



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

ESCALA 1:100,000

LA VEGA

(6073)

Santo Domingo, R.D., Febrero 2008-Diciembre 2010

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto Proyecto 1B (EuropeAid/122430/D/SER/DO), 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 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. M^a Ángela Suárez Rodríguez (IGME)

CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Ing. M^a Ángela Suárez Rodríguez (IGME)

REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. M^a Ángela Suárez Rodríguez (IGME)

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

- Dr. Ángel Martín-Serrano (IGME)

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 (TYPSA) 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, al Dr. Javier Escuder Viruete, al geólogo D. Marc Joubert y al geólogo D. Alberto Díaz de Neira la 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.....	6
1.1. Metodología.....	6
1.2. Situación geográfica.....	10
1.3. Marco geológico.....	15
1.4. Antecedentes.....	18
2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....	20
3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	25
3.1. Estudio morfoestructural.....	25
3.1.1. Formas estructurales.....	29
3.2. Estudio del modelado.....	31
3.2.1. Formas gravitacionales.....	33
3.2.2. Formas nivales y periglaciares.....	36
3.2.3. Formas fluviales y de escorrentía superficial.....	37
3.2.4. Formas por meteorización química.....	46
3.2.5. Formas poligénicas.....	48
3.2.6. Formas antrópicas.....	50
4. FORMACIONES SUPERFICIALES.....	51
4.1. Formaciones gravitacionales.....	51
4.1.1. Clastos angulosos con lutitas y arenas. Coluviones (a). Holoceno.....	51
4.1.2. Bloques de litología variada y arenas. Movimientos en masa complejos (b). Holoceno.....	52
4.1.3. Lutitas, arenas, cantos y bloques. Lóbulo o colada de soliflucción-Flujos- (c). Holoceno.....	55
4.1.4. Clastos angulosos y bloques con arenas y lutitas. Cono o talud de de derrubios (d). Holoceno.....	56
4.2. Formaciones fluviales y de escorrentía superficial.....	57
4.2.1. Lutitas, gravas y arenas. Abanicos aluviales de baja pendiente (e). Pleistoceno-Holoceno.....	58
4.2.2. Clastos angulosos y bloques con limos y arenas. Abanicos aluviales de alta pendiente (f). Pleistoceno.....	61
4.2.3. Clastos angulosos y bloques con limos y arenas. Abanicos aluviales de alta pendiente y Conos de deyección (g). Pleistoceno-Holoceno.....	63
4.2.4. Gravas y arenas. Terrazas (h). Pleistoceno-Holoceno.....	65
4.2.5. Lutitas, arenas con gravas y bloques. Llanuras de inundación (i). Holoceno.....	67
4.2.6. Limos con gravas y arenas. Fondos de valle- Fondos de cañada torrencial (j). Holoceno.....	70
4.3. Formaciones periglaciares-nivales.....	73
4.3.1. Clastos angulosos con o sin matriz arenosa y bloques. Canchales (k). Pleistoceno-Holoceno.....	73
4.3.2. Bloques, clastos angulosos con arenas y lutitas. Depósitos de crioplanación y/ó crioclastía (l). Pleistoceno-Holoceno.....	73
4.4. Formaciones por meteorización química en rocas cristalinas y silíceas.....	75
4.4.1. Arcillas rojas y algunas de color beige. Argilizaciones (m). Pleistoceno-Holoceno.....	75
5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA.....	76

6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO.....	77
6.1. Actividad sísmica	78
6.2. Actividad neotectónica	80
6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas.....	81
6.4. Actividad asociada a procesos de erosión	83
6.5. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación	83
6.6. Actividad asociada a litologías especiales.....	57
6.7. Actividad antrópica	87
7. BIBLIOGRAFÍA.....	88

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 de la década pasada, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea, en concepto de donación. El Programa SYSMIN tiene como objetivo primordial favorecer el desarrollo del sector geológico-minero y mejorar las condiciones de vida de la población frente a los fenómenos sísmicos, la contaminación de las aguas subterráneas y la degradación del medio ambiente generada por las explotaciones mineras en la República Dominicana. Como continuación de los proyectos de Cartografía Geotemática desarrollados dentro del programa SYSMIN I, denominados C (1997-2000), K (2002-2004) y L (2002-2004), el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (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) del presente Proyecto 1B (EuropeAid/122430/D/SER/DO).

El objetivo general del Proyecto 1B consiste en la producción de mapas geológicos a escala de 1:50.000 y otros mapas geotemáticos a escala de 1:100.000 siguiendo una normativa precisa en cuanto a su realización. Se trata de continuar la provisión de información geocientífica por el Estado en forma de mapas geológicos y temáticos (mapas geomorfológicos, mapas de recursos minerales, y mapas de procesos activos), bases de datos y otra información que sirve como base para la selección y delimitación de áreas a explorar, la selección de métodos de exploración y para la evaluación de los resultados, así como para el uso de tierras, evaluación de riesgos geológicos y prevención de desastres, entre otros.

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:

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)

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:

- Isla Beata (5868)

-
- Cabo Rojo (5869)
 - Enriquillo (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.

La presente Hoja y Memoria afectan a la totalidad de la Hoja a escala 1:100.000 de La Vega. Durante la realización de la Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de La Vega se ha utilizado la cartografía geológica de las 4 hojas a escala 1:50.000 elaborada durante el presente proyecto (La Vega, 6073-I, Jarabacoa, 6073-II, Manabao, 6073-III y Jánico, 6073-IV), 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. Los estudios fotogeológicos se han completado con la interpretación de las imágenes de *Google Earth*. La cartografía previa ha sido complementada con recorridos de campo. Muchos de los puntos de observación y recorridos fueron grabados con ayuda de un PDA (*Personal Digital Assistant*) o TabletPC con sistema acoplado de GPS (*System Global Positioning*) y el software ArcPad v. 7.1 de Esri®; 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.

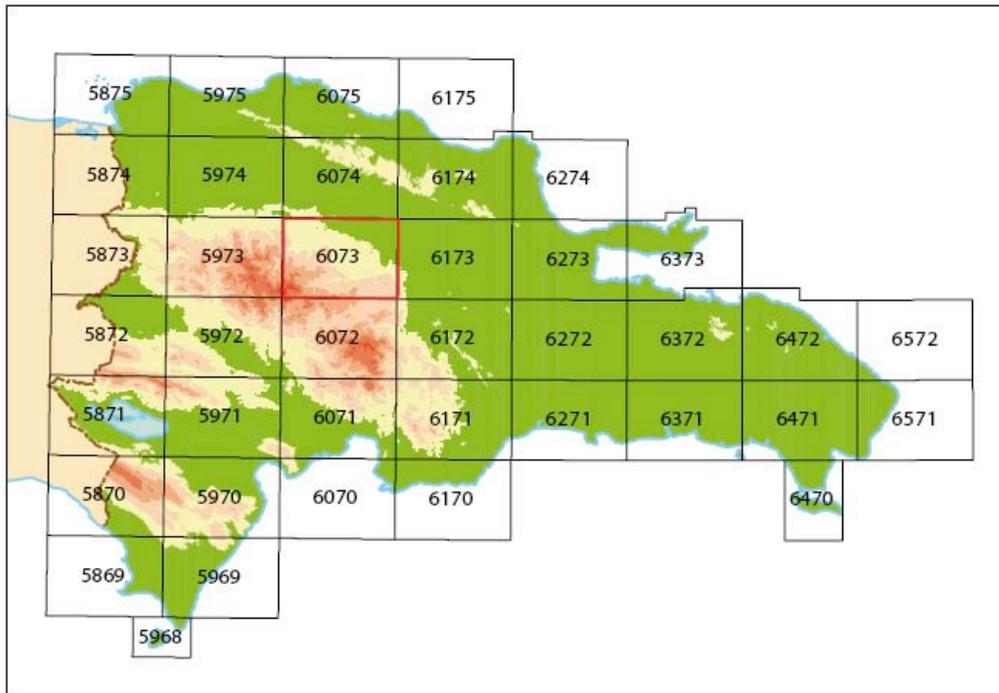
Los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Geológico y Minero de España y el Servicio Geológico Nacional (SGN) de la República Dominicana. Esta 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 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 La Vega (6073). 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 explicando las distintas formas de éste, agrupándolas en función del proceso geomorfológico responsable de su origen (estructural, gravitacional, fluvial...), e incidiendo en su geometría, tamaño y génesis.
- Estudio de las formaciones superficiales, es decir, de las formas deposicionales, 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.

Por otra parte, las memorias de las hojas Geológicas a escala 1:50.000 (La Vega, 6073-I, Jarabacoa, 6073-II, Manabao, 6073-III y Jánico, 6073-IV), 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 Geomorfología (Análisis morfológico y Evolución e historia geomorfológica).



Escala 1:3.500.000

Fig.1.1.- Distribución de hojas a escala 1:100.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja a escala 1:100.000 de La Vega (6073)

1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:100.000 de La Vega (6073) se encuentra situada en el sector central de la República Dominicana (Figs. 1.1 y 1.2) y más concretamente, en el ámbito de la Cordillera Central, que ocupa su sector nororiental. Incluye la mayor parte de la provincia de Concepción de La Vega (municipios de La Vega, N de Constanza, Jarabacoa con una población aproximada de 75.000 habitantes y Jima Abajo), el sector suroriental de la provincia de Santiago, el extremo nororiental de la provincia de San Juan y un pequeño sector de la parte septentrional de la provincia de Azua (Fig. 1.2).

La Cordillera Central presenta las mayores alturas de la Grandes Antillas, alcanzando su culminación en el Pico Duarte, con 3175 metros. Le siguen en orden de menor categoría La Pelona, con 3150 m; La Ruzilla, con 3029 m; Pico del Yaque con 2761 m; Monte La Mina, 2486 m, Monte Mijo, 2200 m; y Monte Tina, 2059 m.

La provincia de La Vega es una de las más antiguas de la República, tiene una superficie de 2.287.24 Km². Se distinguen 2 regiones principales, con características propias: la región **montañosa**, localizada en el centro de la Cordillera Central, que

abarca aproximadamente las dos terceras partes de la provincia; y la región **baja**, correspondiente a la porción occidental del Valle del Cibao Oriental, relativamente llana. La **región montañosa** esta conformada por los municipios de Constanza, Jarabacoa y parte del municipio cabecera de La Vega. En esta zona nacen los principales ríos del país. Al noroeste de la ciudad de La Vega se encuentran unas pequeñas colinas que separan el Valle Occidental del Cibao del Oriental, siendo el lugar más conocido el "Santo Cerro" con el Santuario de Nuestra Señora de las Mercedes, Patrona de la República Dominicana, y el Fuerte de la Concepción (1494). La principal actividad económica de la provincia es la agropecuaria, siendo los núcleos principales Constanza (papa, frutales, hortícolas y flores), Jarabacoa (hortícolas, café, flores, habichuela), la cuenca baja del Camú (vegetales y arroz). También se produce plátanos, cacao y frutales (sobre todo cítricos). Es importante la producción avícola, porcina y de ganado vacuno. La industria fabril se concentra principalmente en La Vega, con otras agroindustrias dispersas por toda la provincia, siendo los molinos arroceros de los más importantes del país.

Los principales centros turísticos de la provincia son Constanza y Jarabacoa, debido a su agradable clima durante todo el año. El turismo de naturaleza y de aventura tiene al valle intramontañoso de Jarabacoa como su centro nacional (kayak, parapente, montañismo, etc). Por este municipio pasa el río Yaque del Norte, y tres impresionantes saltos de agua: dos en Salto de Jimenoa y el Salto de Baiguate.

Los acontecimientos festivos más importantes son el Carnaval de La Vega, que se celebra los fines de semana en febrero. La primera fundación de la ciudad de La Vega fue realizada por Cristóbal Colón, el 8 de Diciembre de 1494. La ciudad fue destruida por un movimiento sísmico en 1562 y sus ruinas son conocidas hoy como "Ruinas de la Vega Vieja". El 7 de mayo de 1842 la ciudad fue una vez más abatida por un terremoto, que destruyó las principales construcciones con que contaba, como el Palacio de Gobierno y la Iglesia.

Como áreas protegidas, la Provincia cuenta con varias reservas científicas en su territorio, como la Reserva Científica Ébano Verde dentro de la hoja, situada entre los ríos Jimenoa, Camú, y Cayaco, zona de La Sal- El Arroyazo.

Tiene un clima templado húmedo, según la clasificación de Köppen, caracterizado por que la temperatura media es inferior a 18 grados C durante todos los meses, excepto en el verano, cuando la media mensual llega a 19 y 20 grados C; y la precipitación media anual es de 1000 a 1500 mm. Las zonas de vida que predominan en esta

región son el **Bosque Muy Húmedo Montano Bajo** (Mmh-MB), destacándose el Bosque de Ébano Verde (*Magnolia pallescens*), y el **Bosque Muy Húmedo Montano** (Mmh-M), con sus bosques de pino (*Pinus occidentalis*). En esta región, hacia el Oeste, se localiza el Macizo Central, que es la sección de la Cordillera Central donde se encuentran las mayores alturas de las Antillas. Hacia el Sur, se encuentra el Macizo de Valle Nuevo, donde está la mayor altura de la provincia: la Loma de **Alto Bandera**, con 2872 metros sobre el nivel del mar. Además, existen 2 valles intramontanos de importancia por su producción de flores, vegetales y frutas: Jarabacoa y Tireo. Al Sur el de **Tireo**, es el más alto del país y está situado a unos 1190 metros sobre el nivel del mar.

El Valle de **Jarabacoa**, con 23 kilómetros cuadrados, forma un triángulo enmarcado, principalmente, por los ríos Yaque del Norte y Jimenoa. Está situado al pie del Macizo Central a unos 530 metros sobre el nivel del mar, y a 30 kilómetros de La Vega. En la ciudad de Jarabacoa, ubicada a una altitud de 529 metros sobre el nivel del mar, la temperatura media anual es de 22.0 °C, con una máxima media de 27.8°C y una mínima media de 16.3°C. La precipitación media anual es de 1466.1 mm.

La región baja está conformada por el municipio de Jima y parte del municipio cabecera de La Vega, se caracteriza por ser casi completamente llano, con muy pocas colinas bajas. Su clima, según la clasificación de Koppen, es tropical húmedo de bosque, caracterizado porque la temperatura media es de 18 °C durante todos los meses del año, con diferencias insignificantes entre el mes más frío y el más caliente; la precipitación media anual es menor de 2000 mm. Predomina el **Bosque húmedo Subtropical** (Bh-S). El principal centro urbano de la provincia es la ciudad de **La Concepción de La Vega** (o simplemente **La Vega**), ubicada 100 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 26.3 °C, con una máxima media de 31.1°C y una mínima media de 21.5°C. La precipitación media anual es de 1457.4 mm.

Los principales ríos de la provincia y del país son: **Yaque del Norte**, que nace en el sector suroccidental de la hoja, cuya cuenca alta se localiza en el municipio de Jarabacoa. El **Río Camú**, afluente del Río Yuna y que es el principal río de la provincia. Junto con sus afluentes, determina gran parte de la fisonomía de la provincia. Y el **Río Jimenoa**, afluente del Yaque del Norte que nace al sur de la Hoja.

El río Yaque del Norte nace en la Cordillera Central, a una altura de 2580 msnm en la Loma la Ruzilla, y desagua en la bahía de Montecristi, en el Océano Atlántico, en el

extremo noroeste del país. La cuenca del río Yaque del Norte es la más grande de las cuencas hidrográficas dominicanas y la segunda de la isla. Tiene una superficie de unos 7.053 km² de largo y su caudal medio oscila en los 80 m³/s con un recorrido de 296 km. El Río Yaque del Sur discurre por la zona suroeste de la República Dominicana. Este río nace en la Cordillera Central, al sur de la hoja (Agüita Fría a 1650 m) y posee una extensión de unos 130 km, desemboca en el mar Caribe, en la bahía de Neiba.

Además, existen otros ríos, como el **Río Licey**, que, situado al Norte, es el único de la provincia que nace en la Cordillera Septentrional (en la provincia Santiago, al Norte de Tamboril) y es afluente del Yuna; el **Río Verde**, tributario del Licey; el **Río Baiguate**, afluente del Jimenoa; el **Río Jima**, tributario del Camú; y otros.

Santiago es otra de las 32 provincias dominicanas. Se encuentra en el centro del Valle del Cibao, en el extremo oriental de la subdivisión del Cibao denominada Línea Noroeste o Valle del Yaque del Norte. Su capital es la ciudad de Santiago de los Caballeros (al norte de esta hoja). La provincia tiene nueve municipios. Entre los municipios que forman parte de la Hoja 1:100.000 se encuentran Jánico, Licey al Medio y Sabana Iglesia. Distritos municipales como Baitoa, El Caimito, El Limón, Guayabal, Hato del Yaque, Juncalito, La Canela, La Cuesta y Las Placetas. La Cordillera Central se encuentra en la parte sur de esta provincia. Las montañas más altas de la provincia son La Pelona, el Pico Duarte que comparte con la provincia de San Juan y la Ruzilla, que comparte con La Vega. En la provincia está el Parque Nacional J. Armando Bermúdez, uno de los más grandes del país y de la reserva forestal más importante de la isla. Además del Yaque del Norte, hay otros ríos de gran importancia que recorren la provincia como son los ríos Bao, Jagua, Inoa, Ámina, el Licey y el Río de Los Negros.

Santiago es una provincia con una importante diversidad económica. Las industrias, de todo tipo se concentran en Santiago de los Caballeros, como la industria tabacalera, las zonas francas, el comercio formal e informal y los servicios. En cuanto a la pecuaria, el principal desarrollo lo muestran la avicultura, la crianza de porcinos y el ganado vacuno.

La población de la provincia completa supera el millón. En la hoja destaca el municipio de Jánico, donde la fuente principal de la economía es la agricultura, con el cultivo del café, que lo convierte en una de las zonas cafetaleras más importantes del país. Presenta atributos paisajísticos con gran potencial para el turismo de montaña. Entre sus atractivos se destaca el embalse de Bao y un jardín botánico. En su frontera con el

municipio de Sabana Iglesia se encuentra el complejo hidroeléctrico Tavera, localizado sobre los ríos Yaque del Norte y Bao. Está formado por las presas de Tavera, Bao y el contraembalse López Angostura.

La Provincia de San Juan comprende una superficie total de 3.569,39 km². Es atravesada por numerosos ríos, entre los que destacan el río San Juan, el río Yaque del Sur y el río Sabaneta. En esta hoja existe un sector pequeño dentro de esta provincia en la zona del Pico Duarte-nacimiento del Río Yaque del Sur (Agüita Fría)-Valle del Tetero. Dentro de este territorio provincial existen tres parques o zonas protegidas, incluyendo el Parque Nacional José Armando Bermúdez y el de José del Carmen Ramírez, en la parte suroeste de la hoja.

El Parque Nacional José del Carmen Ramírez es el parque de mayor antigüedad de todos los del país. Está situado en el sur de la cordillera Central, aquí se localiza el punto más alto de las Antillas, el Pico Duarte (3175 msnm), aunque también se apunta a este dato el Parque José Armando Bermúdez, desde aquí nacen el Yaque del Sur y todos sus afluentes que desaguan al Mar Caribe.

Por último, en el ámbito de esta hoja también se encuentra un pequeño sector septentrional de la **provincia de Azua** (menos de dos kilómetros cuadrados situados al sur). Este territorio forma parte del Parque Nacional José del Carmen Ramírez.

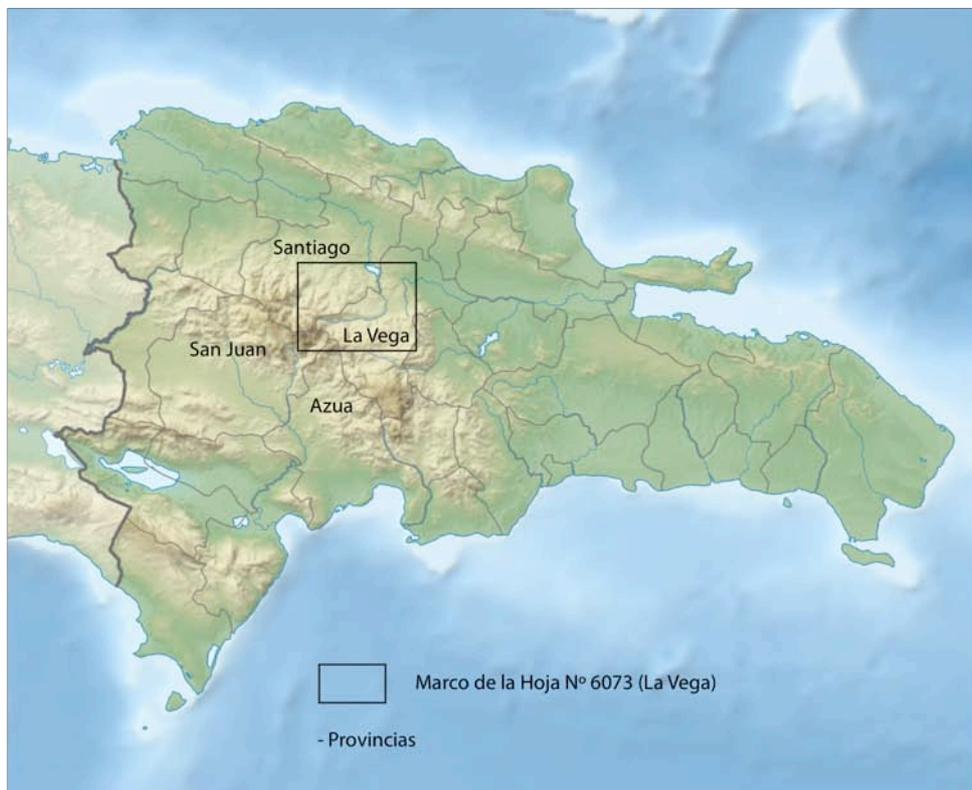


Fig.1.2.- Situación de la Hoja de La Vega en las provincias de la República Dominicana.

1.3. Marco geológico

Desde el punto de vista geodinámico, la Isla Española se encuentra situada en la parte septentrional de la Placa del Caribe y conjuntamente con Puerto Rico, constituyen una unidad que puede interpretarse como una microplaca incipiente, limitada al Norte por una zona de subducción/colisión oblicua (Fosa de Puerto Rico) y al Sur por una zona de subducción (Fosa de los Muertos) (Mann *et al.*, 2002; Pindell y Kennan, 2004, 2006; Pindell *et al.*, 2009), tectónicamente activa hasta la actualidad.

Esta tectónica reciente o neotectónica, se demuestra por una importante actividad sísmica. En el registro de esta actividad sísmica destacan los terremotos históricos de 1751, 1770, 1842, 1887, 1911, 1946, 1948 y 1953, debido a que el borde septentrional de la placa Caribeña está actualmente sometida a un régimen de convergencia oblicua (Calais *et al.*, 1992, 1998, 2002; Mann *et al.*, 1998).

Desde el punto de vista morfoestructural la tectónica reciente se manifiesta a través de la elevación topográfica de numerosas áreas por parte de fallas activas. En este sentido, cabe decir que la Isla está constituida por cuatro alineaciones montañosas principales que, de norte a sur y según la toponimia dominicana, son la Cordillera Septentrional, la Cordillera Central, la Sierra de Neiba y la Sierra de Bahoruco, separadas por tres grandes depresiones que, según el mismo orden, son el Valle del Cibao, el Valle de San Juan y el Valle de Enriquillo (Fig. 3.1).

En la Hoja de La Vega se pueden identificar dos dominios geológicos: La Cordillera Central, con presencia de rocas jurásicas, mesozoicas y cenozoicas, y la Cuenca del Valle del Cibao, rellena por depósitos sedimentarios desde el Paleoceno hasta la actualidad.

El dominio de la Cordillera Central se caracteriza por una gran complejidad litológica. Está limitado al norte por la Zona de Falla de La Española y al sur por la Falla de San José-Restauración (Fig. 3.1), englobando los terrenos de Loma Caribe-Tavera, Duarte y Tireo. La Zona de Falla de La Española constituye un límite estructural de primer orden, ya que yuxtapone dos dominios corticales originalmente distantes que fueron desplazados lateralmente posiblemente cientos de kilómetros desde, al menos, el Paleógeno (Pérez Estaún *et al.*, 2006).

En la cartografía geológica de la Cordillera Central se han reconocido cuatro grandes unidades litoestratigráfico-geoquímicas formando parte de una gran secuencia

magmática de edad Jurásico Medio-Superior-Cretácico Superior. (Contreras *et al.*, 2004; Escuder Viruete *et al.*, 2004, 2006, 2007, 2008; Joubert *et al.*, 2004; Stein *et al.*, 2004; Urien *et al.*, 2004). A grandes rasgos, las rocas que forman parte de La Cordillera Central en esta hoja forman un basamento vulcano-plutónico (Jurásico Medio-Superior –Cretácico Superior) con tonalitas, gabros, dioritas, basaltos de La Pelona-Pico Duarte, peridotitas serpentinizadas de la Loma Caribe, metavulcanitas intermedias y ácidas (Grupo Tireo) y metavulcanitas básicas (Complejo Duarte y asociación volcánica de Loma La Monja).

Sobre el complejo de basamento vulcano-plutónico se sitúan de forma discordante las rocas terciarias, de características turbidíticas del Grupo Tavera (conglomerados, areniscas, lutitas y margas). Sobre todas las unidades anteriores y relacionadas con el relleno de la Cuenca del Cibao, se depositaron discordantemente las formaciones carbonatadas (calizas y calizas arrecifales) y terrígenas (conglomerados, areniscas, limos, margas, turbiditas y calcarenitas) del Grupo del Yaque del Norte, de edad Paleoceno-Plioceno.

Sobreimpuestas a las rocas anteriores, se encuentran un conjunto de formaciones superficiales terrígenas con edades comprendidas entre el Plioceno y la actualidad.

Se tratan de depósitos de ladera y de origen fluvial como grandes abanicos aluviales de baja pendiente, estos últimos localizados en los valles intramontañosos de la Cordillera Central (Jarabacoa, Manabao y Las Placetas) y en la Cuenca del Cibao. Este conjunto de sedimentos plio-cuaternarios poseen una notable extensión, especialmente en las depresiones.

Los materiales cuaternarios aflorantes en el sector NO de la Cuenca de El Cibao están mayoritariamente representados por la Unidad del Licey (Pleistoceno) y las terrazas del Rio Yaque (Holoceno). Otros depósitos cuaternarios relacionados son abanicos aluviales, terrazas, coluviones y depósitos de fondo de valle.

La historia geológica simplificada que registran estos tres conjuntos litológicos, que incluye otros procesos regionalmente clave, puede sintetizarse en los siguientes eventos:

- Jurásico Medio-Superior. Formación de las rocas oceánicas más antiguas de la Cordillera Central representadas por la asociación vulcano-plutónica de Loma La Monja (Escuder-Viruete *et al.*, 2009).
- Cretácico Inferior. Episodios magmáticos relacionados con la actividad de una pluma mantélica, representados por los basaltos magnesianos y picritas del Complejo Duarte, edificados sobre un sustrato oceánico de basaltos, sedimentos pelágicos y radiolaritas de procedencia Pacífica .

- Génesis del Arco de Islas Primitivo, representado por las Fms Los Ranchos, Amina y Maimón, junto con el Complejo Río Verde, sobre una zona de subducción con polaridad hacia el Sur.
- Cretácico Superior. Evento magmático principal de formación del Plateau oceánico del Caribe en el Cenomanense Superior-Turonense y representado por la Fm. Constanza.
- Episodio de magmatismo de arco en el Cretácico Superior, representado por la Fm. Restauración del Grupo Tireo, y la intrusión de los batolitos gabro-tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor, El Bao, Jumunuco, El Río y Arroyo Caña, incluyendo complejos ultramáficos y plutones de leucotonalitas foliadas . Extrusión de la potente secuencia volcánica de la Fm Basaltos de Pelona-Pico Duarte, que registra un magmatismo intraplaca relacionado con los eventos más tardíos de construcción del Plateau Oceánico Caribeño en el Campaniense-Maastrichtiense.
- Paleoceno-Eoceno Inferior. Formación de la Falla de la Española e inicio de los desplazamientos laterales entre el arco primitivo y la parte trasera arco (Cretácico Superior), así como con respecto a su parte frontal (prisma acrecional y cuencas de antearco).
- Eoceno Medio-Superior. Colisión principal del arco de islas con la plataforma de las Bahamas, exhumación de las rocas de alta P y cese de la actividad magmática relacionada con la subducción.
- Eoceno Medio-Superior-Oligoceno-Mioceno Inferior. Sedimentación del Grupo Tavera de carácter sin-orogénico. Movimientos frágiles a lo largo de la Falla de la Española.
- Mioceno Superior-Actualidad. Sedimentación del Grupo Yaque del Norte en la Cuenca del Cibao. Sedimentación intramontañosa en la Cuenca de Jarabacoa. Generalización de la tectónica de desgarre y aparición de estructuras relacionadas con la colisión del indenter de Beata y la subducción en la Fosa de los Muertos situada al Sur de la Isla (Mann et al., 2002; Díaz de Neira et al., 2006). Erosión remontante de la red fluvial y captura de la Cuenca de Jarabacoa y otras.

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 transformó la extensa cuenca terciaria del Cibao, cuyo relleno se llevó a cabo mediante potentes series

eminentemente detríticas que evolucionarían desde ambientes marinos hasta un régimen continental.

En la Zona de Falla de La Española se produce un corredor de deformación dúctil-frágil y esencialmente frágil a partir del Terciario. Esta deformación afecta a los materiales del basamento metamórfico y a las rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas Terciarias. El corredor está definido por un sistema de desgarres subverticales de dirección predominante ONO-ESE a NO-SE y movimiento senestral inverso, produciendo una elevación neta del bloque meridional respecto al septentrional (Cuenca del Cibao). Además en esta zona de falla se encuentran pliegues asimétricos de ejes NO-SE subhorizontales, un plegamiento asimétrico subvertical de gran escala y una pizarrosidad asociada.

La deformación más reciente y general de la Hoja de La Vega es de tipo frágil y está dominada por numerosas fallas. Estas constituyen zonas de falla y sistemas de fracturas subverticales agrupables en dos familias conjugadas de diferente desarrollo: la familia senestral predominante NE-SO a ENE-OSO, y la familia dextral subordinada NO-SE a NNO-SSE. Las dos familias de fallas conjugadas son compatibles con un sistema cartográfico Riedel senestro de dirección ONO-ESE a O-E, que afecta también a los materiales del Terciario y Cuaternario.

1.4. Antecedentes

La Isla de La Española y, en concreto, el territorio correspondiente a la República Dominicana, contiene un registro excepcional de la evolución del denominado Arco Isla caribeño durante el Jurásico Superior-Cretácico, y de su deformación posterior por una tectónica transpresiva durante buena parte del Terciario. Este registro implica que esta área presente gran interés para el estudio de la geotectónica de la placa caribeña y de los riesgos geológicos que ésta implica. Sin embargo, a pesar de esta importancia geológica, y con la excepción de diversas investigaciones y prospecciones mineras y petrolíferas de carácter local, la mayor parte de la isla ha carecido de estudios geológicos de detalle hasta bien entrados los años 1980, a partir de los cuales varios estudios han incrementado su conocimiento geológico. Otros resúmenes de la geología de la isla se pueden encontrar también en Draper y Lewis (1991), Lewis (1980), Lewis y Draper (1990), entre otros.

Entre los estudios y documentos previos de carácter geológico-minero, la República Dominicana dispone de un mapa geológico a escala de 1:250.000, denominado "Mapa Geológico de la República Dominicana", publicado en 1991. Las referencias sobre la geología de la Hispaniola son numerosas y han sido publicadas en revistas internacionales principalmente. Una síntesis de la bibliografía geológico-minera básica puede encontrarse en el *Special Paper* 262 (1991) de la Sociedad Geológica de América.

Más recientemente, tienen un particular interés los volúmenes especiales de "Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone", editado en 1998 por J. Dolan y P. Mann (Spec. Pap. Geol. Soc. Am. vol 326) y que incluye abundante información sobre la geología de la República Dominicana; el Acta Geológica Hispánica (vol. 37), editado en 2002 por Pérez-Estaún *et al.*, que actualiza la información geológica obtenida en el marco del Programa SYSMIN I; y el Boletín Geológico y Minero de España (vol. 118), publicado en 2007, que recoge una síntesis de los trabajos e investigaciones más recientes.

Entre los trabajos más recientes es preciso señalar los elaborados dentro del Proyecto SYSMIN, Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, 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.

Al igual que en resto del territorio dominicano, son escasas las referencias de índole geomorfológica que afectan a la Hoja de La Vega, 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 (1966) realizó una división en provincias fisiográficas.

Sin duda, el trabajo de mayor interés desde un punto de vista geomorfológico 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.

2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

La hoja que tratamos está incluida en tres de los principales dominios fisiográficos de La Española (De la Fuente, 1976) (Fig.2.1):

- **Cordillera Central.** Es la principal alineación montañosa de la Isla de La Española y por tanto de la República Dominicana, apareciendo como una prominente cordillera de orientación cercana a SE-NO; alcanza su culminación en el Pico Duarte, con 3175 m. Ocupa la mayor parte del centro y sur de la hoja.

- **Valles intramontañosos de la Cordillera Central.** Depresiones incluidas entre los relieves de la Cordillera, destacando el Valle de Jarabacoa, además del Valle de Manabao y Las Placetas.

- **Valle del Cibao.** Es una depresión o fosa alargada que posee una orientación NO-SE, limitada al norte por la Falla Septentrional y al sur por la Cordillera Central, tiene una longitud de unos 230 Km y unos 30 Km de ancho. En su parte oriental alberga la red hidrográfica del río Yuna y en la occidental la del río Yaque del Norte. Aparece en el extremo nororiental de la hoja, en sector de la ciudad de La Vega.

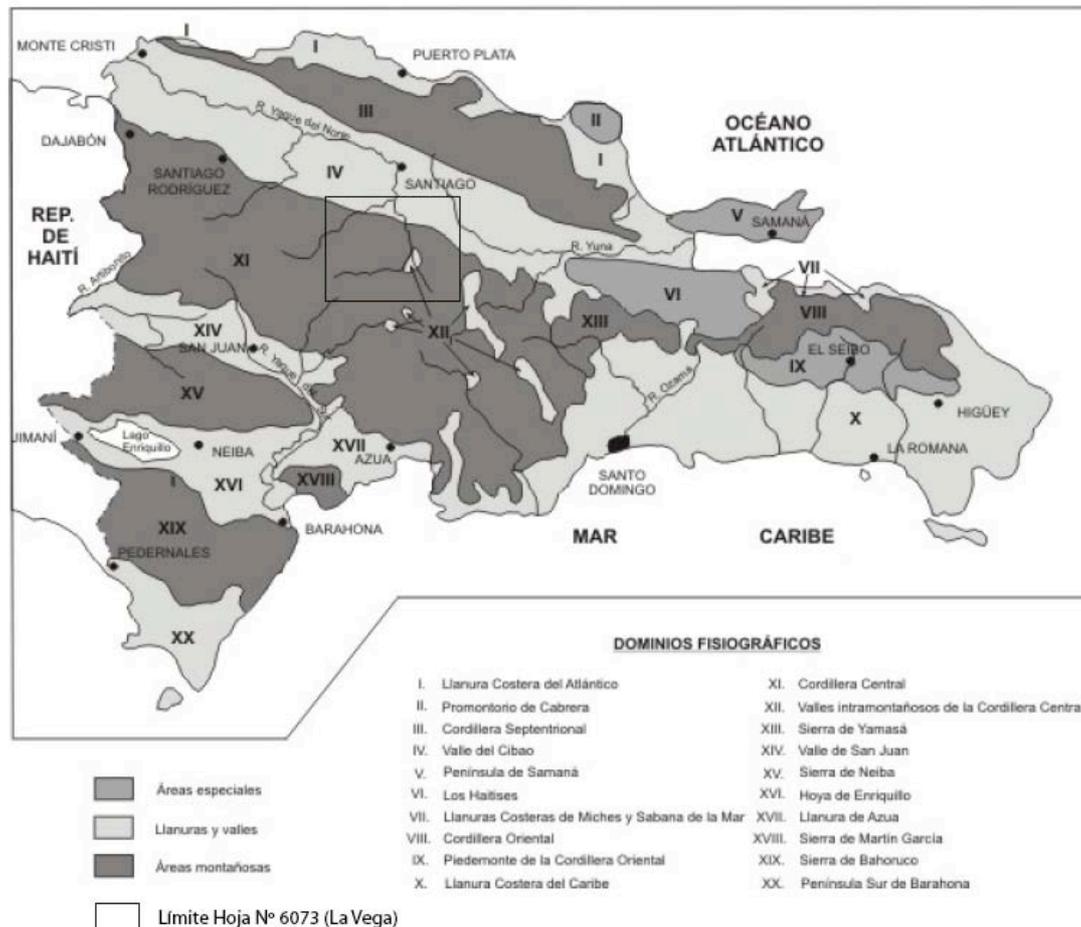


Fig. 2.1. Dominios Fisiográficos de la República Dominicana. (Modificado de De La Fuente, 1976)

La fisiografía de la Hoja de La Vega a escala 1:100.000 queda definida por la presencia de la unidad de El Cibao Oriental o Valle de la Vega Real (incluida, a su vez, en la depresión del Cibao), ocupando su parte más septentrional, junto con algunas depresiones, que ocupan el resto de la hoja, como son la Cuenca de Jarabacoa, las depresiones de Manabao y Las Placetas.

El Valle del Cibao Oriental o Valle de la Vega Real se sitúa en el extremo norte de la hoja, en el entorno de la ciudad de La Vega. Se trata de una depresión con forma alargada flanqueada por dos cordilleras, al N está la Cordillera Septentrional y al sur la Cordillera Central; En ambos límites existe una falla que las separa de la depresión del Cibao, con una dirección más o menos similar a la del valle es decir NO-SE (Fig.3.1). Esta unidad llega hasta la Bahía de Samaná al este, y a la desembocadura del Río Yaque del Norte, al noroeste del país en la zona de Monte Cristi. Las cotas que existen

en el Valle del Cibao dentro de la hoja se encuentran por encima de los 70 msnm (Río Lincey en La Vega).

La Cordillera Central forma parte de la principal alineación montañosa de la Isla de La Española y por tanto de la República Dominicana, apareciendo como una prominente cordillera de orientación cercana a SE-NO, que alcanza su culminación en el Pico Duarte, con 3.175 metros, situado en la esquina SO de la hoja.

La Cordillera Central llega en su terminación oriental hasta Haití y en su terminación suroccidental hasta las inmediaciones de San Cristóbal-Monte Plata; a su vez está limitada al sur por la Falla de San José-Restauración y al norte con la Falla de La Española (Fig. 3.1). En detalle, está constituida por alineaciones de cumbres abruptas y laderas de elevadas pendientes, orientadas según fallas como la de Bonaó-La Guácara al sur de la hoja. En la zona que tratamos, la Cordillera se alza suavemente al sur del Valle del Cibao hasta la zona más elevada de la misma, al sur de la hoja.

La Cordillera tiene, en este ámbito, un perfil abrupto y es donde alcanza las mayores altitudes (3175 m en el Pico Duarte, La Pelona, con 3150 m; La Ruzilla, con 3038 m; Pico del Yaque con 2761 m; y Monte La Mina, 2486 m), mientras que en el sector septentrional, muestra un perfil general más suave y ondulado hacia la Cuenca del Cibao, aunque con una profunda disección fluvial. En los dos sectores presenta importantes desniveles, sin embargo es en el sector meridional, como se pueden observar en los cortes geomorfológicos realizados, dónde alcanza los mayores desniveles, en algunos tramos con más de 800 m. de desnivel.

Dentro de la C. Central se observan cuencas o valles intramontañosos, destacando el Valle de Jarabacoa, el de Manabao y Las Placetas. Estas depresiones se han originado por la combinación de tectónica reciente e incisión fluvial. En algunos casos, estas depresiones se relacionan con alvéolos de alteración desarrollados sobre rocas ígneas. El relleno de estas cuencas es básicamente de origen fluvial y se produjo a lo largo del Mioceno Superior-Cuaternario; posteriormente la erosión remontante de la red fluvial capturó dichas cuencas y, como se observa en la actualidad, diseccionó dichas cuencas.

La red de drenaje es densa y está integrada por grandes ríos y arroyos de carácter permanente, debido a la elevada pluviometría. Los ríos vierten al Océano Atlántico, tanto hacia el Este (ríos Camú y Lincey afluentes del Río Yuna) como hacia el NO (Río

Yaque del Norte), con excepción del Río Yaque del Sur, que nace en la esquina SO y que vierte sus aguas al Mar Caribe.

El fuerte desnivel de la sierras de La Cordillera Central provoca que algunos de sus ríos, arroyos y cañadas, de régimen torrencial, posean un carácter marcadamente consecuente, discurriendo a favor de la línea de máxima pendiente. Sin embargo en general, la red de drenaje muestra un claro condicionante estructural, con largos segmentos adaptados a las fracturas principales y cambios de orientación siguiendo las directrices transversales; En este sentido se observa que el Río Yaque del Norte, desde su nacimiento, en la Loma Ruzilla (2580m), hasta el sector sur de la Hoja de la Vega, aprovecha la dirección SOO-NEE de la Falla de Bonao-La Guácara; posteriormente se adentra en la depresión de Jarabacoa, dónde se une al Río Jimenoa, y desde aquí prosigue su curso de forma consecuente hacia la depresión del Cibao. Existen otros ríos y arroyos de menor entidad que parte de su trazado se superpone a lo largo de fallas con diferentes direcciones; ejemplos de este tipo se observan en el sector más suroccidental. Además cabe mencionar que parte del trazado de la red de drenaje también se encuentra influida por los alvéolos de alteración desarrollados sobre rocas ígneas.

La red de drenaje es densa, integrada por grandes ríos y arroyos de carácter permanente debido a la elevada pluviometría. Predominan los cursos fluviales con comportamientos de tipo consecuente, discurriendo a favor de la máxima pendiente regional, si bien para ello se ven favorecidos en buena parte de sus tramos por la litología y la estructura, especialmente en el sector sur de la hoja; estos factores también provocan cambios bruscos en la orientación en los elementos de la red de drenaje, que adopta patrones de tipo subsecuente. En general, la red posee una geometría de tipo dendrítico, aunque la influencia de la estructura y los batolitos de rocas ígneas hacen que algunas zonas muestren tendencias rectangulares.

En la llanura de Jarabacoa la estructura fluvial muestra acusadas tendencias de las direcciones de flujo acomodándose a la forma triangular del valle desde la Cordillera hasta la salida de dicha depresión. En la Llanura de la Cuenca del Cibao los ríos, tanto el Camú como el Licey, presentan un discurrir sinuoso con morfología de ríos meandriformes.

Según los datos presentados en el informe de Acuater (2000) el clima varía desde las áreas más meridionales de la Isla, desde la Llanura Costera del Caribe hacia la zona central de la isla, con periodos húmedos superiores a 5-7 meses.

La temperatura media del aire presenta valores anuales que fluctúan entre menos de 16 °C y más de 28 °C. La variación interanual de la temperatura media oscila entre 10° y 4 °C debido, entre otras razones, a la diferencia de altitud en la zona que representa la Hoja de La Vega, ya que en ella se sitúan los picos más elevados del Caribe. En general, el período de mayores temperaturas corresponde a los meses entre Julio y Septiembre, y el de mínima a los meses de Enero y Febrero.

Como ya se ha comentado anteriormente, en general se aprecia contraste climático entre el valle del Cibao y las zonas más elevadas de la Cordillera Central, mostrando en todos los casos variaciones sustanciales con respecto al clima tropical típico. En el ámbito del Valle del Cibao, las temperaturas medias se sitúan entre 26 y 27°C, con máximas medias de 28-30°C y mínimas medias de 21-24°C; en cuanto a la precipitación, se sitúa por debajo de los 1400-1300 mm anuales (La Vega). Estos valores varían sensiblemente en el ámbito montañoso, con un descenso de la temperatura media de hasta 22,2 °C (Jarabacoa) e inferior en la zonas más elevadas y un aumento de las precipitaciones hasta más de 2000 mm anuales. Por ejemplo, el *Parque Nacional José Armando Bermúdez*, presenta una temperatura muy baja durante todo el año (entre 10 y 18°C), llegando ocasionalmente hasta los 21°C y una pluviometría media entre 1000 y 3500 mm anuales, con algunas áreas donde se superan los 4000 mm anuales. Como rasgos tropicales, son frecuentes las tormentas tropicales y los huracanes, especialmente concentrados entre junio y octubre; también se aprecian variaciones de carácter estacional ligeras, siendo algo menos acusadas las diarias.

La vegetación varía notablemente según los dominios e incluso dentro de ellos. Así, en el ámbito de la Cordillera Central y sierras predominan los bosques tropicales, en contraste con la vegetación de la depresión, justificada por la actuación agrícola. En el ámbito de influencia de los grandes ríos existe un extenso manto de vegetación típicamente tropical.

La depresión del Cibao está surcada por una importante red de carreteras de entre las que sobresalen, por su calidad y su tránsito, la Autopista Duarte que conecta las capitales más pobladas del país (Santo Domingo- Santiago de los Caballeros) y, por

su densidad, las diversas carreteras y pistas de tierra que se adentran hacia las poblaciones de la Cordillera Central, (La Vega-Jarabacoa-Constanza, Santiago de Los Caballeros-Jánico).

3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En el presente capítulo se trata el relieve explicando la disposición actual de sus distintas formas, buscando al mismo tiempo el origen de las mismas (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la hoja, atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales), será objeto del capítulo 4.

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

3.1. Estudio morfoestructural

Las principales unidades morfoestructurales de la hoja son: Cordillera Central, la unidad de El Cibao Oriental o Valle de la Vega Real, y los Valles intramontañosos de la Cordillera Central.

La Cordillera Central se estructura como parte de la placa tectónica del Caribe, limitada por dos grandes fallas, al norte la Zona de la Falla de La Española y al Sur la Zona de la Falla San Juan-Restauración, con una dirección general NE-SO (Fig. 3.1), siendo la dirección estructural general del basamento de la Cordillera Central, ONO-ESE. En la Cordillera se encuentran fragmentos de las rocas más antiguas de la Isla de la Española, son rocas plutonometamórficas y volcánicas del Jurásico Superior - Cretácico Superior y rocas sedimentarias del Terciario (Fig.3.2). En esta unidad existen intrusiones de grandes batolitos de gabro-tonalíticos, destacando por su extensión los de El Bao, El Río, Jumunuco-Bella Vista que ocupan el 50% del sustrato de la Hoja. Son complejos plutónicos de geometrías ovaladas y direcciones entre O-E y ONO-ESE o N-S (Fig. 3.2). Estos batolitos ocupan el 50% de las formaciones del sustrato de la hoja.



Fig. 3.1.- Principales unidades Morfotectónicas de La Española según Lewis y Draper (1991).

Las rocas de la Cordillera han sufrido varias deformaciones, que en general se puede expresar como dúctil hasta el Maastrichtiense y con posterioridad la yuxtaposición de los bloques hasta el Eoceno Medio/Superior. Las estructuras formadas a lo largo de la historia cenozoica de La Española son típicamente transpresionales; se trata de zonas de falla transcurrentes de gran escala y subparalelas a la zona de colisión, que acomodan grandes desplazamientos laterales entre “terrenos”. También, existen abanicos de fallas de alto ángulo que forman estructuras “en flor” positivas (sierras elevadas) y negativas (cuencas o depresiones), además de sistemas de pliegues dispuestos “en-échelon” y fallas con relevos locales compresionales y extensionales, etc.

En el límite septentrional de la Cordillera, dentro de esta hoja, se observa, en el ámbito de los sedimentos terciarios de la Cuenca del Cibao, la Zona de la Falla de La Española, con una dirección NE-SO. Se trata de una falla de desgarre (límite estructural muy relevante) que yuxtapone dos dominios corticales pre-Cretácico Superior, inicialmente muy distantes y con diferente historia geológica. La zona de Falla de La Española ha sido reactivada durante la deformación frágil Eoceno Superior-Oligoceno, y durante el levantamiento de la Cordillera Central que tuvo lugar desde el Mioceno hasta la actualidad, afectando dicha deformación frágil a los materiales del basamento metamórfico y a las rocas sedimentarias Terciarias. El corredor está definido por un sistema de desgarres subverticales de dirección

predominante ONO-ESE a NO-SE y movimiento senestral inverso, produciendo una elevación neta del bloque meridional respecto al septentrional (Cuenca del Cibao). En la hoja, se observa un sinforme que afecta a los materiales terciarios del Grupo Tavera, con dirección NE-SO limitado por dos fallas, al sur aparece una falla con componente normal importante que separa estos sedimentos de las rocas de la Cordillera Central y al norte se encuentra la Falla de La Española.

Al sur de la hoja se encuentra la Falla de Bonaó-La Guácara, presentando en el sector oriental una dirección E-O para pasar, en el tramo occidental a una dirección NE-SO. Esta falla constituye el límite meridional del Valle de Jarabacoa. La Falla de Bonaó-La Guácara es una falla inversa de medio a alto ángulo, con buzamiento al sur, y presenta su bloque meridional levantado, con un movimiento senestro en la horizontal. Su movimiento se inicia en el Terciario y como indica el desarrollo relacionado de abanicos aluviales continúa en el Cuaternario.

Los límites de la Cuenca del Cibao, así como los de los valles intramontañosos están, en general, definidos por fallas inversas y fallas de desgarre; muchas de estas fallas tienen una larga historia y han podido tener diferentes movimientos a lo largo de su historia. En la depresión del Cibao los materiales que conforman su relleno son rocas sedimentarias detríticas y carbonatadas, desde el Paleoceno a la actualidad. La deformación impuesta a estos materiales cenozoicos ha dado lugar a la morfoestructura básica de la Cuenca del Cibao.

Los Valles intramontañosos se encuentra rellenos de sedimentos Plio-cuaternarios, en general de origen fluvial, que en la actualidad están siendo vaciados por la acción erosiva de los sistemas fluviales. Así, la acción erosiva de los ríos Yaque del Norte y Camú junto con sus tributarios ya han iniciado su vaciado erosional. La formación y relleno de la cuenca intramontañosa de Jarabacoa está relacionada con el funcionamiento de sistemas de fallas frágiles (esta cuenca triangular es coherente con una estructura “en flor” negativa) desde el Mioceno Superior a la actualidad.

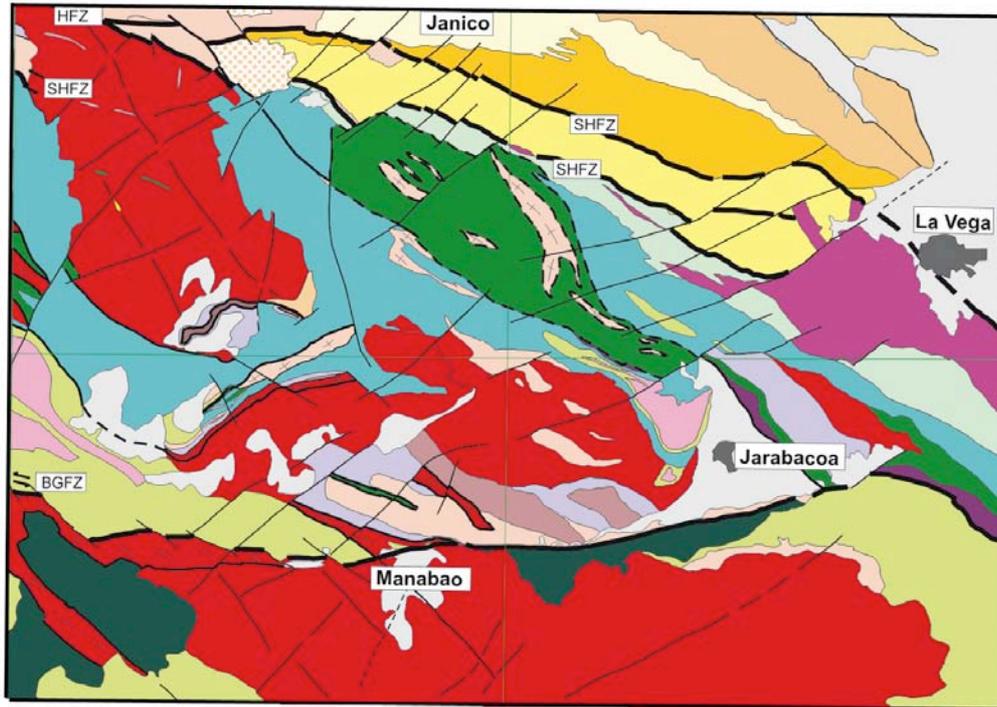


Fig. 3.2. Esquema geológico a escala 1:100.000 de la Hoja de La Vega

El resultado actual de la estructura general en la Hoja está dominada por numerosas fallas frágiles de movimiento reciente (Fig. 3.3), con expresión morfológica e incluso con sismicidad asociada, afectando a los materiales del Terciario y Cuaternario.

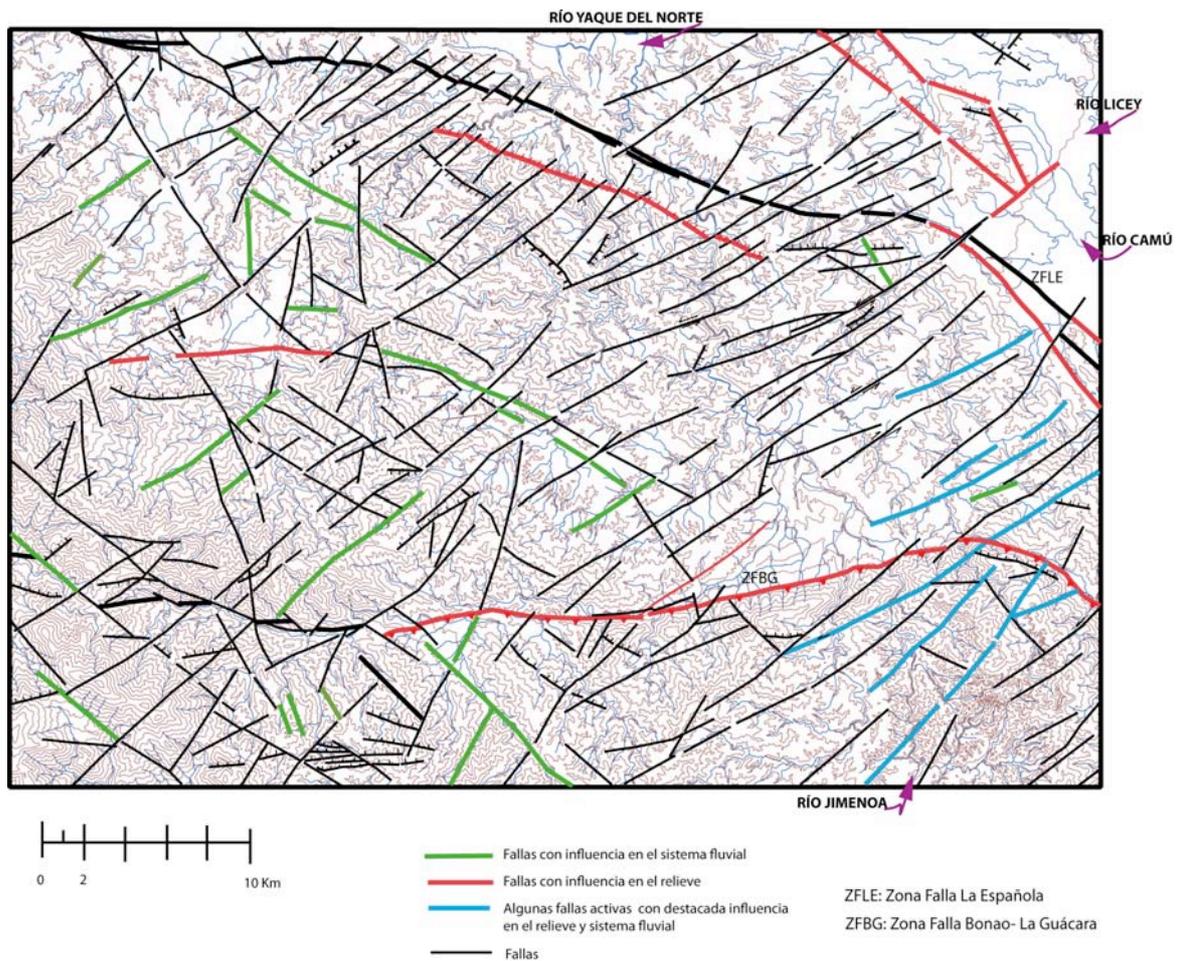


Fig.3.3.- Esquema de fracturación de la Hoja de La Vega, su relación con el relieve y procesos geomorfológicos.

3.1.1. Formas estructurales

En el ámbito de la Hoja existe una densa red de fracturación. Algunas de estas fracturas presentan una clara expresión morfológica, en los límites de la depresión del Cibao o de las depresiones intramontañas de Jarabacoa (Fig. 3.4), Manabao y La Ciénaga; en las alineaciones montañosas de la Sierra Atravesada y al sur de la Falla Bonao-La Guácara (incluyendo los relieves más imponentes de la Española); en numerosos tramos condicionan segmentos de la red fluvial o en algunos cambios bruscos de pendiente en los perfiles longitudinales de los ríos (Fig. 3.3).

La morfogénesis estructural también ha favorecido la acción posterior de otros procesos geomorfológicos, como por ejemplo, los procesos de meteorización química responsables de los alvéolos de alteración (depresión de Jarabacoa, Foto 1). Pese a la elevada velocidad con que la meteorización elimina o enmascara algunas formas, existen algunas formas estructurales visibles, entre ellas:

Las fallas con expresión morfológica se agrupan en torno a la familia principal NO-SE, girando en el sector meridional hasta orientaciones cercanas a E-O como es el caso de la Falla de Bonaó-La Guácara; marcan los límites de las sierras (Fig. 3.4). Además existen otros sistemas de falla y zonas de falla subverticales agrupables en dos familias conjugadas: la familia senestral predominante NE-SO a ENE-OSO; y la familia dextral subordinada NO-SE a NNO-SSE. Muchas de ellas condicionan la red fluvial y se denominan en la cartografía geomorfológica Valles de fractura.

Hay diferentes tipos de fallas: fallas inversas, normales y desgarres (fallas con salto en dirección): sus longitudes pueden superar los 10 km; algunas de ellas parecen responder al rejuego de fallas inversas. En el sector meridional de la hoja, y próximo a una zona intensamente fracturada, al oeste del Pico Duarte, destaca un sistema de fallas normales de dirección E-O, que son relativamente recientes, identificando, en ocasiones, el trazado de arroyos.

También se han representado, especialmente en el sector suroccidental, resaltes de capas inclinadas relacionados con la distinta resistencia ofrecida por los materiales aflorantes a la meteorización.



Figura 3.4.- Imagen tomada de Google (2009), en la que se observa el levantamiento del relieve que produce la Falla de Bonaó-La Guácara, hacia el sur, y la depresión de Jarabacoa al norte de la falla.



Foto 1.- Vista de la Depresión de Jarabacoa desde el sur.

3.2. Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre morfoestructuras tan contrastadas como las de la Cordillera Central, por una parte, y la Cuenca del Cibao Oriental por otra, tiene como resultado una expresión sensiblemente diferente. Así, el modelado de la Cordillera Central es el producto de una larga evolución geodinámica presidida por procesos de magmáticos, sedimentarios y tectónicos desde el Jurásico hasta el Mioceno. Desde el Mioceno hasta la actualidad los procesos tectónicos volvieron a generar un relieve positivo sobre el que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos procesos morfogenéticos modeladores, destacando los de carácter fluvial, gravitacional y poligénico (Fig. 3.5).

En el caso del Valle del Cibao Oriental su modelado es el producto de procesos tectónicos y sedimentarios recientes (rellenos sedimentarios marino-continentales) acaecidos a lo largo del Terciario-actualidad. Para las depresiones intramontañosas, puede considerarse que el diseño de su fisonomía básica se inició con la deformación terciaria y continuó con un relleno Plioceno-Cuaternario.

Puede remarcarse que la evolución más reciente del modelado en este sector de la Cordillera Central y Valle del Cibao ha pasado por procesos periglaciares, fluviales,

gravitacionales, poligénicos, una intensa meteorización química y, en menor medida, los antrópicos (Fig. 3.5).

No obstante, tras un periodo tendente a la nivelación por la acción combinada de erosión y sedimentación, la actual tendencia que muestra la dinámica fluvial es la erosión remontante e incisión de las redes de drenaje. Esta tendencia implica que el relieve de la zona y el de la Isla La Española presenta un levantamiento tectónico activo, un nivel de base de los ríos más bajo que hace miles de años y una dinámica de retroceso en las vertientes.

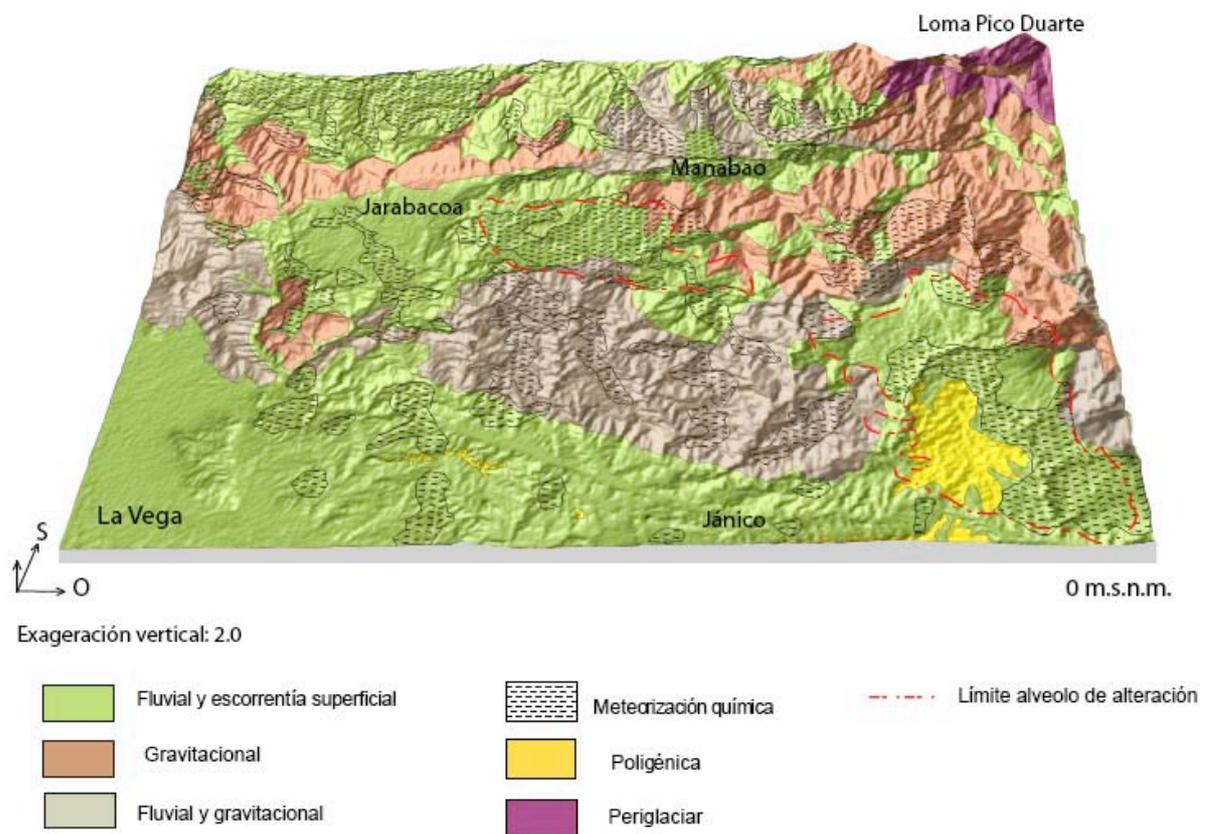


Figura 3.5.- Esquema de las Unidades morfogénicas de la Hoja de La Vega sobre imagen digital del terreno (MDT). Escala 1:400.000.

3.2.1. Formas gravitacionales

Debido a los importantes desniveles existentes en el ámbito de la Cordillera Central, son formas extendidas en la zona. Aunque en muchos casos la abundante vegetación hace especialmente difícil su identificación, la mayoría de estas formas se han localizado en los sectores suroccidental y suroriental de la hoja. La abundante presencia de estas formas implica que la gran mayoría de estas formas deben ser relativamente recientes, ya que el importante retroceso de las vertientes y la intensa dinámica fluvial actúan en contra de su preservación.

Los coluviones cartografiados son escasos. La intensa erosión fluvial y la importante presencia de mantos de alteración hacen difícil su desarrollo e identificación respectivamente. Los conos o taludes de derrubios también son escasos. Estas formas se encuentran en varias zonas de la hoja, predominando en el sector suroriental entre los valles del Camú y el Baiguaté.

En el sector más elevado de la Cordillera, al sur de la Falla Bonao-La Guácara y sobretodo en la esquina suroeste de la Hoja abundan las vertientes con surcos de erosión (rills). Estas formas se desarrollan en las áreas de mayor pendiente de los valles fluviales fuertemente incididos; es el caso de valles de cabecera de los ríos Yaque del Sur, Baito, Los Negros y Yaque del Norte. Estas formas erosivas presentan trazados subparalelos, siguiendo la dirección de la máxima pendiente. Su origen se relaciona con episodios de precipitación intensa afectando a materiales poco consolidados.

La importancia de los procesos de *creep* o reptación se han querido poner de manifiesto en la cartografía mediante la delimitación de laderas con reptación (Foto 2). Estos procesos gravitacionales se manifiestan principalmente en zonas de relieve medio y bajo; Se trata de pequeños y lentos movimientos en las partes altas de las laderas sobre materiales no consolidados, (ya sea suelo, regolito o el sustrato terciario). De manera especial se observan al norte de la Falla Bonao-La Guácara sobre las laderas del modelado tropical de *medias naranjas* (Foto 3). Una de las manifestaciones de este tipo de procesos es la inclinación de la parte inferior de muchos árboles, como las palmeras, en sentido contrario a la pendiente de la ladera donde se encuentran.



Foto 2.- *Creep* o reptación en laderas. Cerca de la localidad de Higuero, valle del Río Jagua.



Foto 3.- El Aguacate, con relieve alomado, cerca del Embalse de Tavera.

Los movimientos en masa dentro de esta hoja son un proceso geomorfológico muy abundante. Al tratarse de una zona tropical húmeda y con un relieve muy importante los movimientos en masa y sus superficies de deslizamiento, se colonizan rápidamente por la vegetación; este hecho dificulta su reconocimiento y cartografía. A pesar de lo anterior, se han cartografiado más de 1000 movimientos en masa.

Los movimientos en masa de esta hoja afectan tanto a suelos, a un potente regolito, como a las diferentes rocas del sustrato (principalmente metavulcanitas ácidas y básicas, basaltos y rocas plutónicas básicas e intermedias y rocas sedimentarias detríticas y biogénicas). El mayor desarrollo de estas morfologías se asocia a las zonas con elevadas pendientes, y a las partes más bajas de las laderas. Los factores desencadenantes de estos procesos deben estar relacionados con las abundantes precipitaciones y la intensa actividad sísmica presente en La Española.

Los diferentes tipos de movimientos en masa cartografiados son: deslizamiento indiferenciado, movimiento en masa complejo, flujo-lóbulo o colada de soliflucción, y deslizamiento de bloques (*block slide*). (Fotos 4 y 5).

Los movimientos en masa cartografiados se encuentran repartidos por toda la hoja, aunque por su tamaño y abundancia sobresalen tres zonas, como son la zona de Mata Grande-Jamamu-Donaja al este, la esquina suroccidental de la hoja en el entorno de los picos más elevados, y a lo largo de la Falla de Bonao-La Guacara (que ha sido la causante del relieve pronunciado que se levanta al sur de dicha estructura) (Fig. 3.4). Estas morfologías también abundan en muchos tramos de los grandes ríos que atraviesan la zona. De los diferentes tipos de movimientos cartografiados, el 70% son movimientos en masa complejos, el 15% son flujos, el 8 % son deslizamientos de bloques (*block slide*) y el 7 % se han catalogado como deslizamientos indiferenciados que son los de menor tamaño.



Foto 4.- Valle del Arroyo Los Dajaos (afluente del Río Yaque del Norte), con ambas laderas inestables.



Foto 5.- Movimientos en masa vegetados, entre las localidades de Juncalito e Higuero.

En relación con numerosos movimientos en masa, se han cartografiado sus cicatrices (superficies de deslizamiento aflorantes) y fracturas de tensión (grietas de tracción). En numerosas ocasiones no se han podido identificar todos los elementos de un mismo movimiento en masa, pudiéndose cartografiar o bien su cicatriz y no su masa deslizada, especialmente en el caso de los deslizamientos de bloques; o bien la masa deslizada y no su cicatriz. Por ejemplo, en la margen derecha del Río Baiguete, en las cercanías de las localidades de El Corbano y El Papayo se observa una gran cicatriz de 3 km de longitud y sin embargo, resulta difícil delimitar la masa deslizada.

3.2.2. Formas nivales y periglaciares

Las formas nivales y/o periglaciares que existen en la hoja se localizan sólo en la esquina suroeste de la misma. Tienen escasa representación pero su presencia es importante en la evolución de la Cordillera Central de los últimos millones de años. En la actualidad se pueden considerar formas relictas.

Los canchales o pedrizas abundan en las zonas más elevadas de la Cordillera, situados casi siempre por encima de 1100 m de altitud. Estas formas se encuentran tapizando las laderas de pendientes elevadas, teniendo bastante extensión entre la Loma Ruzilla - Loma Pico Duarte y la cabecera del Río Yaque del Sur. Los depósitos están escasamente recubiertos por vegetación, no suelen estar cementados y su matriz es escasa. El principal proceso morfogenético de estas formas es la crioclastía.

En estas mismas zonas, pero ocupando zonas por encima de los 2500 m, también se preservan superficies o rellanos de crioplanación, como la que se puede observar en el Collado de Lilis (Foto 6), en Agüita Fría, o en el Valle del Tetero. Estas formas sólo se han identificado en los cordales de los picos de más de 2500 metros, que limitan las tres provincias de la hoja. Estas superficies o aplanamientos periglaciares no superan el kilómetro cuadrado y normalmente se encuentran tapizadas por cantos y bloques angulosos que han sufrido la crioclastía como proceso principal.

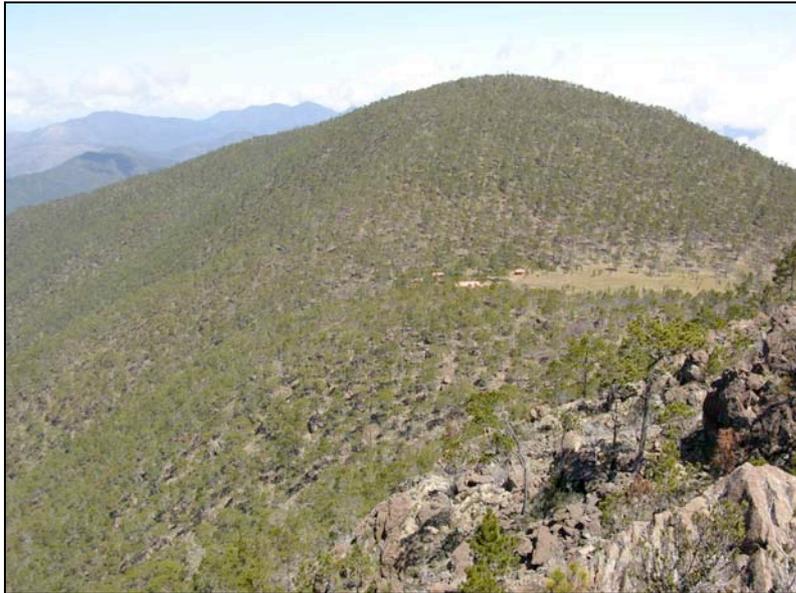


Foto 6.- Collado de Lilis como rellano de crioplanación (en color verde claro).

3.2.3. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son las más ampliamente representadas. Destacan por su extensión los abanicos aluviales de baja pendiente en la confluencia de los ríos Camú y Río Verde con el Río Licey en el norte de la hoja, y en el valle de Jarabacoa (Foto 7); así como los abanicos aluviales, de alta pendiente, en la depresión de Jarabacoa, Manabao, Las Placetas, La Piedra y la de Rincón de Piedra (procedentes del Cerro San Francisco). También cabe destacar el cortejo de conos de deyección y abanicos aluviales que orlan la Loma del Santo Cerro, en el norte y los de la zona de Los Valerios- Cabirmota Afuera y Rancho Viejo en la esquina NE de la hoja.



Foto 7.- Vista desde el Cerro Santo de abanicos de baja pendiente, en la zona de La Vega.

Los principales ríos de la hoja, y también de la Isla, son el Yaque del Norte (y sus afluentes Jimenoa, Baiguante, Bao, Jagua, Baiguaque, Jánico, Guanajuma), el Camú y Verde (afluentes del Lincey, y este a su vez del Yuna). A estos cursos fluviales se asocian gran variedad de formas: fondo de valle, llanura de inundación, terrazas, cauces y meandros abandonados, y abanicos de baja y alta pendiente.

Sin duda, las formas fluviales recientes más relevantes son los abanicos aluviales de baja pendiente de la cuenca del Cibao, tanto por su extensión como por su influencia en la evolución regional. Estos abanicos se originan en la apertura de los valles de los ríos Camú y Verde hacia la depresión del Cibao Oriental, expandiéndose con un radio superior a 5 km. Su avance hacia el este se identifica bien hasta las terrazas del Lincey y su actual cauce encajado; todo ello formando parte de la gran llanura aluvial del Lincey. Morfológicamente son amplias planicies cuya altitud disminuye desde unos 120 m de cota, en sus zonas apicales, hasta enlazar gradualmente con las terrazas del Lincey a 90-70m. Sobre estos abanicos se encuentran otros abanicos menores que orlan la Loma del Santo Cerro.

Además de los anteriores, existen otros abanicos de baja pendiente de importante entidad como son los que se encuentran tapizando la parte baja de la depresión de Jarabacoa, originada y relacionada con la tectónica frágil más reciente de esta zona. Sobre estos abanicos, y orlando la sierra situada al sur de dicha depresión y la Falla

de Bona-La Guácara, se diferencian abanicos de alta pendiente. Estos últimos abanicos están relacionados con una mayor densidad de carga.

Hay que destacar igualmente los abanicos de alta pendiente de Las Placetas y los situados entre las localidades de La Piedra y Rincón de Piedra procedentes del Cerro Francisco que llegan hasta el Arroyo Bajamillo, en el sector noroccidental de la hoja (Foto 8).

Los abanicos de Las Placetas procedente la zona de Loma La Colorada y Loma Los Lazos, y rellenan una depresión situada sobre el Batolito de El Bao (posiblemente relacionada con un alveolo de alteración). Estos abanicos presentan una inclinación variable desde su zona apical, al sur, hasta su zona distal, al norte. La extensión de estos abanicos es considerable oscilando entre los 3-4 km en su eje longitudinal y los 5 -7 km en la transversal. (Foto 9).



Foto 8.- Abanico de alta pendiente de La Piedra-Rincón Piedra. Al fondo izquierda Cerro Francisco.

En la esquina noreste de la hoja aflora un abanico de alta pendiente entre las localidades de Los Valerios y Los Corozos y el Arroyo Guaco. Este abanico tiene una dimensión de unos 2 km en su eje longitudinal, menor que los anteriormente descritos. Sobre él se han impuesto otros conos de deyección o abanicos menores más recientes.



Foto 9.- Vista al fondo de Abanicos de alta pendiente en la zona de Las Placetas, inclinados hacia el sur.

Los conos de deyección y los abanicos aluviales menores a 1-1,5 km en planta también tienen una notable representación en esta hoja (Foto 10). Estas formas se encuentran de forma dispersa por la red fluvial, sin embargo, se han identificado tres sectores con una mayor concentración.



Foto 10.- Abanico aluvial en el valle de Arroyo Bonito.

El primer sector se localiza en el entorno de La Vega, en la Loma del Santo Cerro al Noroeste de La Vega, y entre La Loma de Lorenzo y el Alto de Las Tres Cruces, al sur de la misma ciudad. En ambos casos se sitúan sobre abanicos de baja pendiente.

Un segundo sector se localiza al pie de las sierras situadas al sur de la depresión de Jarabacoa, orlando la zona de Falla de Bonaó-La Guácara, y al este de dicha depresión. Gran parte de estos abanicos son de importantes dimensiones, alcanzando más de 1 km de longitud; estas dimensiones implican la coalescencia entre ellos. En algunos puntos se han reconocido dos generaciones principales de abanicos.

El tercer sector se localiza en los alrededores de la localidad de Manabao entre el arroyos Mundo, Grande y el Río Yaque del Norte. En este sector también, se han identificado de dos generaciones de abanicos, estando los más antiguos fuertemente incididos por la red de drenaje actual.

Los sistemas de abanicos más antiguos de la Hoja, no se han correlacionado debido a su desconexión espacial. Un análisis detallado de los diferentes grados de degradación erosiva permitirá establecer su cronología relativa.

Los fondos de valle son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual, son formas estrechas y alargadas que coinciden con el canal de estiaje. Sus depósitos están relacionados con la alternancia de procesos fluvio-torrenciales y gravitacionales. Los fondos de valle más destacados, son los del río Yaque del Norte, (y sus afluentes Jimenoa, Baiguatate, Bao –Foto 11-, Jagua, Baiguaque, Jánico, Guanajuma), el Camú, Verde, y Licey.

Las llanuras de inundación más importantes de la hoja se localizan en la planicie del Licey, se trata de la primera llanura sobre el cauce actual (Foto 12). En estos depósitos se han identificado estrechas bandas inundadas temporalmente, y clasificadas como cauces y meandros abandonados. Debido al fuerte encajamiento de la red de drenaje no se observan numerosas o extensas llanuras de inundación. Sin embargo, cabe destacar las llanuras asociadas a los ríos Yaque del Norte (La Ciénaga -Foto 13-, Manabao), Bao (salida de los embalses de Tavera y Bao), Jimenoa (Jarabacoa), Camú (La Vega) y Guanajuma en la parte alta de su trazado.

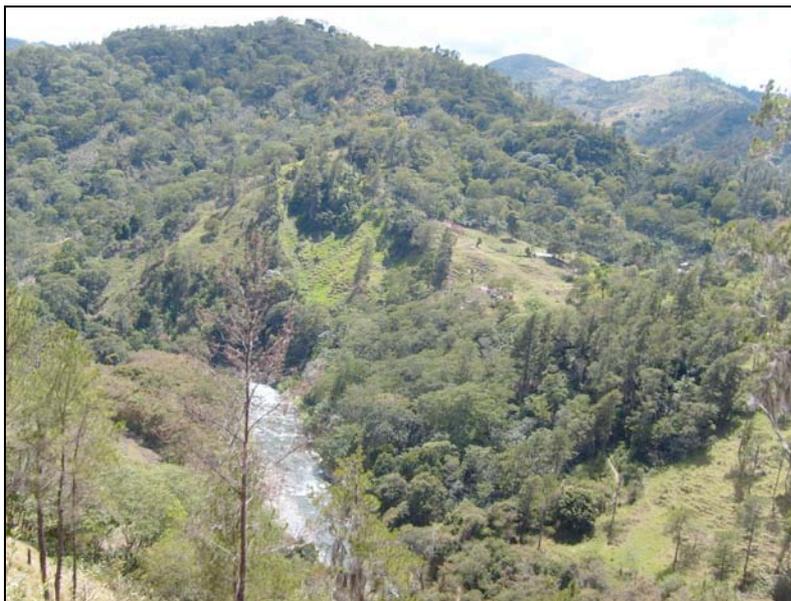


Foto 11.- Río Bao en la localidad de Mata Gorda (SO de la hoja).



Foto 12.- Llanura de inundación del Río Verde al noreste de la hoja.



Foto 13.- Llanura aluvial del río Yaque del Norte en la Ciénaga.

Las terrazas completan el catálogo de las formas fluviales. Se han reconocido afloramientos de las mismas en casi todos los ríos importantes de la Hoja, destacando por su extensión y número las relacionadas con los ríos Licey, Verde, Camú (Foto 14), Bao, Yaque del Norte, Jimenoa y Baiguate. Otras terrazas de menor entidad se localizan en los ríos La Palma, Guanajuma y Jánico, así como en el Arroyo Arroyazo. Además, cabe destacar las terrazas de la cuenca alta del Río Yami, al este de la depresión de Jarabacoa, entre las localidades de Mata Gorda-Piedra Blanca. La mayoría de las terrazas con depósito, aparecen como superficies subhorizontales distribuidas a modo de retazos colgados, entre 3 y 40 m sobre el cauce actual. Y las terrazas erosivas aparecen entre 20 m y 100 metros sobre el cauce actual, como es el caso de terrazas de los ríos Yaque del Norte, a la salida del valle de Jarabacoa, y Bao y Yaque del Norte en su confluencia entre Sabana Iglesias y El Flarde.

Las formas fluviales erosivas son abundantes, entre ellas se han reconocido marcas de incisión lineal, destacando la zona al sur de la Falla de Bonao-La Guácara donde el relieve es mayor. La intensidad de los procesos de incisión fluvial se observa en la práctica totalidad de la zona, dando lugar a: saltos de agua y cascadas, como los de los ríos Jimenoa (Foto 15) y Baiguate, en la zona sureste de la Hoja; rápidos, cambios bruscos de pendiente, gargantas, como en los ríos Yaque del Norte, Jimenoa, Baiguate y Camú; barrancos, cañones, desfiladeros; divisorias montañosas, con una notable representación en las zonas de mayor relieve; divisorias de aguas montañosas poco definidas en el sector más septentrional de la Hoja; y cárcavas y áreas

acarcavadas, en la práctica totalidad de la zona, perdiendo importancia hacia el norte y en las proximidades de la Cuenca del Cibao.



Foto 14.- La zona llana y agrícola es una terraza del Río Camú, en la zona de Bayacanes, al NE de la hoja.



Foto 15.- Salto de Río Jimenoa.

Por último se debe destacar la existencia de una captura fluvial por parte del Río Camú de la cabecera del Río Yami. En la cabecera del Río Yami se observan depósitos de terrazas que no encajan en su evolución actual; la existencia de estos depósitos permite interpretar que la actual cabecera del Río Camú era drenada por el Río Yami antes de dicha captura. El conjunto de factores estructurales, topográficos y litológicos han podido favorecer la captura.

La red de drenaje es densa, integrada por grandes ríos y arroyos de carácter permanente debido a la elevada pluviometría. Predominan los cursos fluviales con comportamientos de tipo consecuente, discurriendo a favor de la máxima pendiente regional, si bien para ello se ven favorecidos en buena parte de sus tramos por la litología y la estructura, especialmente en el sector sur de la hoja; estos factores también provocan cambios bruscos en la orientación en los elementos de la red de drenaje, que adopta patrones de tipo subsecuente. En general, la red posee una geometría de tipo dendrítico, aunque la influencia de la estructura y los batolitos de rocas ígneas hacen que algunas zonas muestren tendencias rectangulares.

En la llanura de Jarabacoa la estructura fluvial muestra acusadas tendencias de las direcciones de flujo acomodándose a la forma triangular del valle desde la Cordillera hasta la salida de dicha depresión. En la Llanura de la Cuenca del Cibao los ríos, tanto el Camú como el Licey presentan morfología meandriforme.

Como principales factores en la futura evolución de la red deben tenerse en cuenta: la influencia de las fallas relacionadas con la elevación general del relieve de la Cordillera Central, 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 de la erosión remontante; como es el caso de El Río Jimenoa que a través del Arroyo El Arroyazo y otros arroyos que se están expandiendo en esta cabecera, con una incisión lineal intensa y elevadas pendientes se acercan a la cabecera de El Río Camú, en la esquina sureste de la hoja. Esta posible captura se lleva a cabo en la divisoria hidrográfica de las dos grandes cuencas fluviales que existen en el norte de La Española: Cuenca del Yaque del Norte (a la que pertenece el Río Jimenoa) y Cuenca del Yuna (a la que pertenece el Río Camú).

En el sector sur oriental de la Hoja, entre las Loma La Meseta y Firme El Col, existe otra posible captura del Río Jayaco que parece estar capturando al Arroyo Arroyazo (Foto 16) (afluente del Camú).



Foto 16.- Salto en el Arroyo Arroyazo (Reserva Científica Ébano Verde), al SE de la hoja.

3.2.4. Formas originadas por meteorización química en rocas cristalinas y silíceas

Las formas debidas a procesos de meteorización química en rocas cristalinas y silíceas en zonas tropicales se encuentran ampliamente extendidas en la Hoja de La Vega. Dos de sus principales manifestaciones son los grandes alvéolos de alteración, que se encuentran sobre los batolitos de El Bao y Jumunuco-Bella Vista. Aunque en menor grado, también se han desarrollado estos procesos en el batolito de El Río, al sur de la Falla de Bonaó-La Guácara. Estos alvéolos de alteración se interpretan como depresiones originadas por una intensa meteorización química, sobre rocas ígneas muy fracturadas y en un ambiente tropical.

Sin duda, una de las formas de meteorización química, más extendidas por toda la región, son las argilizaciones, típico resultado de los procesos de meteorización en ambientes tropicales. Los procesos de argilización afectan a un amplio espectro de sustratos, desde los materiales plutonometamórficos, volcánicos y sedimentarios (rocas del Jurásico Superior al Neógeno), hasta las terrazas y abanicos aluviales del Cuaternario (Foto 17 y 18).



Foto 17.- Argilizaciones en La Frisa (al sur de Jarabacoa, cuenca del Río Baiguate).

Al norte de la Falla Bona-La Guácara también existe otro tipo de modelado tropical, originado por procesos de meteorización química sobre rocas silíceas y cristalinas, como son las medias naranjas. Estas formas se pueden reconocer como domos hemisféricos agrupados o de forma individual. Destacan en la mitad septentrional de la hoja. Aunque no se han representado en la cartografía geomorfológica por limitaciones de escala, se sitúan dentro de las zonas cartografiadas con argilización. Su morfología en general es convexa en la parte alta de la ladera y con perfil cóncavo en las partes bajas.



Foto 18.- Argilización de la roca entre Buena Vista y La Cana (NE de la hoja).

En algunos puntos, y como resultado de la alteración de cuerpos intrusivos se observa la arenización de los mismos. En función del diaclasado de la rocas, así como de su composición y textura, la meteorización de este tipo de cuerpos da lugar a bolos, representados escasamente en la cartografía por las limitaciones de escala (Foto 19).



Foto 19.- Bolos de rocas ígneas en la localidad de Las Carreras Abajo.

3.2.5. 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. En este apartado se han incluido superficies de erosión degradadas, escarpes y picos principales. Las superficies de erosión y escarpes cartografiados se concentran en la parte septentrional de la Hoja. La degradación y escasa extensión de las formas poligénicas, con respecto a otras formas del relieve presentes en la Hoja, se puede relacionar con una elevada velocidad e intensidad de los procesos erosivos.

Al norte del Embalse de Tavera, entre la Loma El Morro y Los Ranchos de Tavera, en el entorno de los 400 m, se ha reconocido una superficie de erosión, situada sobre los conglomerados miocenos del Grupo Tavera. Por otra parte en la localidad de La Caobána, en las inmediaciones de la Presa del Embalse de Bao, en el entorno de los 320-340 m., se ha reconocido un pequeño retazo de otra superficie de erosión.

Los restos de superficies de erosión degradadas, en general, no son muy extensas, y presentan cotas variables. No existen criterios concluyentes para determinar si se trata de una o varias superficies, trastocadas posteriormente por la tectónica más reciente.

Cabe destacar una superficie de erosión (posiblemente un único nivel) situado en la esquina NE de la Hoja, entre las localidades de Guanazuma (al S) hasta las inmediaciones de Bahío Viejo al norte. Esta superficie presenta una morfología en abanico, oscilando sus cotas entre los 800m, en su parte meridional, hasta los 520m, en la septentrional (Foto 20). En el norte de la hoja (y parte de la Hoja de Santiago de Los Caballeros, N° 6074), aparece parte de otra superficie, extendiéndose desde la localidad de Botoncillo y siguiendo la Carretera de San José de Las Matas hacia Jánico, hasta las inmediaciones de Cebú. Las cotas de esta superficie oscilan entre los 540 m y 500 m.

Los escarpes muestran una distribución similar a la de las superficies, sus desniveles oscilan mucho y son escasos en esta hoja. Su génesis se debe a la acción combinada de procesos fluviales, tectónicos y gravitacionales, en proporción variable según los casos.



Foto 20.- Superficie de erosión entre Guanazuma y Bahío Viejo, inclinada hacia el norte. (NO de la hoja)

El estilo morfoestructural de la Cordillera Central con predominio de las cumbres elevadas, sobretudo en el sector suroccidental de hoja, hace que en estos relieves se puedan diferenciar picos principales, como los de la Loma Pico Duarte, Loma Rucilla, Loma el Mortero, Loma La Mina, Loma Entre Los Ríos, etc. (Foto 21).



Foto 21.- Vista del Pico Duarte (3175 m), al SO de la hoja.

3.2.6. Formas antrópicas

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

Las canteras susceptibles de ser representadas cartográficamente por sus dimensiones son las de la Mina Mata Grande, la explotación de Jamamucito-Loma La Colorada y las canteras existentes en las inmediaciones de la ciudad de La Vega, como la de Bayacanes, las de la Loma San Lorenzo y la del río Camú en la confluencia con el Arroyo Viejo Juan. Otras dos canteras de menor tamaño se

encuentran en Burende y Colorado, poblaciones a ambos lados de la Loma del Santo Cerro; algunas de ellas presentan un impacto visual importante.

En cuanto a las presas, se han representado las dos más importantes de la hoja: Presa del embalse de Bao (de tierra) (Foto 22) y la del embalse de Tavera. Respecto a los canales destaca el que conecta los dos embalses anteriores, y los canales de la depresión de Jarabacoa.



Foto 22.- Presa de tierra del Embalse de Bao.

4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se consideran como tales todos aquellos materiales, consolidados o no, relacionados con el modelado del relieve actual. Su principal característica es su representación cartográfica. Se define 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, si bien este último aspecto, ante la precariedad de las dataciones existentes, tiene carácter tentativo en la mayor parte de los casos.

4.1. Formaciones gravitacionales

4.1.1. Clastos angulosos con lutitas y arenas. Coluviones (a). Holoceno

Son depósitos de cantos heterométricos 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 área madre. Su potencia y características internas también son variables; aunque su potencia no se puede precisar por ausencia de cortes de detalle, se deducen potencias de orden métrico. Suelen presentar colores rojizos, producto de la alteración química de las rocas en esta zona. Los cantos poseen composición ígneo-metamórfica, volcánica o bien sedimentaria, en consonancia con su área fuente (Foto 23). El hecho de su conservación en una zona de rápida evolución del relieve sugiere una edad Holoceno.



Foto 23.- Coluvión en la carretera de La Ciénaga, a la entrada del Parque Nacional Armando Bermúdez.

4.1.2. Bloques de litología variada y arenas. Movimientos en masa complejos y deslizamiento de bloques (*block slides*). (b). Holoceno

En esta zona se han diferenciado muchos movimientos en masa complejos, son los más abundantes y representan el 70% de todos los movimientos en masa cartografiados (más de 660), algunos tienen longitud kilométrica, constituidos bien por suelo, por un potente regolito con bloques del sustrato o por rocas del sustrato. Estos últimos presentan un aspecto desordenado de arcillas y/o arenas que engloban cantos y bloques derivados de las formaciones o rocas del sustrato, movilizados gravitacionalmente desde las superficies de deslizamiento (Fotos 24,25 y 26). Debido a la propia naturaleza del depósito, su espesor puede variar considerablemente según las zonas, llegando a alcanzar más de 20-30 m en algunos de ellos. Algunos de estos depósitos presentan una componente importante de origen antrópico, como es el caso de los movimientos complejos de la zona de Mata Grande y Los Junquitos, donde en parte responden a antiguas explotaciones mineras.



Foto 24.- Movimiento en masa en la carretera Jarabacoa-Constanza



Foto 25.- Movimiento en masa en la carretera de Manabao a La Ciénaga.

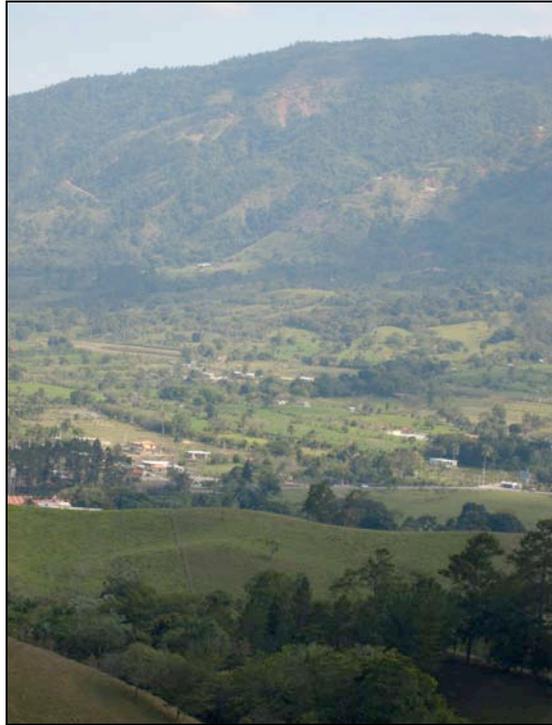


Foto 26.- Movimientos en masa al sur de Jarabacoa, en la zona del relieve elevado por la Falla de Bonao-La Guácara.

Dentro de este tipo de formación superficial se han añadido algunos de los deslizamientos de bloques (*block slides*) con la misma identificación (b), cuando se ha podido delimitar dicho depósito. Los *block slides* representan el 8% de los movimientos en masa cartografiados. Se debe destacar, que en general cuando son *block slide* tienen una composición distinta a los deslizamientos complejos, ya que pueden estar formados exclusivamente por bloques del sustrato, sin matriz observable. Los deslizamientos complejos cartografiados han sido originados por procesos de tipo deslizamiento en cabecera, normalmente afectados por deslizamientos rotacionales, y procesos de tipo flujo en el frente, en los que la deformación del material es muy importante. Los *block slides* son deslizamientos traslacionales, originados cerca de una superficie de deslizamiento planar, aunque dependiendo de su tamaño, pueden estar conectados con otros deslizamientos rotacionales en su cabecera o en su frente. El movimiento de estos tipos de deslizamientos puede estar controlado por eventos de lluvias intensas o lluvias continuas a lo largo de años muy húmedos. Dichos movimientos están condicionados por planos de discontinuidad estructurales, bien como fallas o diaclasas, o bien por la estratificación.

En ambos tipos de movimientos en masa su génesis obedece a la existencia de elevadas pendientes, agua, existencia de planos de debilidad y actividad sísmica. Por su relación con el relieve actual se asignan al Holoceno.

4.1.3. Lutitas, arenas, cantos y bloques. Lóbulo o colada de soliflucción-Flujos- (c). Holoceno

Dentro de los movimientos en masa cartografiados en la hoja, los flujos representan el 15% de los mismos (más de 144 cartografiados en el Mapa Geomorfológico a escala 1:100.000 de La Vega). Muchos de ellos presentan morfologías alargadas y estrechas; sus tamaños son variables y varían desde algún kilómetro de largo hasta los de dimensiones métricas (los más abundantes), por lo que no todos ellos son representables en este mapa. Suelen afectar a suelo o regolito y dependiendo del sustrato que afecten están constituidos por lutitas, arcillas, arenas, cantos y algún bloque. Los tipos de flujos cartografiados pueden ser de tipo *mud-flow* o los *debris slide-flow*. Ejemplos de flujos se observan en La Ciénaga, laderas del Arroyo Bonito (Manabao), laderas del Río Donaja, Río Guanajuma, Río Yami o Río Camú entre Bayacanes y Jarabacoa afectando básicamente un potente regolito.(Fotos 27 y 28).



Foto 27.- Flujo de regolito en la zona de La Ciénaga.



Foto 28.- Flujo de tipo *mud-flow*, en la zona de La Ciénaga

La génesis de los flujos está relacionada con elevadas pendientes y abundancia de agua de precipitaciones ya sean episodios de lluvias intensas o periodos de lluvias continuas; otros factores desencadenantes de estos movimientos son la vegetación, las propiedades mecánicas de las rocas, la sismicidad o la acción antrópica. Por su relación con el relieve actual se asignan al Holoceno.

4.1.4. Clastos angulosos y bloques con arenas y lutitas. Conos o taludes de derrubios (d). Holoceno

Se reconocen en varias zonas de la hoja, predominando en el sector suroriental entre los valles del Camú y el Baiguat. En estos valles, los conos de derrubios presentan elevadas pendientes y están formados por clastos angulosos y bloques de diferentes litologías, bien de las rocas metavolcánicas del Grupo Tireo o bien de las tonalitas, gabros y dioritas del batolito de El Río, mezclados con una matriz arenoso-lutítica. Por su relación con el relieve actual se asignan al Holoceno.

4.2. Formaciones fluviales y de escorrentía superficial

En este apartado se debe hacer una referencia a las *Unidades del Grupo Yaque del Norte. Mioceno-Cuaternario*. El relleno sedimentario neógeno de la Cuenca de El Cibao incluye depósitos de edad Mioceno a Cuaternario, los cuales se disponen en el borde sur discordantes sobre los las rocas del Mesozoico-Cenozoico de la Cordillera Central. Las facies y litologías representadas son bastante variadas, gradando desde conglomerados aluviales a margas de cuenca con buena representación de facies de plataforma somera y construcciones arrecifales. En conjunto se trata de una cuenca con una historia compleja en la que se acumularon grandes espesores de sedimentos controlados tectónicamente.

Los trabajos cartográficos desarrollados en todo el ámbito de la Cuenca (Proyecto SYSMIN, 2004; Urien *et al.*, 2008; Pérez Valera y Abad, 2008), han permitido establecer cuatro secuencias sedimentarias superpuestas desde el Mioceno Medio-Superior hasta el Pleistoceno-Holoceno. Los materiales cuaternarios aflorantes en el sector NO de la Cuenca de El Cibao están mayoritariamente representados por la **Unidad del Licey** (Pleistoceno) y las terrazas de los grandes ríos como el Yaque del Norte y el Licey (Holoceno) (Fig. 4.1). Otros depósitos cuaternarios relacionados son abanicos aluviales, terrazas, coluviones y depósitos de fondo de valle.

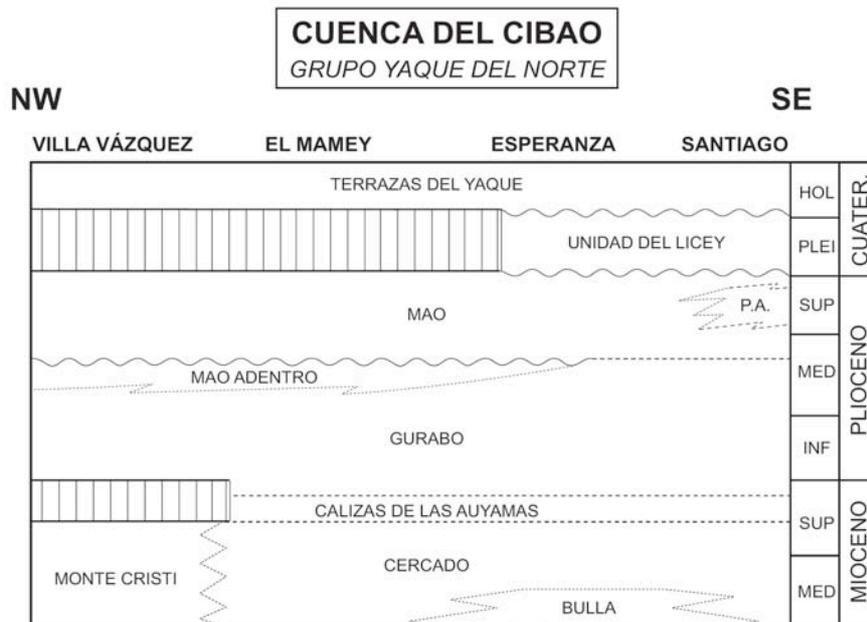


Figura 4.1.- Esquema litoestratigráfico del Grupo Yaque del Norte en la Cuenca del Cibao. Según Pérez Valera y Abad, 2008.

4.2.1. Lutitas, gravas y arenas. Abanicos aluviales de baja pendiente (e). Pleistoceno-Holoceno

Son las formaciones superficiales de origen fluvial más ampliamente distribuidas, destacando por su extensión las que se encuentran en la confluencia de los ríos Camú y Verde con el Licey, así como los que se encuentran en la depresión de Jarabacoa.

Al norte de la hoja que tratamos se encuentra la Hoja de Santiago de Los Caballeros, (E. 1:50.000- N° 60741). En ella se ha cartografiado y definido la Unidad de Licey al Medio, de edad Mioceno Superior-Pleistoceno. Esta unidad está considerada como la primera evidencia de instalación de un sistema de sedimentación continental dentro de la Cuenca del Cibao, en este sector. Sus características son propias de llanuras de inundación vegetadas, desarrolladas en sistemas fluviales muy maduros (Urien *et al.*, 2008 y Pérez Valera y Abad, 2008). Según estos autores, esta unidad se debe individualizar de las del Cuaternario restante, por sus peculiares características litológicas, pedológicas y geotécnicas. Su secuencia general de muro a techo está formada por: microconglomerados, arcillas expansivas con intercalaciones arenosas y suelos arcilloso-orgánicos negros.

En la Hoja de La Vega, los materiales de la Unidad de Licey al Medio, en general, se sitúan por debajo de los abanicos de baja pendiente, en el entorno de los ríos Verde y Liceo, en la esquina NE de la hoja. Por este motivo y por limitaciones de escala esta unidad no está representada en la cartografía. A lo largo de las observaciones realizadas en la hoja no se ha observado la secuencia general de dicha Unidad, puntualmente se han observado suelos negros en las partes altas de los cortes que se pueden ver por la incisión de los ríos Licey y Verde (Foto 29).

Los abanicos que se encuentran en la depresión del Cibao Oriental (valle río Licey), en la esquina NE, presentan radios superiores a los 5 km. No presentan cortes de buena calidad, aunque se pueden realizar diversas observaciones a lo largo de los canales de los ríos que los están incidiendo hoy en día. En estos cortes se aprecia una gran proporción de masas lutíticas de aspecto masivo, que intercalan esporádicos niveles de espesor decimétrico a métrico, integrados por gravas polimícticas redondeadas y arenas, suponemos que más frecuentes hacia el ápice. Sus potencias varían entre valores máximos de 30-40m en su zona apical y valores menores en su zona distal

(Foto 30). Estos abanicos presentan un contacto solapado con las terrazas bajas y llanuras aluviales de los ríos Verde y Licey. Estos abanicos forman parte de la gran llanura aluvial del Licey.



Foto 29.- Corte del Río Verde (zona Carbimota), NE de la hoja.



Foto 30.- Depósitos de abanicos de baja pendiente en la zona de Los Corozos-Los Valerios al NE de la hoja.

Los depósitos aluviales de la depresión de Jarabacoa, en la actualidad, presentan diferentes escarpes erosivos en el entorno de la ciudad. No existen buenos cortes para describir su depósito y espesor, aunque en base a medidas indirectas se puede asignar una potencia superior a 30 metros. Estos abanicos se encuentran rellenando una depresión originada por la tectónica frágil más reciente de la zona, y por procesos de meteorización (alveolo de alteración). Los sedimentos que los conforman, a pesar de la escasez de afloramientos, están constituidos por materiales finos, arenas, limos y arcillas, siendo su expresión superficial actual prados y zonas de laboreo de colores rojizos y ocre. En las zonas proximales pueden existir depósitos groseros, constituidos por gravas redondeadas con bloques y arenas de diferentes litologías; Una descripción más detallada de las zonas proximales se hace difícil, ya que se encuentran debajo de los múltiples abanicos de alta pendiente que surgen de la sierra que se levanta al sur de la Falla de Bonaó-La Guacara (sur de Jarabacoa) (Foto 31).



Foto 31.- Detalle de abanicos de alta pendiente al sur de Jarabacoa, en la carretera de Jarabacoa a Constanza.

Se puede suponer que por lo anteriormente comentado sus edades se encuentren entre el Pleistoceno-Holoceno.

4.2.2. Clastos angulosos y bloques con limos y arenas. Abanicos aluviales de alta pendiente (f). Pleistoceno-Holoceno

Destacan los abanicos de alta pendiente de Las Placetas y la orla de abanicos que se sitúa entre la localidad de La Piedra y la de Rincón de Piedra los cuales surgen del zona del Cerro San Francisco y el Arroyo Bajamillo (sector noroccidental). Estos dos sistemas de abanicos presentan una considerable extensión, entre los 3-4Km de longitud y los 5 -7 km de anchura. Cabe señalar que pueden encontrarse recubiertos por coluviones (Foto 32).

Los abanicos de Las Placetas están formados por sedimentos de arenas, limos y pasadas de conglomerados con cantos de 1 a 10 cm con matriz arenoso-arcillosa. La potencia que se ha podido observar es de más de 5 m en la parte más distal. Al mismo tiempo en esta zona existen muchos puntos donde se observa un potente *regolito in situ* o modificado (Foto 33).



Foto 32.- Vista del aspecto e inclinación de los abanicos aluviales de alta pendiente entre las localidades de Piedra Rincón y El Carrizal.



Foto 33.- Detalle de los sedimentos que forman parte de los abanicos de Las Placetas.

En las localidades de Tierra Colorada y La Piedra existen algunos afloramientos de estos abanicos. Los depósitos están constituidos por proporciones variables de gravas, arenas y lutitas con composición de naturaleza silícea y colores rojizos; intercalados en estos depósitos aparecen niveles, de orden decimétrico a métrico, de gravas redondeadas a subredondeadas heterométricas con matriz arenoso-arcillosa, y con bloques cuyo diámetro puede sobrepasar los 50 cm. Su espesor también es muy variable, tanto entre los diversos conos como dentro de cada uno de ellos, pudiendo señalarse valores orientativos cercanos a 10 m en los más relevantes (Foto 34).



Foto 34.- Detalle de los sedimentos de los abanicos de La Piedra.

Estos abanicos están afectados por una notable disección fluvial, que indica su carácter relictivo (unidad "f"), a diferencia de los restantes que describiremos a continuación en la unidad "g", lo que indica la funcionalidad de éstos últimos. No hay duda de que los más recientes pertenecen al Holoceno y no debe descartarse que los más antiguos pudieran pertenecer al Pleistoceno.

4.2.3. Clastos angulosos y bloques con limos y arenas. Abanicos aluviales de alta pendiente y Conos de deyección (g). Pleistoceno-Holoceno

Se trata de depósitos moderadamente evolucionados, procedentes del desmantelamiento de los relieves de la Cordillera Central; los más continuos son los que afloran al norte de la Falla Bonao-La Guacara y en la zona de Manabao donde se observan dos generaciones diferentes: los primeros incididos por el sistema fluvial actual, y los más modernos formando parte activa de este sistema fluvial actual (Foto 35). Por otro lado también destacan por su extensión los abanicos y conos de deyección que orlan la Loma del Santo Cerro, los de la zona entre Los Valerios-Cabirmota Afuera- Rancho Viejo y los existentes entre la Loma de Lorenzo y la Loma del Higo, todos ellos en la esquina NE de la hoja.



Foto 35.- Depósito de un abanico torrencial entre Jarabacoa y Manabao.

En muchos casos estos abanicos están vegetados y no ven sus depósitos como en la zona de Hoyo Redondo (en el valle del Río Jayaco, al SE) observándose a veces clastos subredondeados, desde centimétricos a bloques aislados o en la zona de Mata de Café (en el Arroyo Bonito-Manabao, SO) donde a veces, sólo afloran grandes bloques. Se ha encontrado algún corte de detalle, que por su composición pudieran adscribirse a su origen torrencial; en general están formados por niveles métricos de conglomerados de clastos angulosos desde 1 cm a 50 cm y bloques de hasta más de 2 metros, con matriz arenosa y pasadas de arenas y limos con algún canto; en otras ocasiones presentan cantos subangulosos con matriz clasto-soportada de arenas y con intercalaciones hacia techo de capas de arenas y lutitas con clastos dispersos. Las potencias de estos depósitos pueden superar los 10 metros de espesor (en Manabao, carretera de Jarabacoa a Constanza, Los Corozos, etc.). En cualquier caso el predominio es de conglomerados, entre los que se intercalan niveles decimétricos a métricos de arenas y 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, en general con valores de orden métrico (Fotos 36, 37).

Respecto a la edad se atribuyen al Holoceno sin descartar que algunos tengan edad Pleistoceno.



Foto 36.- Bloques del abanico aluvial en Mata de Café (Arroyo Bonito).



Foto 37.- Serie aluvial incidida por el Arroyo Ancho (afuente del río Baiguante), en la localidad de La Frisa.

4.2.4. Gravas y arenas. Terrazas (h). Pleistoceno-Holoceno

Los depósitos de terrazas están constituidos por gravas, arenas, limos y lutitas, el predominio de unos u otros materiales y su secuencia depende de cada curso fluvial y su tramo. Las gravas son polimícticas con cantos de rocas plutonometamórficas, volcánicas, y sedimentarias, predominantemente silíceas, en una matriz arenoso-limosa; el tamaño de los cantos varía notablemente, predominado los diámetros de 5 a 20 cm y a veces con algún bloque de más de 1-2 m de diámetro. Las arenas suelen ser blancas o ocres de diferentes tamaños de grano con potencias entre 1-2 metros. Los limos y lutitas son rojizas o, en ocasiones negro-grisáceas con materia orgánica y, sus potencias oscilan entre 1-3 metros.

Dependiendo del río y el tramo en él que se realiza la observación, se puede ver que las terrazas bajas y la llanura de inundación, por ejemplo del Río Camú presenta gravas con cantos redondeados de 1-20 cm con matriz arenosa. En el Río Verde estas terrazas bajas están formadas por arenas y gravas, hacia el techo limos, lutitas y arcillas con colores negros, es decir, con materia orgánica. En las terrazas de la confluencia de los ríos Bao y el Yaque del Norte se observan gravas (2 metros) y encima arenas, y limos con cantos.

Existen terrazas formadas por conglomerados, arenas con cantos y arcillas en el corte del río Camú a su paso por Bayacanes. El Río Yami presenta terrazas formadas por depósitos finos como arenas, limos y lutitas, con pasadas de gravas de matriz arenosa. El Río Yaque del Norte presenta terrazas de diferente composición; así, en su tramo alto, entre La Ciénaga, Manabao y Jarabacoa, se observan gravas y arenas con grandes bloques de más de 2 metros; en otros puntos de su recorrido como al sur de Jarabacoa, existen terrazas con cantos y arenas con bloques métricos (Fotos 38, 39).



Foto 38.- Terraza del Río Camú entre las localidades de Yami y Bayacanes (carretera Jarabacoa a La Vega).

Algunos arroyos presentan terrazas, como en el Ayo. Grande (Manabao), en los arroyos Frío y Arroyazo, los sedimentos son gravas y arenas con bloques de tamaños variables, que pueden llegar a tener más de 2-3 metros de diámetro (Foto 40).

Por lo que respecta a su edad, y en función de las velocidades de encajamiento observadas en otras zonas, se atribuyen al Holoceno.



Foto 39.- Terraza del Río Yaque del Norte, con grandes bloques, en La Ciénaga.



Foto 40.- Terraza del Ayo. Arroyazo. Localidad El Arroyazo.

4.2.5. Lutitas, arenas con gravas y bloques. Llanuras de inundación (i). Holoceno

El aspecto más frecuente de las llanuras de inundación es el de una banda de anchura deca a hectométrica constituida por limos entre los que se intercalan niveles de arenas y gravas. En los casos de las llanuras inundación y /o terraza baja de ríos como el

Licey y a veces el Río Camú, el encajamiento con respecto a su abanico de baja pendiente es prácticamente imperceptible sobre el terreno, siendo precisa la fotografía aérea para su delimitación, y no siempre se detecta; en su seno se reconocen estrechas bandas alargadas serpenteantes temporalmente inundadas, correspondientes a cauces y *meandros abandonados*, que muestran un cierto contenido lutítico. Su espesor es difícil de determinar con precisión, pero debe de fluctuar entre 2- 5 m.

En el Río Licey, la llanura de inundación no existe siempre debido al régimen erosivo actual del río; cuando ésta existe (Las Cañas, La Lima) abundan las plataneras sobre suelos oscuros ricos en materia orgánica, en sus bordes con el canal activo se producen constantes deslizamientos de los materiales finos que las conforman (arenas, limos y lutitas rojizas y beige); a veces, con pasadas de gravas y arenas en su parte inferior. El Río Yaque del Norte en su tramo alto, entre Manabao y Ciénaga presenta depósitos variados, desde arenas, gravas y hasta bloques incluidos en la llanura (gravas y arenas con grandes bloques de más de 2 metros). En la llanura del Yaque del Norte en el sur de Jarabacoa, existen depósitos de meandros de arenas, otras veces son barras de cantos bloques y arenas (Fotos 41, 42).

En la llanura de inundación del Río Jimenoa en La Gina-Arroyazo, al sur de la hoja, los depósitos de meandros presentan arenas blancas con cantos dispersos (Foto 43). Por su parte, en la llanura inundación y /o terraza baja del Río Verde se observan arenas, limos y gravas, margas beige con pasadas de arenas con gravas, y con algún bloque. Por su relación con los abanicos de baja pendiente adyacentes o bien respecto a las terrazas, se incluyen en el Holoceno.



Foto 41.- Serie de la llanura aluvial incidida del Río Camú, en Bayacanes.



Foto 42.- Llanura aluvial del Río Bao, en la localidad de La Zanja (N de la hoja).



Foto 43.- Meandro Río Jimenoa en la localidad de Riofrío (SE de la Hoja).

4.2.6. Limos con gravas y arenas. Fondos de valle (Fondos de cañada torrencial) (j). Holoceno

Los fondos de valle y de cañada torrencial están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas de naturaleza silíceas (rocas metaplutónicas, volcánicas y volcano-sedimentarias de la Cordillera Central); puntualmente pueden presentar un predominio lutítico, especialmente al transitar por la depresión del Cibao. Las gravas son redondeadas y heterométricas, pudiendo señalarse orientativamente un diámetro de 10-20 cm. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste puede variar notablemente en función del curso en cuestión, en los de mayor envergadura podría alcanzar 3 m (Foto 44).

En la actualidad, los fondos de valle (o mejor expresado el canal actual) de los grandes ríos de la hoja, a su paso por los tramos más altos de la Cordillera Central, presentan saltos y desniveles importantes (Camú, Baiguatate, Jimenoa, Yaque del Norte, Bao, Guanajuma, Baiguaque y Jagua). Los depósitos están constituidos por grandes bloques de diferentes litologías; estos bloques pueden tener tamaños entre 1-3 metros de envergadura. Este tipo de depósito puede representar momentos de grandes avenidas torrenciales por efecto directo de lluvias tropicales intensas. A veces, en los depósitos de llanura también se observan estos bloques de forma aislada.



Foto 44.-Fondo de valle del Arroyo Vicioso.

Es de destacar que la práctica totalidad de los ríos que surcan la zona no presentan grandes depósitos en su canal actual, a veces se observan barras de arenas y limos (Río Licey), barras de cantos y bloques en el canal actual (por ejemplo en la zona de La Confluencia en Jarabacoa, donde se unen los ríos Jimenoa y el Yaque del Norte); o bien barras de cantos y arenas en el lecho actual del Río Camú en La Vega. Se supone que la falta de grandes depósitos en esta zona responde al régimen de dichos ríos, y a que actualmente la erosión predomina sobre la sedimentación fluvial. Por su parte, muchos de los arroyos de la zona presentan en su fondo de valle bloques enormes, entre 1-3m de tamaño (Fotos 45, 46 y 47). Por la situación que tienen respecto a los cursos de agua actuales se les atribuye una edad Holoceno.



Foto 45.- Barras y canal actual del Río Licey en Las Cañas.



Foto 46.- Barras del Río Jimenoa a su paso por la localidad de Jarabacoa.



Foto 47.- Barras de gravas en el Río Yaque del Norte al suroeste de Jarabacoa.

4.3. Formaciones periglaciares-nivales

4.3.1. Clastos angulosos con o sin matriz arenosa y bloques. Canchales y pedrizas (k). Pleistoceno-Holoceno

Las formaciones periglaciares y/o nivales se localizan sólo en la esquina suroeste de la hoja. Tienen escasa representación pero su presencia es importante para la evolución de la Cordillera Central en los últimos miles de años, representando los restos de un antiguo periglacialismo. Se sitúan en las zonas más elevadas de la Cordillera, por un lado abundan los canchales o pedrizas, situados casi siempre por encima de 1100 m de altitud, tapizando las partes altas, medias y bajas de las laderas. Son más o menos continuos, entre la Loma Rucilla-Loma Pico Duarte-La Pelona (3087m) y la cabecera del Río Yaque del Sur. Estos depósitos presentan menos vegetación que el resto de formaciones superficiales y del sustrato de su entorno que, normalmente son pinares.

Los canchales o pedrizas son depósitos de clastos o gelifractos que se originan básicamente por crioclastía. Este proceso produce la rotura de las rocas situadas en escarpes superiores a estos. No suelen estar cementados y/o su matriz es escasa; los clastos son angulosos y a veces pueden presentar clasificación con los mayores en la zona más baja y los menores en las partes altas. La edad de estas formaciones al considerarlos relictos, se supone entre el Pleistoceno-Holoceno.

4.3.2. Bloques, clastos angulosos con arenas y lutitas. Depósitos de crioplanación y/ó crioclastía (l). Pleistoceno-Holoceno

En estas mismas zonas elevadas de la esquina suroeste de la zona que tratamos, ocupando zonas por encima de los 2500 m., se preservan superficies o rellanos de crioplanación, como la que se puede observar en el Valle o Collado de Lilis (2950 m), en Agüita Fría (2650 m), o en el Valle del Tetero. Estas superficies o aplanamientos periglaciares no tienen gran extensión, a veces, son horizontales y otras tienen una suave pendiente, y normalmente se encuentran tapizadas por clastos y bloques angulosos que han sufrido meteorización, crioclastía (proceso principal) y geliflucción; No presentan vegetación abundante, y en algunos casos sólo un tapiz herbáceo. En zonas de poca pendiente son como empedrados con una matriz arcillosa, donde el agua superficial los ha modificado, dando en la actualidad zonas de encharcamiento y mal drenaje (Foto 48 y 49).



Foto 48.- Depósito de superficie de crioplanación, en el Collado de Lilis (SO de la hoja). (Foto de J. Escuder).



Foto 49.- Depósito de superficie de crioplanación en Agüita Fría (SO de la hoja) (Foto de J. Escuder).

En la actualidad, en estas zonas de la Cordillera Central (a más de 1000-1500 m de altitud) las temperaturas suelen estar siempre por debajo de 18°C, y en invierno las temperaturas descienden a los 0°C ó -5°C. Se supone que cada 100m de cota puede bajar un grado la temperatura, lo que quiere decir que puede helar en las zonas más altas. También, a veces (en contadas ocasiones) hay nieve en los picos más altos.

Con las condiciones climáticas actuales se suponen depósitos relictos de edad Pleistoceno-Holoceno.

4.4. Formaciones por meteorización química en rocas cristalinas y silíceas

4.4.1. Arcillas rojas y algunas de color beige. Argilizaciones (m). Pleistoceno-Holoceno

Corresponden a arcillas rojas o en algunas ocasiones de colores beige, en general de aspecto masivo, que constituyen el producto de la alteración de los materiales silíceos por acción de procesos de meteorización química en un ambiente tropical húmedo. Su presencia se extiende a lo largo de la práctica totalidad de la hoja, aunque es menos intensa sobre los materiales más modernos del Terciario situados al norte. Su espesor varía en función de la envergadura de los procesos de alteración, pudiendo superar los 20-30 m (Foto 50).

En la práctica totalidad de la zona existe un regolito potente o muy potente como producto resultante de estos procesos de meteorización química, formados sobretudo por arcillas, conocidas también como mantos de alteración o alteritas; puntualmente también existen arenizaciones de las rocas ígneas, aunque no se han separado en la cartografía geomorfológica por la escala del mapa. En cuanto a su edad, se han asignado, de forma bastante imprecisa, al Pleistoceno-Holoceno, sin que deba descartarse que su comienzo fuese en el Plioceno.



Foto 50.- Alteritas rojas y beiges.

5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

La morfología de la región está influenciada por los procesos sedimentarios y tectónicos acaecidos a lo largo del Paleógeno hasta la actualidad, aunque su fisonomía actual se ha perfilado fundamentalmente y de un modo continuo desde el Mioceno. No obstante, pueden visualizarse dos etapas de su historia diferenciadas por la velocidad e intensidad de los procesos tectónicos acaecidos: la primera, la colisión y deformación transpresiva en la parte noroccidental de La Española, relacionada con el movimiento lateral entre las placas norteamericana y caribeña durante el Mioceno Superior; esta etapa estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día (Cordillera Septentrional, Cordillera Central y cuencas como la del Cibao); otro resultado de esta etapa es que a partir de la subducción oblicua de la plataforma carbonatada de Las Bahamas, situada en la placa norteamericana, se produce un contexto fuertemente transpresivo en toda la cadena que continúa siendo activo hasta hoy día. La segunda etapa, ya en el Cuaternario, sucede cuando el relleno plio-cuaternario de las cuencas fue deformado de acuerdo con la geometría actual.

La superposición de ambas etapas estableció el diseño regional básico sobre el que ha actuado el modelado holoceno, diseño basado en la presencia de la Cuenca del Cibao, limitada por grandes fallas de la Cordillera Septentrional al norte, y la Cordillera Central, al sur. La evolución holocena ha estado condicionada principalmente por la actividad neotectónica, que ha producido una tendencia regional ascendente, y por los procesos fluviales, que no sólo han llevado a cabo una importante labor de incisión en las áreas montañosas, sino que con su faceta sedimentaria han provocado drásticos cambios en la fisonomía de la depresión del Cibao, provocando su colmatación y ascenso al mismo tiempo, especialmente plasmada por la retirada marina hacia la actual bahía de Samaná y el subsiguiente desarrollo de las llanuras aluviales de los ríos Yaque del Norte y Yuna (Lickey).

A principios del Cuaternario la zona montañosa (Cordillera Central) ya habría adquirido prácticamente su configuración actual, mediante la acción conjunta de la meteorización química, el fuerte encajamiento de la red fluvial según una tendencia consecuente, y la actividad neotectónica.

En el margen septentrional de la Cordillera Central o piedemonte de la Cordillera con la Cuenca del Cibao, al norte de la hoja, se observan algunas superficies de erosión,

que aunque no presentan grandes extensiones, sirven, una vez exhumadas, de punto de partida para la progresiva instalación de la red fluvial a lo largo del Cuaternario.

En cualquier caso, la principal actividad fluvial ha tenido lugar durante el Holoceno, con el encajamiento de los principales ríos de la zona en los abanicos y otros sedimentos fluviales, dando lugar a extensas llanuras aluviales en las que las bajas pendientes propiciaron las tendencias divagantes observadas en la Cuenca del Cibao. Por su parte, la notable erosión remontante favorecida por la existencia de líneas de debilidad estructural y alteración química, y el retroceso de las vertientes por inestabilidad gravitacional, produjo cambios en el patrón de la red de drenaje.

Como principales motores en la futura evolución de la red, deben de tenerse en cuenta: la influencia de las fallas relacionadas con la elevación general de las cordilleras Central y Septentrional y de la Cuenca del Cibao, 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 de ella, sin olvidar los retoques producidos en las zonas montañosas por los fenómenos de alteración química y la actividad gravitacional de las vertientes.

6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

Se denominan procesos activos a aquellos fenómenos de origen endógeno o exógeno, potencialmente funcionales sobre la superficie terrestre, y cuyo principal interés en la zona es 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 cual se trata de 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 cada futuro proyecto ni debe ser utilizada directamente para la valoración económica de terrenos o propiedades de cualquier clase.

Igualmente, ha de tenerse en cuenta, que en la presente escala de trabajo carecen de representación algunos fenómenos claramente perceptibles sobre el terreno. Sirva de ejemplo la densa 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.

Dentro de la Hoja de La Vega existe una gran variedad en cuanto a la naturaleza de los procesos activos, habiéndose detectado diversos tipos de actividad: sísmica, neotectónica, asociada a movimientos de laderas, por procesos de erosión, de inundación y de sedimentación y antrópica.

6.1. Actividad sísmica

La sismicidad es uno de los procesos activos más relevantes de La Española como consecuencia de su situación en un contexto geodinámico de 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 pocos y no pueden considerarse definitivos (Fig. 6.1).

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 bien 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, desde 1985.

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), y red de la USGS hasta el 2008 (Google Earth), además de las incluidas en el citado proyecto SYSMIN. El periodo cubierto ha sido 1505-2003.

La Hoja de La Vega es bastante ilustrativa de la precariedad de datos existente, ya que en los datos disponibles acerca de su territorio sólo existen 18 eventos registrados. Este problema de registro se evidencia nítidamente en el sector central y oriental de La Española cuando se proyectan los registros del PRSN (Red Sísmica de Puerto Rico), ya que la densa nube de datos 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: 1 con una profundidad de foco a 33 km, 12 de carácter intermedio (menor de 60 km) y 5 de carácter profundo (mayor de 60 km). La magnitud mayor de estos epicentros la tiene él que se encuentra en la esquina inferior suroriental de la hoja, con $M > 8$, el resto presentan magnitudes entre $4 < M < 5$ y $3 < M < 4$. La mayoría de estos eventos parecen correlacionarse con estructuras reflejadas superficialmente, en particular con la Falla Bonao-La Guácara, con la Falla de La Española y con otras fallas de dirección NE-SO.

Históricamente se conoce que la ciudad de La Vega fue destruida por un movimiento sísmico el 2 de Diciembre de 1562, junto a otras colonias españolas entre las que se encontraba Santiago y Puerto Plata; sus ruinas son conocidas hoy como "Ruinas de la Vega Vieja". El 7 de mayo de 1842 la nueva ciudad fue una vez más abatida por un terremoto, que destruyó las principales construcciones con que contaba.

Por lo tanto, el área estudiada posee un importante riesgo sísmico ya que se combina una gran densidad de población en un área muy próxima a grandes zonas de falla activas.

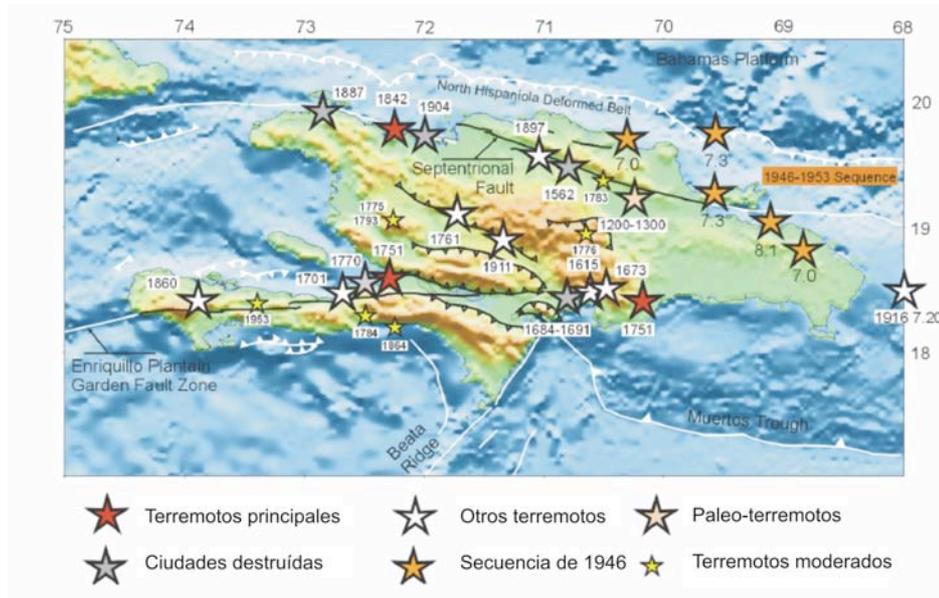


Fig.6.1.- Sismicidad histórica en Isla La Española, anterior a 1960 (En Calais, 2008)

6.2. Actividad neotectónica

Es una región donde la actividad neotectónica es evidente, las formas originadas por ella son menos de las previsible, probablemente como consecuencia de la elevada velocidad de erosión, la inestabilidad de las laderas y la densa cubierta vegetal de la Cordillera, factores que sin duda enmascaran rápidamente algunas de dichas formas, como los escarpes producidos por fallas.

No obstante, se reconocen rasgos que denuncian este tipo de actividad, uno de los más destacados es el *escarpe de falla inversa*, de parte del trazado en esta zona de la Falla de Bonao-La Guácara que es la principal causante de la elevación del relieve de la Cordillera al sur de dicha falla.

Otros indicios de actividad neotectónica se observan en la red fluvial, como son la *inflexión brusca de la red de drenaje* en diferentes puntos de la cordillera y *las capturas* de arroyos o ríos; en ambos casos, la actividad se relaciona con fracturas de diferentes direcciones. Al mismo tiempo se observan muchas alineaciones morfológicas con control estructural que normalmente están relacionadas con fallas de orientación NE-SO y NO-SE. Además, casi todos los ríos que nacen en la Cordillera presentan pendientes anómalas por exceso como los ríos Baiguata, Jimenoa, o Camú, etc., además de una fuerte incisión fluvial.

El catálogo de la actividad neotectónica se completa con *fallas normales*, *escarpes de fallas normales*, y *fallas normales con indicación de labio hundido*, de las cuales destacan por su mayor extensión las que están relacionadas con la Zona de Falla de La Española, al norte de la hoja. Otras de menor entidad se encuentran en el sector suroeste. También existe otro importante grupo de estructuras tectónicas recientes que son las *fallas en dirección o de desgarre*.

Estos indicios probarían la existencia de fallas, activas y/o capaces de reactivarse en cualquier momento, relacionadas con la tendencia ascendente de la Isla. Se entiende por falla activa aquella que afecta a materiales holocenos o incluso cuaternarios según diversos criterios Gonzales Vallejo (1980). Los criterios más conservadores consideran activas aquellas fallas con actividad manifiesta en los últimos 2 millones de años.

6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas

Por las elevadas pendientes existentes en la Cordillera Central y los materiales fácilmente erosionables, son muchos los depósitos de origen gravitacional. Se deduce también, una presencia efímera de los depósitos como consecuencia de su erosión por el rápido retroceso de las vertientes.

Se han reconocido y clasificado un gran número de diferentes movimientos en masa (más de 1000 en toda la hoja) como *movimientos complejos*, *flujos*, *deslizamientos de bloques* y *deslizamientos*, algunos destacando por la envergadura de su cicatriz o fracturas de tensión. También se han observado *canchales*, *pedrizas* y *taludes de derrubios*, que orlan algunas laderas de las zonas más elevadas de la hoja y con mayores pendientes en la Cordillera Central y en diversos barrancos de la hoja; En muchos de los casos sus dimensiones no han permitido su representación cartográfica.

Es decir, además de los movimientos de ladera cartografiados, existe una amplia gama de los mismos que por la escala del mapa no se han podido representar. También se observa el desarrollo de *coluviones* en zonas montañosas, tratándose de formas escasas debido a la intensa incisión fluvial.

Por otra parte existen *deslizamientos de taludes* en algunos puntos de la llanura del Río Licey, N de la hoja. En la Unidad de Licey al Medio estos depósitos están constituidos por arcillas expansivas con alto contenido en esmectitas (hasta 60%)

(Urien *et al*, 2008). Estas arcillas pueden encontrarse en el corte del cauce o canal actual del río cuando está encajado. Los procesos expansivos ocurren cuando la saturación en agua de estas arcillas les otorga un comportamiento plástico, formando masas lodosas que fluyen lentamente hasta tapan el cauce y provocar inundaciones, aumentando de nuevo la saturación de las arcillas. Suceden en época de avenidas y fuertes lluvias tropicales, como los ocurridos durante las tormentas Noel (Octubre de 2007) y Olga (Diciembre de 2007) (Fotos 51 y 52).



Foto 51.- Los efectos de la tormenta Olga (2007) en el Río Licey.



Foto 52.- Obras de reparación de un gran deslizamiento, en la carretera de Jarabacoa a Manabao (2008).

6.4. Actividad asociada a procesos de erosión

Esta actividad alcanza su máximo desarrollo en la zona montañosa, pues su acción es menor en las depresiones, 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; en el caso de los cursos de los ríos Yaque del Norte, Camú y Licey en la depresión del Cibao, van acompañadas por erosiones laterales del cauce, causadas por su geometría meandriforme, no plasmadas cartográficamente por problemas de representación. Más intensa, aunque de extensión menor, es la erosión asociada con el desarrollo de *cárcavas*, cuya expresión tiene lugar a lo largo de la práctica totalidad de la hoja, disminuyendo hacia el norte de la misma.

Se han cartografiado zonas, donde la concentración de formas de carácter erosivo permite delimitar *áreas sometidas a una intensa erosión*, repartidas por la práctica totalidad de la zona estudiada, con mayor extensión en el sector meridional de la misma.

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, 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 de la zona. En el caso de las llanuras de inundación, las inundaciones también se producen de forma estacional, 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 más 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 drenaje 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, destacando los episodios del huracán Georges (septiembre de 1998) que sepultó todo su ámbito de influencia bajo un manto de lodo y agua, además de las tormentas tropicales o huracanes como Noel y Olga en el año 2007 con importantísimas inundaciones (Foto 53 y 54).

El régimen pluviométrico de la región hace que estas inundaciones ocurran en temporadas de tormentas tropicales de junio a Noviembre. En el año 2007 las tormentas Olga y Noel provocaron una pluviosidad importante y continua desde el 29 de octubre (Noel) al 12 de diciembre (Olga) en todo el Valle del Cibao.



Foto 53.- Efectos de la avenida Olga (2007) en el Río Verde, NE de la hoja.



Foto 54.- Efectos de la avenida Olga (2007) sobre un puente del Río Camú en La Vega.

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 pero de intensidades muy importantes, provocan avenidas súbitas, concentrando un gran caudal punta en un corto espacio de tiempo, dando un margen de reacción muy breve a la población; la zona en cuestión presenta cuencas de circulación efímera donde la percepción del riesgo puede estar muy distorsionada por el hecho de 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 gran potencia erosiva de las aguas, produzcan rupturas transversales en los márgenes de los canales y se derramen por 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 ocasionales anegamientos, incluso en las terrazas bajas. Las zonas inundables de un abanico o cono de deyección están relacionadas con su geometría actual, con la tendencia a la progradación o disección y con las fases pretéritas de su evolución. 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.

El Yaque del Norte merece una especial atención. La cuenca hidrográfica del Río Yaque del Norte es la de mayor extensión (6,964 km²) en la República Dominicana y la segunda en el orden poblacional. Su caudal máximo medio anual es de 389.87 m³/seg (PNORHI, 1994). En la cuenca este río se han desarrollado varios proyectos hidráulicos (presas y embalses), que permiten la laminación de avenidas hasta cierto periodo de retorno (de 1 en 300 o 500 años), pero no son suficientes para el caso de avenidas como las provocadas por los huracanes David y Georges y la tormenta Federico. El 12 de diciembre de 2007 (Tormenta Olga) el desagüe preventivo de la presa de Tavera en el cauce superior del Río Yaque provocó una inundación de toda la parte baja del cauce del Río Yaque del Norte (Foto 55).



Foto 55.- Vista del canal de desagüe de la presa de Tavera después de la Tormenta Olga (2007), donde se observa el nivel que alcanzaron las aguas río abajo.

Históricamente, el río Yaque del Norte sufre importantes inundaciones, principalmente en su parte baja (al norte de esta hoja); así como los ríos Licey y Camú (afluentes del Río Yuna). El riesgo de inundación a lo largo de los cauces de estos ríos es fuerte en la temporada ciclónica (Junio a Noviembre). Son inundaciones de poca amplitud pero

dañan a varias estructuras tales como los puentes, como sucede en los ríos Jimenoa y Camú y en muchos de sus arroyos tributarios.

De todo lo anterior y de la observación de la cartografía se desprende la potencial inundabilidad de toda la Cuenca del Cibao además de todos los sectores por donde circulan los grandes ríos en esta hoja como el Yaque del Norte y el Camú- Licey, en el valle de Jarabacoa. La potencialidad se basa en varios factores: la práctica horizontalidad del terreno, con las consiguientes deficiencias del drenaje; la incursión del río Yaque del Norte y otros ríos de la Cordillera, que recogen la escorrentía de una buena parte del flanco noroccidental de la Cordillera Central, con el caudal que implica en los periodos de crecidas; y la llegada periódica de tormentas tropicales y huracanes, factor que multiplica las consecuencias de cualquiera de los anteriores.

Como elementos que minimicen los efectos de los acontecimientos catastróficos deben tenerse en cuenta la posibilidad de separar las zonas habitadas del entorno del cauce fluvial, ya sea río, arroyo o cañada, ya que normalmente tanto la erosión como las inundaciones de los márgenes de los sistemas fluviales afectan a muchas viviendas. (YUNARISK-Catálogo de inundaciones en la Cuenca del Río Yuna, República Dominicana -1977-2007-)

6.6. 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 las *canteras* de la Mina Mata Grande, la explotación de Jamamucito-Loma La Colorada y las existentes en las inmediaciones de la ciudad de La Vega, como la de Bayacanes, las de la Loma San Lorenzo y la del río Camú en la confluencia con el Arroyo Viejo Juan, junto con las de Burende y Colorado, cuyo desarrollo ha modificado la fisonomía de su lugar de emplazamiento (Foto 50) y la de los canales de la depresión de Jarabacoa y el que conecta las *presas* de Bao (de tierra) y Tavera.



Foto 56.- Gravera de Alto Jobo (NE de la hoja).

7. BIBLIOGRAFÍA

Calais, E., Perrot, J., and Mercier de L'Épinay, B., (1998). Strike-slip tectonics and seismicity along the Northern Caribbean plate boundary from Cuba to Hispaniola, *Geol. Soc. of Amer. Special Paper 326*, Edited by J.F. Dolan and P. Mann, 125-142,.

Calais, E., Y. Mazabraud, B. Mercier de L'Épinay, P. Mann, G. Mattioli, and P. Jansma. (2002). Strain partitioning and fault slip rates in the northeastern Caribbean from GPS measurements. *Geophys. Res. Lett.*, 29(18), 1856, doi:10.1029/2002GL015397.

Camarasa Belmonte, A.M. (2002). Crecidas e inundaciones. En Ayala-Carcedo, F.J. y Olcina, J. (coordinadores). *Riesgos naturales*. Ariel, Barcelona, 859-877.

Contreras, F., Ardévol, Ll., Granados, L., Calvo, J.P., Escuder Viruete, J., Escuer, J., Florido, P., Antón Pacheco, C., García Lobón, J.L., Mortensen, J.K., Ullrich, T. y Friedman R., (2004). Mapa Geológico de la República Dominicana E. 1:50.000, Jicomé (5973-IV). Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo, 158 pp.

- Bowin, C. (1975). The geology of Española. En: Naim, A., Stehli, F., (ed.), The ocean basins and margins. The Gulf of Mexico and the Caribbean, Vol. 3. New York, Plenum Press, 501-552.
- De la Fuente, S. (1976). Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 pp.
- De Zoeten, R. (1988). Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Tesis Doctoral, Universidad de Texas, Austin, 299 pp.
- Dolan, J.F., Mann, P. (1998). Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Geological Society of America Special Paper, 326, 174 pp.
- Dolan, J.F., Mullins, H.T., Wald, D.J. (1998). Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collision, strain partitioning and opposing subducted slabs. En DOLAN, J.F., MANN, P. (Eds.). Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Geological Society of America Special Paper, 326, 1-61.
- Draper, G. and Lewis, J., (1991). Metamorphic belts in Central Española. En: Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (ed.), Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Española. Geological Society of America Special Paper 262, 29-46.
- Escuder Viruete, J., Contreras, F., Stein, G., Urien, P., Joubert, M., Bernardez, E., Hernaiz Huerta, P.P., Lewis, J., Lopera, E. y Pérez-Estaún, A., (2004). La secuencia magmática Jurásico Superior-Cretácico Superior en la Cordillera Central, República Dominicana: sección cortical de un arco-isla intraoceánico. Geo-Temas 6(1), 41-44.
- Escuder Viruete, J., Contreras, F., Stein, G., Urien, P., Joubert, M., Ullrich, T.D. Mortensen, J. y Pérez-Estaún, A., (2006). Transpression and strike-slip partitioning in the Caribbean island arc: fabric development, kinematics and Ar-Ar ages of syntectonic emplacement of the Loma de Cabrera batholith, Dominican Republic. Journal of Structural Geology, 28, 1496-1519.
- Escuder Viruete, J., Contreras, F., Stein, G., Urien, P., Joubert, M., Pérez-Estaún, A., Friedman, R. y Ullrich, T.D., (2007). Magmatic relationships and ages between adakites, magnesian andesites and Nb-enriched basalt-andesites

from Hispaniola: record of a major change in the Caribbean island arc magma sources. *Lithos* 99, 151-177. doi: 10.1016/j.lithos.2007.01.008.

Escuder Viruete, J., Joubert, M., Urien, P., Friedman, R., Weis, D., Ullrich, T., Pérez-Estaún, A. (2008). Caribbean island-arc rifting and back-arc basin development in the Late Cretaceous: geochemical, isotopic and geochronological evidence from Central Hispaniola. *Lithos*, 104: 378-404. doi:10.1016/j.lithos.2008.01.003

Escuder-Viruete, J., Pérez-Estaún, A., Weis, D., (2009). Geochemical constraints on the origin of the late Jurassic proto-Caribbean oceanic crust in Hispaniola. *International Journal of Earth Sciences*, 98, 407-425. doi: 10.1007/s00531-007-0253-4.

Gonzales de Vallejo, L., (1980). Fallas activas y sus implicaciones en la ingeniería. Active faults and their implications for engineering; Anales del IV congreso peruano de geología; Parte VI. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 65, p. 99-103.

Guerra Peña, F. (1966) Las Regiones Fisiográficas de la Isla de Santo Domingo. Unión Geográfica Internacional. Conferencia Regional Latinoamericana, III.

IGME (2004). Mapa Geomorfológico y de Procesos activos susceptibles de constituir Riesgo geológico a escala 1:100.000. Guía para su elaboración. (Inédito).

Joubert, M., Urien, P., Ardévol, L.I., Bourdillon, Ch., Bonnemaïson, M., Escuder Viruete, J., Le Goff, C., Lerouge, C., Escuer, J., Lopera, E., Antón Pacheco, C., García Lobón, J., Mortensen, J.K., Ullrich, T.D., Friedman, R., (2004). Mapa Geológico Rep. Dominicana a E. 1:50.000, Lamedero. Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo. 192 pp.

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 DENGU, G., CASE, J.E. (eds.). *The Geology of North*

America, Volume H, The Caribbean region. Geological Society of America, Colorado, 77-140.

Mann, P., (1999). Caribbean Sedimentary Basins: Classification and Tectonic Setting from Jurassic to Present. En: Mann, P. (ed.), Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World, 4, 3-31.

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., Prentice, C., Burr, G., Peña, R., Taylor, F. W. (1998): Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. En: *Active Strike-Slip and Collisional Tectonic of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone* (DOLAN, J. F., MANN, P., Eds.). *Geological Society of America Special Paper, N° 326*.

Mann, P., Calais, E., Ruegg, J-C., DeMets, C., Jansma, P. E., (2002). Oblique colisión in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations. *Tectonics*, 2(6), 26pp.

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

Pérez Valera, F. y Abad, M. (2008). Informe estratigráfico y sedimentológico preliminar . Proyecto SYSMIN.

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

Urien, P., Joubert, M., Ardévol, Ll., Bourdillon, Ch., Bonnemaïson, M., Escuder Viruete, J., Lerouge, C., Escuer, J., Lopera, E., Antón Pacheco, C., García Lobón, J.L., Mortensen, J.K., Ullrich, T. y Friedman R., (2004). Mapa Geológico de la República Dominicana a E. 1:50.000, Dajabón (5874-I). Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo, 231 pp.

Urien, P., Joubert, M., *Ardévol, Ll., Bourdillon, Ch., Bonnemaïson, M., Escuder Viruete, J., Lerouge, C., Escuer, J., Lopera, E., Antón Pacheco, C., García Lobón, J.L., Mortensen, J.K., Ullrich, T. y Friedman R.*, (2008). Mapa Geológico de la República Dominicana a E. 1:50.000, Santiago de Los Caballeros (6074-I). Servicio Geológico Nacional (SGN), Santo Domingo, pp.

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.

YUNARISK: Catálogo de inundaciones en la Cuenca del Río Yuna, República Dominicana -1977-2007. Coordinación: Morales Rodríguez, C.G. y Ortega Villazán (ATRISK-Uva). Consultor: Del Río de Blas, R. (ATRISK-PNUD). ONFED.