el Pleistoceno-Holoceno, sin que pueda descartarse parte del Plioceno.

4.6. Formaciones poligénicas

4.6.1. Arcillas rojas con cantos. Aluvial-coluvial (x). Holoceno

Son depósitos con características similares a los coluviones, pero que no presentan la morfología de estos, ya que tapizan áreas con pendientes variables, que no llegan a regularizarse, como ocurre con los coluviones. En su génesis han podido intervenir tanto procesos gravitacionales como de arroyada esporádica. La litología de sus componentes varía en función de la del sustrato. Su espesor puede estimarse en unos pocos metros.

4.6.2. Brechas calcáreas cementadas (y). Holoceno

Afloran como retazos o parches de contornos irregulares sobre el sustrato calizo. Su litología presenta bloques y fragmentos angulosos con la misma composición de aquel y con una matriz lutítica, fuertemente cementada. Proceden de la movilización, con escaso transporte, de materiales derivados de procesos kársticos. En la hoja contigua por el sur (Enriquillo) y cerca del límite meridional de la de Barahona, la fotointerpretación permite identificar morfologías en abanico de algunos de los afloramientos de estos materiales, lo que sugiere cierta participación fluvial en su génesis.

Su espesor varía notablemente por tratarse de formas de relleno de depresiones producidas por karstificación, y puede oscilar entre uno y varios metros.

4.7. Formaciones antrópicas

4.7.1. Sales. Salinas (z). Holoceno

Constituyen el único depósito antrópico de la zona. Tanto las zonas encharcadas como las acumulaciones de sal sufren modificaciones temporales en función de la propia dinámica de las salinas.

5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

La morfología actual de la región está en parte condicionada por la geometría de la cuenca (distribución de facies) a lo largo del Paleógeno y Mioceno. El relieve actual y las unidades morfoestructurales del área son el resultado de la deformación y emersión de aquella desde el Mioceno a la actualidad. Durante el Mioceno, la deformación transpresiva que tuvo lugar en el sector suroccidental de La Española, condicionó la distribución de las cordilleras y depresiones existentes (sierras de Neiba, Martín García y Bahoruco y cuencas de Enriquillo y San Juan). Ya en el Cuaternario, el mismo régimen tectónico anterior produjo la deformación del relleno plio-cuaternario de las cuencas.

La emersión paulatina de la sierras fue acompañada de la elaboración de diversas superficies de erosión, identificadas en la sierra de Bahoruco a cotas: 200., 700 y 1.600 a 1.800 m, aunque dada la importante actividad tectónica en la articulación de dicha sierra con la depresión de Enriquillo, y que dichos niveles no presentan continuidad regional, no es posible dilucidar el número real de superficies, o bien si se trata de una única, compartimentada y desnivelada por la importante actividad de las fallas existentes entre ambos dominios morfoestructurales.

La elaboración de estas superficies debió de realizarse de forma simultánea al relleno y colmatación de la depresión de Enriquillo durante el Plioceno y Cuaternario, de forma que dicho relleno, en parte puede corresponder a los depósitos correlativos de aquellas. En cualquier caso, su elaboración debió ser simultánea con la progresiva incisión de la red hidrográfica y el avance del modelado kárstico del interior de las sierras, con los que se ha alcanzó una configuración del relieve muy similar a la actual. Los últimos aportes a la cuenca corresponderían a los abanicos más antiguos, cuyos ápices se sitúan en los valles principales y funcionales ya en el límite Pleistoceno-Holoceno.

La evolución holocena de la depresión ha estado condicionada principalmente por la tectónica activa, que ha producido una tendencia regional ascendente, acelerando la incisión vertical de la red de drenaje con carácter general en todas las sierras, e incluso sobre los abanicos más antiguos. En determinados casos ha alterado la propia geometría de dicha red y la distribución de los sedimentos asociados a la misma, lo cual a su vez ha cambiado la morfología y distribución geográfica de los agentes

morfogenéticos. Es el caso del río Yaque del Sur, cuya evolución se describe a continuación, tal como se desprende de los trabajos relacionados con este Proyecto (Díaz de Neira *et al.* 2007, entre otros).

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 (Fig. 4). 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 Batoruco, 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, y la actividad neotectónica.

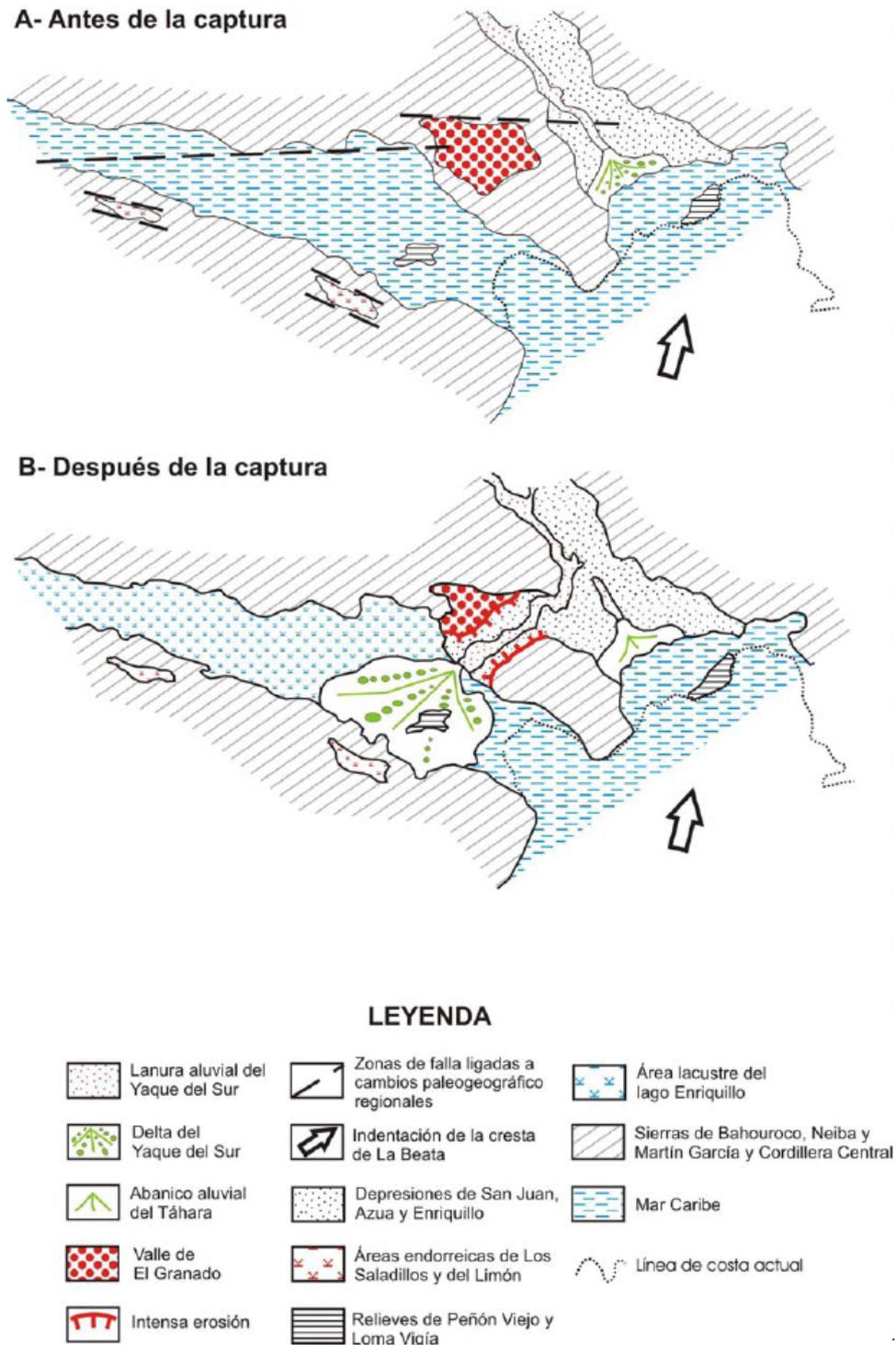


Fig. 4 Evolución del río Yaque del Sur y de la Hoya de Enriquillo durante el Holoceno

En este contexto, tuvo lugar el acontecimiento fundamental de la evolución reciente de la depresión, 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 (Fig. 4). 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. El retroceso marino hacia la bahía provocó la transformación del delta en el abanico de baja pendiente actual. Éste, ocupa la mayor parte de la depresión, alcanzando el borde meridional de ésta, excepto al sur de los cerros de Peñón Viejo, que actúan como barrera, preservando una zona de baja energía en la que fue posible la instalación de la laguna del Rincón.

Tras el desarrollo del cordón litoral, la llanura intermareal desarrollada al este del abanico fue parcialmente aislada de la influencia marina posterior. 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, lo que explica el trazado tortuoso del Yaque del Sur.

De forma simultánea, en las áreas montañosas el encajamiento de la red fluvial y la actividad neotectónica, desencadenaron 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 aquélla 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.

En el interior de la Sierra de Bahoruco los grandes poljes (Pelempito, Los Limoneros, etc.) todavía conservan sus condiciones endorreicas y su drenaje en el endokarst, dista mucho de su posible captura por la red hidrográfica actual. Tan solo el polje de Sabana de la Primera Yerba, presenta una captura reciente, con drenaje dirigido hacia el sur.

En la misma sierra los procesos gravitacionales han intervenido notablemente en el retroceso de las laderas, propiciados por la intensa incisión lineal de la red de drenaje. En ocasiones han interferido con ésta provocando represamientos y niveles de base locales, con la consiguiente acumulación de depósitos fluvio-torrenciales, que después son incididos y removilizados por la erosión remontante. Este es el caso del deslizamiento y abanicos de Polo.

La mayor parte de los deslizamientos identificados en la hoja se distribuyen a lo largo de una banda con dirección ONO-ESE, que coincide con el recorrido de diversa fallas, en algunas de las cuales se observan por fotointerpretación facetas y escarpes de falla más o menos degradados. En consecuencia muchos de los deslizamientos pueden ser sismoeventos.

Al sur de la Bahía de Neiba, el trazado de la línea de costa es rectilíneo y con un evidente control por fallas ($N 30^{\circ}$) paralelas a la costa. En la estrecha plataforma costera creada por los abanicos de segunda generación, estos aparecen afectados por una fractura con dicha dirección y por otras oblicuas a la misma. Los ápices de estos pequeños abanicos se alinean a lo largo del escarpe montañoso con la misma dirección, que pese a su evidente control estructural, no conserva claros escalones o facetas de falla, dado que el retroceso de sus vertientes es muy activo, como demuestran los dos deslizamientos que han producido sendos entrantes hacia el mar del Caribe, y que interrumpen el trazado rectilíneo de la costa. En los siguientes epígrafes se analizan estos y otros indicadores de la tectónica activa.

6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

Se denomina procesos activos a aquellos fenómenos de origen endógeno o exógeno, potencialmente funcionales sobre la superficie terrestre, que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico. Su cartografía supone, por tanto, un inventario de procesos geológicos funcionales, siendo preciso recordar el carácter imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, tanto en zonas muy activas como de baja actividad geodinámica.

Los datos reflejados en la cartografía son el resultado de un reconocimiento general realizado mediante la interpretación de fotografías aéreas y la realización de recorridos de campo, por lo que sólo son una estimación preliminar y orientativa de los principales procesos geodinámicos activos del territorio. Consiguientemente, la información aportada tanto en el mapa como en la memoria no exime de la necesidad legal de realizar los estudios pertinentes en futuros proyectos, ni debe ser utilizada directamente para la valoración económica de terrenos o propiedades de cualquier clase.

Igualmente, hay que tener en cuenta que a esta escala de trabajo no pueden representarse algunos fenómenos claramente perceptibles sobre el terreno. Sirva de ejemplo la nutrida red de arroyos y cañadas de las áreas montañosas, afectadas por procesos erosivos y, al menos temporalmente, de sedimentación e inundación: los primeros son representables mediante el correspondiente símbolo de incisión lineal, pero la escala no permite una representación areal de los segundos.

En lo que sigue se describen los procesos activos relativos a: actividad: sísmica, neotectónica, movimientos de laderas, procesos de erosión, inundación y sedimentación, asociados a litologías especiales y actividad antrópica.

6.1. Actividad sísmica

La sismicidad es uno de los procesos activos más relevantes de La Española, como consecuencia de su situación en el límite entre dos placas: Norteamericana y del Caribe. Actualmente existe un consenso en el reconocimiento de las principales estructuras tectónicas de la isla y su relación con el desplazamiento relativo entre las placas litosféricas citadas. No obstante, aunque los rasgos generales son conocidos,

el estudio de detalle de la actividad sísmica en la República Dominicana tropieza con una cierta escasez de datos. Los registros históricos e instrumentales son parcos y no pueden considerarse definitivos.

El registro histórico se inicia con la llegada de los españoles en el siglo XV, lo que limita su ámbito a los últimos 500 años, a diferencia de otras zonas del planeta donde el registro histórico abarca un milenio (Europa, Oriente Medio) o excepcionalmente varios milenios, como es el caso de China. Por lo que respecta al registro instrumental, también tiene graves inconvenientes, pues la Red Sísmica de la República Dominicana fue establecida durante los trabajos del Proyecto SYSMIN (Prointec, 1999) y su registro es, por tanto, muy parco.

Por ello, los registros existentes más antiguos provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que sólo se han registrado los eventos con magnitudes lo suficiente grandes como para ser registradas por redes alejadas, o los eventos de magnitudes pequeñas que han podido ser cubiertos por las redes sísmicas de otros países cercanos, como es el caso de la red puertorriqueña que cubre la zona oriental de la República Dominicana.

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las bases de datos de la Red Sísmica Nacional Dominicana (RSND), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) y el Middle American Seismograph Consortium (MIDAS), además de las incluidas en el citado proyecto SYSMIN. El periodo cubierto ha sido 1505-2003.

La Hoja de Barahona es bastante ilustrativa de la precariedad de datos existente, ya que en el territorio abarcado por la misma sólo hay registrados cuatro eventos posteriores a 1.960. El carácter incompleto y discontinuo del registro se evidencia nítidamente en el sector oriental de La Española, cuando se proyectan los datos del PRSN (Red Sísmica de Puerto Rico), ya que la densa nube de epicentros que cubre el canal de la Mona y el extremo oriental de la República Dominicana, desaparece de forma brusca por falta de cobertura de la red y no por la existencia de variaciones geológicas que justifiquen la desaparición.

Los seísmos registrados poseen carácter somero (9-13 km), intermedio (38 km) y profundo (95 km) y parecen correlacionarse con estructuras reflejadas superficialmente, en particular la falla inversa que limita por el sur los cerros de Peñón

Viejo y las fallas que marcan el borde de la sierra de Bahoruco en el ámbito de Barahona y al sureste de Lemba.

6.1.1. Tsunamis

Los *tsunamis* son olas de grandes dimensiones u olas sísmicas marinas, causadas por un movimiento súbito a gran escala del fondo marino, debido mayoritariamente a terremotos y, en escasas ocasiones, a deslizamientos, erupciones volcánicas o explosiones de origen antrópico.

Los tsunamis difieren de otros riesgos sísmicos en que su radio de acción puede abarcar de miles de kilómetros desde el origen de la perturbación. Una vez generados son prácticamente imperceptibles en el mar abierto, donde la altura de la ola es inferior a un metro. Viajan a una velocidad de unos 900 km/h, y la distancia entre dos crestas de ola consecutivas puede alcanzar 500 km. Cuando esta perturbación de gran longitud de onda entra en aguas poco profundas, disminuye su velocidad y aumenta su altura, que a veces supera 25 m; el intervalo de tiempo entre olas sucesivas permanece sin cambios, siendo generalmente de 20 a 40 minutos. Cuando un tsunami, alcanza la línea de costa, el mar suele retroceder hasta un nivel muy inferior al de la marea baja, creciendo luego como una ola gigante, que rompe y se desploma transformándose en una corriente tractiva de incalculable energía.

Los efectos de los tsunamis pueden ser condicionados por la configuración de la línea de costa y del fondo marino en cada lugar. Ya que no existe una metodología precisa para definir estos efectos, es importante el examen del registro histórico para determinar si una sección particular del litoral ha sido afectada por tsunamis y qué elevación alcanzaron. Debe remarcarse que, debido a la fuerza de la ola, la inundación puede llegar a una elevación mayor que la de la cresta de la ola en la línea de costa.

Las costas haitianas y dominicanas han sido afectadas por tsunamis en diversas ocasiones, por lo que el ámbito del litoral de la bahía de Neiba debe considerarse como susceptible de sufrir este tipo de fenómenos. En particular, deben considerarse como áreas especialmente expuestas el malecón de Barahona y la planicie existente a espaldas de la desembocadura del río Yaque del Sur y de la laguna La Sierra; por el contrario, deben considerarse factores que mitiguen sus posibles daños el cordón litoral que cierra buena parte de la bahía y el rápido ascenso del relieve en los

extremos meridional y septentrional de la bahía, al igual que en la citada ciudad de Barahona.

La mayor parte de la costa situada en la mitad meridional de la hoja es acantilada, por lo que una posible inundación debida tsunami quedaría restringida a los estrechos valles fluviales que desembocan en la misma.

6.2. Tectónica activa

Pese a la importante tectónica activa del área, las formas o estructuras originadas por ella no son muy numerosas o muy claras en algunos casos, como consecuencia de la elevada velocidad de erosión y de la densa cubierta vegetal, factores que sin duda enmascaran rápidamente algunas de dichas formas, como los escarpes producidos por fallas.

La creación del relieve de la Sierra de Bahoruco y su elevación actual, se produce merced a dos familias de fallas aproximadamente perpendiculares:

- La primera actúa como límite entre la sierra y la Hoya de Enriquillo y aparece como fallas subverticales con componente direccional izquierda, deducible de la distribución de numerosos pliegues en relevo, generados durante la etapa principal de estructuración de la sierra (Mioceno-Plioceno). La misma componente direccional parece producirse en la actualidad a tenor de cambios bruscos de dirección observados en la red de drenaje de la contigua hoja de Pedernales. Esta misma familia ha debido intervenir en la creación de las depresiones y poljes alargados en la misma dirección del interior de la sierra. Al oeste de la Loma de Juancho, en el entorno de Enriquillo y al sur de Barahona también se reconocen escalonamientos producidos por escarpes de falla degradados, que participan en la articulación del relieve entre la Hoya de Enriquillo y la sierra de Bahoruco hasta su encuentro con la línea de costa.
- La segunda familia, perpendicular al anterior, con dirección N10⁰ a N 30⁰, condiciona el desarrollo de los cursos fluviales con la misma dirección, como el Ayo. de Aguamas, y la creación de la costa rectilínea, hacia la cual el relieve de la sierra desciende rápidamente en graderío. En algunas de las fallas de este graderío la fotointerpretación permite deducir la presencia de facetas triangulares degradadas, que no han sido identificadas en el terreno por la

inaccesibilidad del mismo. No obstante y tal como se ha descrito más arriba, en los acantilados costeros labrados en los abanicos fluviales de la 2ª generación, se han identificado diversas fracturas verticales de la primera familia, con pequeño salto, y una falla también vertical y paralela a la costa, y por tanto de la 2ª familia, con un salto más importante que las anteriores. Así mismo, son atribuibles a esta familia de fracturas las líneas de costa rectilíneas representadas en la mitad meridional de la hoja.

A escala regional, el trazado rectilíneo de la costa oriental de la península de Bahoruco se atribuye a la existencia de, lo que de forma poco precisa se viene llamando en la bibliografía, la falla de Beata. Indudablemente la segunda familia de fracturas arriba indicada, es la expresión de dicho accidente. La tectónica activa en relación con el mismo se cifra no solo en la presencia de fallas menores que afectan a los abanicos antiguos que configuran la estrecha plataforma costera, también en la desaparición de ésta en el ángulo suroriental de la hoja. Dicho segmento costero presenta un trazado rectilíneo, que parece coincidir exactamente con la traza de una falla que habría hundido dicha plataforma bajo el nivel marino actual. Ello permite que la erosión litoral actúe directamente sobre el pie del relieve montañoso, provocando su desestabilización y la ocurrencia de importantes deslizamientos, los cuales también podrían estar inducidos por la sismicidad del área.

Otras evidencias de actividad reciente de algunas fallas, es el escalonamiento que han producido en los abanicos y conos de deyección situados al suroeste de Cabral, donde el juego de fallas transversales al abanico del arroyo Grande ha dado lugar a elevaciones de bloques. También son indicadores de tectónica activa la falla inversa supuesta (E-O) de los cerros de Peñón Viejo, que junto con la que delimita la sierra de Martín García, parecen haber contribuido a los movimientos de elevación del sector oriental de la depresión.

Otros indicios de la tectónica activa deducibles de la red fluvial son las pendientes anómalas por exceso, frecuentes en el sector occidental de la sierra de Bahoruco. También la existencia de diversos deslizamientos en las inmediaciones de Polo, dado que todos ellos se sitúan junto a fallas de largo recorrido, con dirección ONO-ESE, cuya actividad podría haber inducido dichos procesos gravitacionales.

6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas

En la sierra de Bahoruco, se han identificado 10 deslizamientos y un derrumbe, un número que ha de ser inferior a los que realmente se han producido en tiempos recientes, como consecuencia de su destrucción por el rápido retroceso de las vertientes. De todos ellos hay que destacar el gran deslizamiento de Polo, probablemente durante el Pleistoceno terminal o el Holoceno inferior, puesto que con él se creó en el Ayo. de Aguamás un nivel de base transitorio con un sistema de abanicos con espesores superiores a la decena de metros.

También se han observado caídas de bloques en los escarpes que limitan la sierra por el norte y en diversos barrancos, aunque en buena parte de los casos sus dimensiones no han permitido su representación cartográfica.

6.4. Actividad asociada a procesos de erosión

Alcanza su máximo desarrollo en la zona montañosa, y su acción es de baja intensidad en la depresión, donde predominan los procesos de inundación y sedimentación.

La principal manifestación de los procesos de erosión viene dada por la incisión lineal asociada a la actividad de los distintos ríos, arroyos y cañadas. El cauce del río Yaque del Sur presenta frecuente socavación, por erosión lateral del cauce meandriforme, no representados por que la escala de trabajo no lo permite. Más intensa, aunque de extensión mucho menor, es la erosión asociada con el desarrollo de cárcavas, cuya principal expresión tiene lugar al sureste de Lemba.

En algunas zonas, la concentración de formas de carácter erosivo permite delimitar áreas sometidas a una intensa erosión, la más destacada de las cuales se localiza bajo el escarpe situado al sureste de Cachón.

6.5. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación

Es la actividad relacionada con una mayor variedad de procesos, además de ser la que tiene una mayor incidencia sobre la población. Su origen está relacionado con la actividad fluvial, litoral, lacustre, eólica, antrópica y, en general, con cualquier tipo de

proceso generador de áreas deprimidas susceptibles de ser inundadas o recibir aportes sedimentarios.

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente permanente sobre los fondos de valle de los ríos y bajo un régimen torrencial en los numerosos arroyos y cañadas de la zona, así como en los mantos de arroyada. En el caso de las llanuras de inundación, las inundaciones se producen de forma más esporádica, pero afectando a áreas de mayor amplitud; más frecuentes son las que se registran en los cauces y meandros que albergan aquéllas, si bien se trata de áreas pequeñas.

Los conos de deyección y los abanicos poseen una funcionalidad menos predecible, lo que dificulta su tratamiento, pudiendo dar lugar a violentos depósitos de masas aluviales con una participación acuosa variable; con frecuencia, sus ápices coinciden con fallas activas, lo que implica que su actividad puede relacionarse con procesos climáticos y sísmicos. En el caso de algunos de los abanicos y conos de mayor envergadura, claramente han perdido su funcionalidad, lo que no implica que su superficie no quede sometida a inundaciones ante la densa red de incisión que se ha desarrollado sobre ella.

Dentro del capítulo de inundaciones, merecen especial atención las avenidas, que suponen el riesgo natural más común del planeta y que tan trágicas consecuencias han tenido en fechas recientes en territorio dominicano y, especialmente, en el ámbito de la hoya de Enriquillo, destacando los episodios del huracán Georges (septiembre de 1998) y de la avenida de Jimaní (mayo de 2004).

Generalmente, la formación de avenidas se produce como respuesta del sistema fluvial a un aporte cuantioso de agua desde fuera del sistema, ante lo cual la cuenca actúa adaptándose a las condiciones energéticas del momento, mediante procesos de erosión, transporte o sedimentación. En particular, las lluvias convectivas, de corta duración y de gran intensidad, provocan avenidas súbitas, concentrando un gran caudal punta en un corto espacio de tiempo, dando un margen de reacción muy breve a la población. En la zona de estudio, con frecuencia se trata de cuencas de circulación efímera, donde la percepción del riesgo puede estar muy distorsionada por que los cauces están secos habitualmente (Camarasa, 2002).

En este tipo de fenómenos, las puntas de crecida superan la capacidad de evacuación de los cauces, produciendo desbordamientos hacia los espacios adyacentes; también puede ocurrir que, debido a la elevada energía de las aguas, se produzcan rupturas en los márgenes de los canales y la inundación de las llanuras laterales. Aunque los espacios inundables por excelencia son las llanuras de inundación, el desbordamiento de la capacidad del lecho menor puede dar lugar a inundaciones ocasionales, incluso de las terrazas bajas.

Las zonas inundables de los conos de deyección, dependen de su geometría actual, derivada de su tendencia a la progradación o a la disección. Así, en abanicos progradantes con pequeños encajamientos, el desbordamiento puede ser masivo, afectando, sobre todo, a las vaguadas laterales y a los sectores más distales. Por el contrario, en abanicos con tendencia erosiva, los canales están bien marcados, pero el exceso de caudal puede abrir nuevas vías o utilizar los paleocanales. En algunos casos, los canales previos se encuentran tan incididos que canalizan la práctica totalidad del flujo, cuya carga es depositada en la zona distal.

La actividad en el litoral es manifiesta en relación con los canales de marea, las marismas y las playas, como áreas sometidas a constantes procesos de inundación y sedimentación. El cordón litoral y, sobre todo, el cinturón de dunas, quedan a salvo de inundaciones, excepción hecha de la llegada eventual de algún tsunami al litoral de la bahía de Neiba.

Aunque ajenas a la actividad de las mareas, también las llanuras mareales abandonadas son susceptibles de sufrir inundaciones, bien por una invasión marina provocada por tormentas violentas o mareas excepcionales o bien por los aportes del abanico del Yaque en eventos de gran magnitud. También pueden sufrir encharcamientos, por causas diversas, las pequeñas lagunas colmatadas o desecadas cercanas al litoral.

Evidentemente, las numerosas depresiones de carácter endorreico o semiendorreico que salpican la depresión también son susceptibles de sufrir procesos de inundación y sedimentación, bien de forma estacional o permanente, siendo éste el caso de la laguna del Rincón y de los pequeños ojos de agua localizados al pie de la sierra de Batoruco, cuya alimentación parece asegurada por los flujos subterráneos de ésta.

Pese a su pequeña representación y escasa relevancia, es preciso señalar la existencia de procesos eólicos, mucho más efectivos en el sector occidental de la depresión.

La actividad antrópica relacionada con las salinas ha provocado la inundación de pequeñas zonas próximas al litoral, con la consiguiente producción de sales.

También son susceptibles de aparecer como áreas inundadas las dolinas de la sierra de Bahoruco, igualmente tras lluvias extraordinarias en las que la precipitación supera la capacidad de infiltración, hecho más frecuente en aquellas depresiones revestidas por un importante depósito de arcillas de descalcificación.

De todo lo anterior y de la observación de la cartografía se desprende la potencial inundabilidad de toda la depresión entre la bahía de Neiba y el lago Enriquillo, excepción hecha de los relieves de los cerros de Peñón Viejo y la alineación de la loma de Sal y yeso. La potencialidad se basa en varios factores: la práctica horizontalidad del terreno, con las consiguientes deficiencias del drenaje; la incursión del río Yaque del Sur, que recoge la escorrentía de una buena parte del flanco suroccidental de la cordillera Central, y la presencia de la bahía de Neiba, como puerta de entrada de la dinámica marina referente a mareas excepcionales, maremotos, tormentas tropicales y huracanes.

Como elementos que minimicen los efectos de los acontecimientos catastróficos con raíces en la bahía deben tenerse en cuenta la barrera constituida por el complejo de dunas, de hasta 5 m altura, y por la carretera Santo Domingo-Barahona, también elevada unos 3 m sobre la llanura.

6.6. Actividad asociada a litologías especiales

Se desarrolla principalmente en relación con los procesos kársticos que afectan a las calizas del Mb Barahona y que se manifiestan principalmente por las dolinas y por el extenso campo de lapiares desarrollado; también se ha generado un lapiaz, más modesto, en relación con los niveles yesíferos de la Fm Angostura. Debido a la efectividad que muestran en algunas zonas los procesos de disolución, es preciso tener en cuenta los procesos de colapso.

6.7. Actividad antrópica

Ya que la cartografía no contempla los procesos relacionados con las formas de origen antrópico que aparecen plasmadas en la base cartográfica, su representación es mínima pese a su indudable desarrollo en las áreas más pobladas, en las que se producen modificaciones prácticamente continuas en relación con la red de comunicaciones, el desarrollo urbano, etc. Tan sólo se han diferenciado la cantera de yeso de la loma de Sal y yeso existente junto a La Salina, cuyo desarrollo ha modificado notablemente la fisonomía de su lugar de emplazamiento, y los canales construidos para la actividad de las salinas. Posiblemente, el carácter rectilíneo del tramo final del Yaque del Sur se deba a una rectificación y canalización de su cauce.

Especialmente sensibles ante la actividad humana son los sistemas costeros y, en particular las marismas, ante la falta de una legislación protectora. La destrucción de los ecosistemas litorales, de gran riqueza por su diversidad, se produce por los vertidos, en algunos casos a escala industrial, y por los procesos que acompañan a la explotación de las salinas, especialmente la colmatación de las lagunas.

7. PROPUESTA DE ITINERARIO

Las características fisiográficas de la hoya de Enriquillo, de notable peculiaridad dentro del ámbito caribeño, unidas a sus excelentes condiciones de afloramiento, que reflejan una continua actividad tanto de los procesos externos como de los internos durante el Cuaternario, confieren a la región un inmenso atractivo tanto desde un punto de vista paisajístico como científico. Por ello, en el presente capítulo se propone un itinerario en torno a la depresión, en la cual se encuentra el Parque Nacional del Lago Enriquillo, itinerario que permite una visión rápida de las principales características geomorfológicas y paisajísticas de la región. Se trata de un itinerario de buena accesibilidad por diversas carreteras que circundan la depresión, a través de las Hojas a escala 1:100.000 de Jimaní (5871), Barahona (5970) y Neiba (5971), (Fig.5). El itinerario propuesto puede ser modificado con diversos trayectos complementarios a través de pistas forestales, siempre que las características del vehículo utilizado lo permitan.

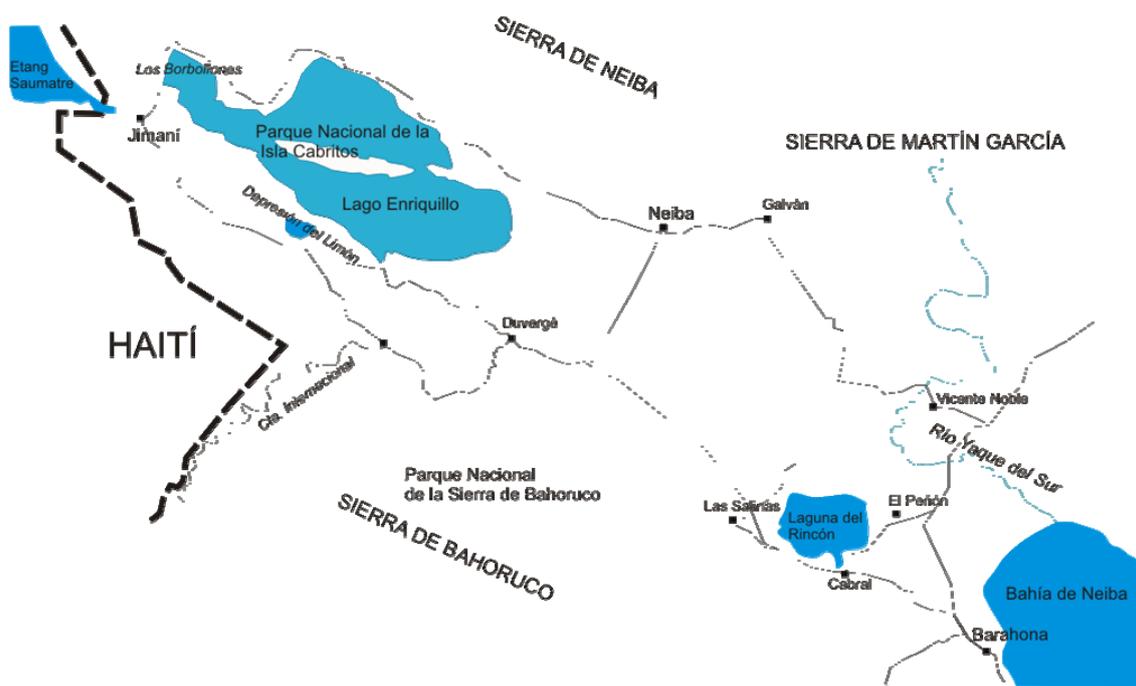


Fig 5. Propuesta de itinerario en torno a la Hoya de Enriquillo

Por su ubicación con relación a la red de comunicaciones y por sus infraestructuras, se propone como punto de partida y llegada la localidad de Barahona. A lo largo de su malecón se aprecian diversos rasgos de la *bahía de Neiba*, como los pronunciados

acantilados blancos de la sierra de Martín García, el desarrollo arrecifal próximo a la línea de costa y en el extremo meridional, la presencia de pequeñas playas arenosas y manglares. La salida de Barahona en dirección al lago Enriquillo se efectúa remontando un extenso abanico aluvial procedente de la *sierra de Bahoruco*; en la parte alta de éste se contempla una primera panorámica de la *hoya de Enriquillo*, limitada al norte por las *sierras de Neiba y Martín García*, así como una nueva perspectiva de la bahía de Neiba.

Tomando la desviación hacia Cabral, al pasar esta población aparece la *laguna del Rincón*, limitada al norte por los cerros de Peñón Viejo, que actúan como barrera frente a las avenidas del abanico de baja pendiente del río Yaque del Sur, procedente del norte, creando una “zona de sombra” que ha permitido la instalación de la laguna. La laguna se nutre de las aguas de las escorrentías pluviales, de manantiales cercanos, pero muy principalmente de las aguas del Yaque, que le llegan a través del canal Mena-Trujillo. La laguna fue declarada Parque Nacional en 1997, con un área protegida de 240,54 km², y se une prácticamente, por su límite meridional, con el Parque Nacional de Bahoruco Oriental.

Atravesando la alineación morfológica de la loma de Sal y yeso, tras cruzar la población de La Salina, se observa en diversos afloramientos una sucesión de yesos pertenecientes a la Fm Angostura antes de penetrar en la *depresión de Los Saladillos*, de posible origen tectónico y pasado endorreico, pero actualmente capturada por el río Bermesí y la cañada de la Cotorra; en ella, llaman la atención los extensos abanicos y conos aluviales procedentes de la sierra de Bahoruco, especialmente el de Los Cachehuales. En el ámbito de Angostura, aún dentro de la depresión, los desniveles y la tendencia rectilínea del borde de la sierra indican su carácter tectónico.

Retomando la carretera principal con destino a Jimaní, a partir de la localidad de Duvergé es visible el lago Enriquillo, cuyo nivel fluctúa ostensiblemente durante largos periodos, encontrándose en cualquier caso a una cota inferior a -30 msnm, altitud mínima de las Antillas. Las aguas del lago son hipersalinas, con una salinidad por encima de 70 partes por mil, lo que es más del doble de la salinidad de las aguas del mar. También a partir de esta localidad son frecuentes los cortes que exponen bioconstrucciones, principalmente coralinas, que evidencian la invasión marina de la depresión durante el Cuaternario; aunque son muy numerosas sus exposiciones, las de mayor calidad se encuentran en el borde septentrional del lago.

Tras cruzar diversos afloramientos conglomeráticos y calcáreos de la Fm Jimaní, se accede a la *depresión del Limón*, orientada paralelamente a la sierra, sugiriendo su origen tectónico; en ella confluyen numerosos elementos de la red de drenaje, lo que hace que con frecuencia se encuentre parcialmente inundada.

Llegando a Jimaní, el itinerario transcurre sobre el *abanico aluvial del río Blanco* y pasando la población en dirección a Neiba se transita por las proximidades del lago, que es visible en diversos puntos, al igual que los restos arrecifales. No obstante, una espectacular panorámica del lago es posible tomando la denominada carretera internacional, inmediatamente antes de La Descubierta; tras observar un buen corte de la Fm Neiba, el camino alcanza cierta altura y ofrece una excelente perspectiva del *lago Enriquillo* y de la *isla Cabritos*, que tras prolongados periodos de sequía puede aparecer unida a tierra firme.

Los balnearios que aprovechan diversos recursos hidrogeológicos son otro de los atractivos de este parque nacional. Algunos de ellos son de aguas sulfurosas, como el de Las Azufradas, en tanto que otros son de aguas cristalinas, como los de Boca Cachón y Las Barías, al norte del lago, o la Zurza, al sur del mismo.

A partir de La Descubierta, la sierra de Neiba se alza bruscamente sobre el lago, denunciando, al igual que ocurre en el caso de la sierra de Batoruco, la influencia tectónica de su borde. La sierra de Neiba integra una extensa cadena de montañas de hasta 2.279 metros de altura, divididas en su parte central por un área de valles profundos, con terrazas y abundantes fallas, de muy difícil acceso. Las pendientes en la mayor parte de la sierra son muy pronunciadas, sobrepasando en su mayoría el 40% de inclinación. El sustrato geológico está constituido principalmente por rocas calizas de las formaciones Neiba y Sombrerito, por lo que alberga un *karst* bien desarrollado.

Llegando al *parque natural del lago Enriquillo*, es posible acceder mediante barca a la isla Cabritos. Creado mediante la Ley 644 del año 1974, el Parque Nacional Isla Cabritos ocupa los terrenos de la isla situada dentro del Lago Enriquillo, a unos 40 metros bajo el nivel del mar. Tiene una extensión aproximada de 24 km²: 12 km de longitud y de 2 a 2,5 km de ancho y constituye el reducto de una reducida población de cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*). Especialmente singular es el *paraje de Los Borbollones*, en la costa septentrional del lago, cuyo nombre procede de las numerosas surgencias de agua dulce existentes cerca del lago. Es un punto

neurálgico frecuentado por los cocodrilos, donde las cocodrilos madres llevan sus recién nacidos. Posiblemente en todo el lago no exista otro punto de mayor valor para la supervivencia de esta especie como *Los Borbollones*. En cualquier caso, antes del embarcadero de acceso a la isla se aprecia la presencia de una nutrida población de iguanas: iguana rinoceronte (*Cyclura cornuta*) e iguana Ricord (*Cyclura ricordii*).

Algo más allá del parque, en la vertiente norte del lago, se encuentra otro punto singular, con una bella vista del lago: el *paraje de Las Caritas*, promontorio rocoso en el costado de la carretera, famoso por sus cuevas y, especialmente, por la existencia de petroglifos taínos precolombinos sobre materiales bioconstruidos; no obstante, la mejor exposición del complejo arrecifal en esta zona puede observarse en la cañada posterior al acceso a los petroglifos. Avanzando algunos kilómetros más, el afloramiento de la *Cañada Honda*, exhaustivamente estudiado por diversos autores, también presenta excelentes condiciones para la observación de este complejo.

A partir de este punto y hasta la localidad de Neiba, el recorrido discurre a través de los extensos *abanicos aluviales* que orlan la vertiente meridional de la sierra de Neiba. Ya en el paraje de Las Marías al pie del cerro en Medio, aparecen junto a la carretera pequeños “*ojos de agua*”, surgencias de aguas subterráneas procedentes de la sierra a las que acuden los lugareños para mitigar el calor.

Tras pasar la localidad de El Salado se contempla la inmensidad de la planicie existente al este del lago, que en este sector presenta un carácter extremadamente árido, con presencia en el suelo de pequeñas eflorescencias salinas y evidencias de un drenaje deficiente que propicia la creación de encharcamientos efímeros. A unos cinco kilómetros de dicha población, la aparición de extensos campos de cañas denuncia el paso a una zona menos árida, aunque igualmente llana; corresponde al *abanico aluvial de baja pendiente del río Yaque del Sur*, descendiente del delta que a comienzos del Holoceno invadió el entrante marino de la depresión, individualizando el sector del lago Enriquillo del de la bahía de Neiba.

La monotonía del terreno es abrumadora hasta cruzar Tamayo, donde se produce la entrada del *río Yaque* en la hoya de Enriquillo, si bien aquí su caudal ha mermado considerablemente con relación a puntos más altos de su curso, debido a las frecuentes extracciones mediante canales. En cualquier caso, su presencia se deja sentir en la llanura por la aparición de cultivos y vegetación de tipo tropical, que contrastan con la vegetación de tipo espinoso de la mayor parte de la llanura.

Al alcanzar el llamado “cruce de Vicente Noble”, debe tomarse la dirección hacia Barahona. La carretera pone al descubierto buenos afloramientos del Mb Gajo Largo, así como niveles calcáreos de la Fm Sombrerito del denominado “domo de Canoa” y cuando comienza su descenso hacia la depresión, permite una magnífica panorámica de ella, en este caso con la sierra de Bahoruco al fondo. Siguiendo en dirección hacia Barahona, se atraviesa nuevamente la hoya de Enriquillo, pero en este caso la influencia del Yaque del Sur se hace aún más patente por la vegetación existente.

Este itinerario “básico” sugerido puede complementarse con distintas alternativas, algunas de las cuales requieren la utilización de vehículos todo-terreno, cuyo orden, siguiendo el circuito propuesto son:

- Carretera de Puerto Escondido. Se aprecian diversos aspectos de la sierra de Bahoruco, como el encajamiento del río Las Damas y la incidencia de los modelados estructural, kárstico y poligénico en el relieve.
- Carretera del paso fronterizo de Jimaní, con un neto y abrupto límite de la sierra de Bahoruco y una perspectiva de la superficie de erosión de Tierra Prieta.
- Carretera de Hato Nuevo, donde pueden observarse los depósitos eólicos asociados a la periferia del lago Enriquillo.
- Carretera de El Cachón, en la que se contempla el carácter abrupto y neto del límite entre la sierra de Neiba y la cuenca de Enriquillo, así como una bonita panorámica del Etang Saumatre, perteneciente en su práctica totalidad a Haití, y de la superficie de erosión de sierra Prieta.
- Carretera de Guayabal, a través de la que se accede al corazón de la sierra de Neiba, pudiendo apreciar su notable contraste paisajístico con relación a la depresión, así como sus profundos valles y sus morfologías kársticas. El itinerario puede continuar hasta Los Bolos y El Maniel, para retornar a la ruta principal en las proximidades de Los Ríos. A lo largo de esta alternativa existen excelentes vistas panorámicas del lago Enriquillo.
- Carretera de Los Guineos, donde pueden observarse nuevos aspectos del carácter abrupto del interior de la sierra de Neiba.

-
- Tramo de carretera entre el “cruce de Vicente Noble” y Fondo Negro, que expone un magnífico corte de la Fm Trinchera.

 - Camino de las salinas de playa Andina, donde en el ámbito de la laguna La Sierra se observa el extremo de un cordón litoral, con desarrollo de dunas, interpuesto entre el mar Caribe y la hoya de Enriquillo, además de diversos tipos de lagunas y construcciones arrecifales emergidas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- CAMARASA BELMONTE, A.M. (2002).** Crecidas e inundaciones. En AYALA-CARCEDO, F.J. y OLCINA, J. (coordinadores). Riesgos naturales. Ariel, Barcelona, 859-877.
- DE LA FUENTE, S. (1976).** Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 pp.
- DÍAZ DE NEIRA, A. (2000).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6072-III (Padre Las Casas) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- DÍAZ DE NEIRA, J. A., MARÍN-SERRANO, A., ESCUER, J. (2007).** Evolución geomorfológica de la Cordillera Oriental Dominicana. Boletín Geológico y Minero, 118, (2), 385-400.
- GÓMEZ, J.A. (2000).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6071-III (Yayas de Viajama) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- LEWIS, J.F. (1980).** Resume of the geology of Hispaniola. En Field guide to the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic. Santo Domingo, República Dominicana, Ed. Amigo del Hogar, 5-31.
- LEWIS, J.F., DRAPER, G. (1990).** Geology and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. En DENG, G., CASE, J.E. (eds.). The Geology of North America, Volume H, The Caribbean region. Geological Society of America, Colorado, 77-140.
- LLINÁS, R.A. (1972).** Geología del área Polo-Duvergé, Cuenca de Enriquillo, República Dominicana. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 83 pp.
- MANN, P., DRAPER, G. y LEWIS, J.F. (1991).** An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. 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, 1-28.

MANN, P., TAYLOR, F.W., BURKE, K., KULSTAD, R. (1984). Subaerially exposed Holocene coral reef; Enriquillo Valley, Dominican Republic. Geological Society of America Bulletin, 95, 1.084-1.092.

OBIOLS, A. y PERDOMO, R. (1966). Atlas de información básica existente y lineamientos para la planificación del Desarrollo integral de la RD. Guatemala.

PROINTEC (1999). Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

PROINTEC (1999). Estudio de los depósitos de yesos de La Salina. Programa SYSMIN, Proyecto F. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

TAYLOR, F.W., MANN, P., VALASTRO, S., BURKE, K. (1985). Stratigraphy and radiocarbon chronology of a subaerially exposed Holocene coral reef, Dominican Republic. Journal of Geology, 93, 311-332.

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