



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA DE RECURSOS NATURALES  
DE LA REPUBLICA DOMINICANA**

**CUADRANTE DE AZUA (6071)**

Escala:100.000

# ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. GEOLOGÍA REGIONAL**
  - 2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
    - 2.1.1. Antecedentes
  - 2.2. MARCO GEOLÓGICO
  - 2.3. ESTRATIGRAFÍA
    - 2.3.1. Cretácico Superior. Formación Tireo
    - 2.3.2. Paleógeno
      - 2.3.2.1. Eoceno inferior-superior (Grupo Peralta)
      - 2.3.2.2. Eoceno superior (Grupo Río Ocoa)
    - 2.3.3. Neógeno
      - 2.3.3.1. Mioceno-Pleistoceno superior
    - 2.3.4. Cuaternario
      - 2.3.4.1. Cuaternario volcánico
      - 2.3.4.2. Cuaternario continental
      - 2.3.4.3. Cuaternario litoral
  - 2.4. SÍNTESIS TECTÓNICA
    - 2.4.1. Marco geológico-estructural de la zona de estudio
  - 2.5. HISTORIA GEOLÓGICA
    - 2.5.1. El arco insular del Cretácico superior
    - 2.5.2. La cuenca paleógena
    - 2.5.3. Las cuencas neógenas
- 3. INDICIOS Y YACIMIENTOS MINERALES DE ROCAS INDUSTRIALES Y ORNAMENTALES DEL CUADRANTE DE AZUA**
  - 3.1. Sustancias energéticas
    - 3.1.1. Aspectos generales e historia minera
    - 3.1.2. Potencial minero
  - 3.2. Rocas Industriales y ornamentales
    - 3.2.1. Aspectos generales e históricos
    - 3.2.2. Descripción de las sustancias
    - 3.2.3. Potencial minero
      - 3.2.3.1. Rocas ornamentales
      - 3.2.3.2. Rocas industriales
  - 3.3. Modelo metalogenético
  - 3.4. Infraestructura minera
- 4. FICHAS**
- 5. BIBLIOGRAFÍA**

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El equipo de trabajo del ITGE que ha realizado este estudio, siguiendo las normas discutidas y aceptadas con la Unidad Técnica de Gestión - Sysmin (UTG) y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana (SGN), ha sido el siguiente:

Juan Locutura Rúperez (ITGE)

Eusebio Lopera Caballero (ITGE)

Fernando Tornos Arroyo (ITGE)

Alejandro Bel Lan (ITGE)

Antonio Arribas Moreno - Consultor ITGE

Han colaborado en aspectos geológicos:

Pedro Pablo Hernaiz - INYPSA

Alberto Díaz de Neira - INYPSA

Juan Antonio Sainz de Aja - PROINTEC

Andrés del Olmo - PROINTEC

En desmuestres y reconocimiento se ha contado con la participación de:

Luis Manuel Acosta - Consorcio ITGE-INYPSA-PROINTEC en Rep. Dominicana.

José Virgilio Jiménez - Consorcio ITGE-INYPSA-PROINTEC en Rep. Dominicana.

---

En el cuadrante de Azua (6071) se encuentran representadas distintas formaciones geológicas desde el Cretácico Superior al Cuaternario.

Desde el punto de vista metalogenético la Formación más interesante es la Tireo, formada mayoritariamente por rocas volcánicas, lavas y flujos piroclásticos de composición bimodal, aunque hay que mencionar su escaso afloramiento, circunscrito a la esquina NE del cuadrante.

El gran potencial de esta Formación, queda de manifiesto por el descubrimiento

del depósito epidermal de Oro de El Centenario en el vecino cuadrante de Constanza y la localización de un gran número de indicios metálicos en su seno.

La elaboración de este Mapa de Recursos Minerales se enmarca dentro del proyecto denominado "Cartografía Geotemática en la República Dominicana" que se desarrolla en el período comprendido entre Enero de 1997 y Enero de 2000.

Este proyecto auspiciado y financiado en su totalidad por la Unión Europea es parte del conjunto de proyectos del Programa SYSMIN, cuyo objetivo general es promover el conocimiento y desarrollo del sector geológico-minero del país.

La realización del Mapa de Recursos pretende dotar a los usuarios de él, de un instrumento orientativo, de fácil consulta y entendimiento, sobre la situación actual del sector de los recursos naturales en la zona y sobre la potencialidad de las distintas formaciones geológicas que puedan ser consideradas metalotectos interesantes a la hora de programar futuras investigaciones.

Para su confección se han seguido, en su mayor parte las normas recogidas en el documento "Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a 1:100 000 de la República Dominicana" del Servicio Geológico Nacional, con algunas modificaciones consensuadas previamente entre las distintas partes.

La información elaborada consiste, además del mapa y la memoria que se presentan a continuación, en un "archivo de fichas de indicios" en los cuales figuran los datos obtenidos en el reconocimiento de campo y en laboratorio (estudios microscópicos, análisis geoquímicos...) y la información complementaria recopilada en una "Base de datos informatizada de indicios mineros".

La Base Topográfica a escala 1:100 000 utilizada es la reducida de los mapas topográficos a 1/50 000; solo se han representado las curvas de nivel maestras, cada 100m, para evitar el empaste de fondo en zonas con relieve muy pronunciado.

Para la elaboración de la Base Geológica del Mapa de Recursos Minerales se ha utilizado la realizada durante el proyecto de "Cartografía Geotemática en la República Dominicana" a escala 1/50 000. (Consorcio ITGE-INYPSA-PROINTEC).

## **2.- GEOLOGÍA REGIONAL**

### **2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

La Hoja cuadrante de Azua a escala 1:100,000, se sitúa en un sector meridional de la Rep. Dominicana.

El cuadrante está formado por las Hojas de San José de Ocoa (6071-I); Azua (6071-II); Pueblo Viejo o Sabana Yegua (6071-III) y Yayas de Viajama (6071-IV), a escala 1:50,000.

Administrativamente, su superficie se divide entre las provincias de Azua, Peravia, San Juan y Barahona.

Fisiográficamente se distinguen dos grandes dominios. (Fig. 1)

La zona septentrional correspondería a las estribaciones meridionales de la Cordillera Central, con cotas que sobrepasan los 2,000 m, siendo la altura máxima la de la cima del Tetero Mejía con 2581m, en la Hoja de San José de Ocoa.

Progresivamente, y hacia el Sur, las cotas van disminuyendo, pasando por una amplia zona central, del cuadrante, con elevaciones medias de aproximadamente 1,000 m; hasta llegar hasta el otro gran dominio fisiográfico, constituido por los llanos correspondientes a la cuenca de Azua – San Juan.

Dado este gran contraste entre los relieves de las zonas Sur y Norte, los ríos y arroyos que corren transversalmente, N – S, a las estructuras, para desembocar en el mar Caribe, presentan cauces estrechos y encajonados, con régimen torrencial y caudaloso.

Los más destacados son : El río Jura; el Vía; el Grande; Banilejo; Ocoa, Yaque del Sur y Tavera.

La población, no muy numerosa, se concentra en los grandes núcleos urbanos como Azua – capital – provincial – San José de Ocoa, y en menor medida en núcleos más reducidos como Estebanía, Pueblo Viejo, Yayas de Viajama, Peralta etc.

La economía se fundamenta en la agricultura, productiva, allí donde se combinan la climatología favorable y abundancia de agua; en menor grado ganadería y sector servicios

#### **2.1.1. ANTECEDENTES**

Aunque los trabajos pioneros se remontan a la época del descubrimiento de América, las primeras exploraciones sistemáticas tuvieron lugar durante el

presente siglo con motivo de campañas petrolíferas y mineras, de las cuales derivan los trabajos de Vaughan et al. (1921), para el Servicio Geológico de Estados Unidos, y Bermúdez (1949), entre otros, para la Dominican Seaboard Oil Company.

Entre las décadas de los años sesenta y ochenta tuvo lugar un notable impulso de los conocimientos geológicos de la República Dominicana, merced a la elaboración de una serie de tesis doctorales de carácter regional, entre las que cabe señalar las de: Bowin (1960), sobre el sector central de la República Dominicana; Mann (1983), centrada en aspectos estructurales y estratigráficos de La Española y Jamaica; Dolan (1988), que aborda la sedimentación paleógena en las cuencas orientales de las Antillas Mayores; Vespucci (1986), relativa al volcanismo cenozoico de la región; y Mercier de Lepinay (1987), que desarrolla un ambicioso estudio estratigráfico y estructural de la isla a fin de establecer su interpretación geodinámica.

En cuanto a las cartografías geológicas de síntesis, a la realizada por la Organización de Estados Americanos a escala 1:250.000 (Blesch, 1966), hay que añadir la elaborada a la misma escala, pero con un detalle y calidad superiores, por el Servicio Geológico Nacional y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991).

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

Además de los anteriores, merece la pena destacar por su importancia en el cuadrante, las tesis doctorales de Cooper (1983), de gran interés para la estratigrafía de los materiales neógenos, Heubeck (1988), esencial para la comprensión de las unidades paleógenas, y Ramírez (1995), centrada en aspectos neotectónicos de la Cuenca de Azua, así como el trabajo de Dolan (1989), básico para el conocimiento estratigráfico de la serie paleógena.

## **2.2. MARCO GEOLOGICO**

El cuadrante de Azua se encuentra en la vertiente meridional de la Cordillera

Central y participa de este dominio geológico, así como del cinturón de Peralta y los terrenos adscritos a las cuencas sedimentarias recientes, al Sur, de Azua – San Juan (Fig.2).

- En el sector NE está representado el dominio geológico conocido como Tireo. Está integrado mayoritariamente por materiales volcano-sedimentarios relacionados con la actividad de un arco insular durante el Cretácico superior y constituye el basamento de la zona, encontrándose intensamente deformado y afectado por intrusiones de carácter tonalítico.
- La zona central del cuadrante, está constituido por sedimentos acumulados en una cuenca de *back-arc* durante el Paleógeno, que forman parte del denominado Cinturón de Peralta (Dolan, 1989), característico del flanco suroccidental de la Cordillera Central. Su estructura es la de un cinturón de pliegues y cabalgamientos vergentes hacia el Suroeste, dirección en la que llega a cabalgar sobre los depósitos neógenos de la cuenca de Azua.
- La cuenca de Azua – San Juan ocupa la zona meridional del cuadrante de la Hoja. En realidad esta cuenca es la terminación oriental de dos cuencas de mayor rango, la de San Juan y la de Enriquillo, las cuales forman parte del sistema de cuencas sedimentarias neógenas del Suroeste insular. Su relleno se llevó a cabo a través de una serie sedimentaria somerizante que evolucionó desde facies marinas profundas (Mioceno) hasta facies netamente continentales (Plioceno-Pleistoceno).

Completando este esquema general, es preciso destacar en el sector NO de la Hoja la presencia de rocas volcánicas cuaternarias que forman parte de la provincia volcánica de Yayas-Constanza

## **2.3. ESTRATIGRAFIA**

### **2.3.1. CRETÁCICO SUPERIOR. FORMACIÓN TIREO**

Se trata de los materiales más antiguos que afloran en el cuadrante ocupando la esquina NE del mismo. Son un conjunto de rocas volcanoclásticas e ígneas con intercalaciones esporádicas de niveles sedimentarios que constituyen mayoritariamente los relieves de la Cordillera Central. Han sido denominados como Terreno Tectónico de Tireo (Mann et al., 1991) y forman parte de un conjunto de fragmentos interpretados en un contexto de arco insular. Estos afloramientos atraviesan la isla de La Española con dirección NO-SE, tanto por territorio dominicano como haitiano y cabalgan hacia el SO sobre el Terreno Tectónico de Trois Rivières- Peralta mediante la zona de falla de San José - Restauración. Al NO es cabalgado por el Terreno Tectónico de Duarte a través de la zona de falla de Bonaó-Guacará.

En conjunto constituye una franja de unos 290 Km de longitud por 35 Km de anchura, constituida mayoritariamente por rocas volcanoclásticas, lavas e intercalaciones de rocas sedimentarias. Además el conjunto está intruido por numerosos apuntamientos de rocas plutónicas e hipoabisales. El límite norte queda definido por la falla de Bonao-Guaraca y el sur, por la zona de falla San José-Restauración. Por el SE, la formación se extiende hasta las proximidades de Baní (Area de El Recodo).

Las primeras referencias que aluden a la Fm. Tireo se deben a BOWIN (1960,1966), aunque posteriormente han sido objeto de estudio por parte de LEWIS et al. (1991) y por JICA y M.M.AJ (1984).

Tradicionalmente, ha habido cierta controversia en cuanto a la estratigrafía y subdivisiones cartográficas de esta formación, ya que mientras los autores japoneses plantean una subdivisión en tres miembros (inferior, medio y superior); Lewis et al (op. cit) proponen introducir el término Grupo Tireo dividiéndolo en dos (Grupos Tireo inferior y Grupo Tireo superior). La división realizada por Lewis et al (op. cit) se basa fundamentalmente en el quimismo de las rocas, (básicas o sálicas, respectivamente), mientras que la división de JICA & MMAJ conjuga otros criterios.

A grandes rasgos puede indicarse, que mientras en la zona occidental predominan los términos volcánicos y volcanoclásticos masivos, con frecuentes apuntamientos de rocas intrusivas e hipoabisales, en el sector más oriental se observan una serie de intercalaciones sedimentarias (calizas, lutitas, areniscas, hemipelagitas, etc) que confieren a la formación Tireo un carácter más estructurado

En el cuadrante de Azua las unidades cartográficas diferenciadas en la Fm Tireo son las siguientes:

- Rocas volcanoclásticas masivas o estratificadas con intercalaciones subordinadas de coladas y calizas.
- Alternancia decimétrica de tobas cineríticas (con niveles de chert), margas, calizas margosas y areniscas
- Calizas tableadas y en bancos de tonos blancos rojizos y grises

Una de las características más típicas de las tobas de la Fm. Tireo es la intensa alteración que han sufrido, dificultando en muchos casos el reconocimiento de la roca original. Además, hay que señalar que estos procesos de alteración hidrotermal son muy importantes, ya que llevan asociado, en muchos casos, depósitos minerales; tales como mineralización de sulfuros y metales base y metales preciosos ligados a procesos epitermales.

### 2.3.2. PALEÓGENO

A nivel insular, los materiales sedimentarios y metasedimentarios del flanco suroccidental de la Cordillera Central han sido interpretados como un fragmento de cuenca de *back-arc* e integrados en el denominado por Mann et al. (1991b) "Terreno Tectónico de Trois Rivières-Peralta".

En el cuadrante de Azua, la serie sedimentaria del Cinturón de Peralta ocupa parte de las Hojas de Azua, San José de Ocoa y Yayas de Viajama, habiéndose reconocido la totalidad del Gr. Peralta (Eoceno), así como parte del Gr. Río Ocoa (Eoceno superior).

#### 2.3.2.1. Eoceno inferior-superior (Grupo Peralta)

En la bibliografía relativa al Grupo Peralta se han individualizado las formaciones Ventura, Jura y El Número (Dolan, 1989):

- La Fm. Ventura (Eoceno inferior-medio) está integrada por una potente sucesión rítmica (superior a 1.000m) de areniscas y margas de naturaleza turbidítica; las areniscas, de carácter siliciclástica, son la litología predominante hacia el Sureste (Hojas de San José de Ocoa y Azua), en tanto que hacia el Noroeste aumenta la proporción margosa, que puede llegar a ser dominante (Hojas de Gajo de Monte, Padre Las Casas y Yayas de Viajama). Localmente, aparecen niveles conglomeráticos y volcánicos, de pequeña entidad.
- La Fm. Jura (Eoceno medio) posee una mayor uniformidad, estando constituida fundamentalmente por calizas tableadas blancas a grises de ambientes pelágicos, próximas a 200m de potencia. Como constituyentes subordinados aparecen niveles conglomeráticos polimícticos, diferenciados en la cartografía cuando sus dimensiones lo han permitido (Hojas de San José de Ocoa y Azua); otro tanto puede decirse de las intercalaciones volcánicas halladas (Hoja de San José de Ocoa).
- La Fm. El Número (Eoceno superior) está representada fundamentalmente por una sucesión pelítico-margosa, que intercala delgados niveles de areniscas turbidíticas, que puede alcanzar 3.000m de espesor. Cuando la unidad se encuentra completa, alberga niveles olitostromicos carbonatados de potencia moderada (megaturbiditas) y hacia techo, calizas bioclásticas y calcarenitas (Hojas de Sabana Quéliz y San José de Ocoa); no obstante, en la mayoría de los casos la unidad aparece incompleta debido a procesos erosivos o tectónicos.

- En la mayor parte de la región, entre las Fms. Jura y El Número aparece un tramo pelítico-carbonatado de tonos rojizos de 50-100m de espesor medio, que supone el tránsito entre ambas y que constituye un excelente nivel-guía. Presenta buenas condiciones de afloramiento en diversos puntos de la región, especialmente en el ámbito de la sierra de El Número y de los ríos Ocoa y Jura; por ello, y ante su falta de denominación en la literatura regional existente, en el presente trabajo se propone para él la designación como “Capas rojas de Jura”.

### 2.3.2.2. Eoceno superior (Grupo Río Ocoa)

El Grupo Río Ocoa se dispone discordantemente sobre el Grupo Peralta, tal como se puede apreciar en diversos puntos de la región y como se deduce de su contacto cartográfico. Además, la disposición en *onlap* del Grupo Peralta sobre la Fm. Tireo entre las Hojas de Gajo de Monte y Padre Las Casas, sugiere una disposición similar para el Grupo Río Ocoa con respecto al sustrato cretácico, como se aprecia en la Hoja de Constanza y se intuye en la de Sabana Quéliz, pese a que en ésta el contacto observable entre ambos grupos parece de naturaleza tectónica. En cuanto al techo del conjunto, no aflora en la zona, habiéndose reconocido exclusivamente en la terminación suroriental de la Cordillera Central, donde está marcado por la discordancia sobre la que se dispone el Grupo Ingenio Caei (Heubeck, 1988).

En el cuadrante de Azua existen buenos cortes parciales de la Fm. Ocoa, que han permitido considerar las siguientes unidades cartográficas:

- El cuerpo fundamental de la formación consiste en un tramo de margas y fangos, generalmente arenosos, con intercalaciones de areniscas turbidíticas, cantos polimícticos dispersos y eventuales bloques y olistolitos de origen diverso. Cuando se ha podido, esta unidad se ha diferenciado en una “facies organizada”, una facies “desorganizada con bloques y olistolitos” y una “facies esquistosa”, en función de su grado de desorganización interna o aspecto caótico, y de la presencia de una fábrica deformativa sinsedimentaria.
- Dentro de este tramo cartográfico principal, se reconocen potentes intercalaciones de conglomerados, de las cuales las estratigráficamente más altas enlazan con la potente unidad conglomerática que caracteriza la Fm. Ocoa en la Hoja de Sabana Quéliz
- También se reconocen varias intercalaciones calcáreas, dos de ellas en la parte media-baja de la serie, y otra, en la parte alta de la misma; esta última apenas llega a aflorar en la presente hoja, teniendo su principal desarrollo en la Hoja de Sabana Quéliz.

- Por último, son característicos de esta formación un buen número de bloques y olistolitos de todos los tamaños, algunos de ellos de dimensiones kilométricas. En unos, como es el caso del gran olistolito del sector NE del cuadrante, mayoritariamente constituido por la Fm Jura, se ha podido determinar su origen. En otros, la diferencia de facies con las litologías conocidas, ha aconsejado su separación cartográfica como olistolitos de atribución incierta
- La potencia de la Fm. Ocoa en el cuadrante se estima en 8.000m.

### 2.3.3. NEÓGENO

Está representado por materiales sedimentarios que forman parte del denominado por Mann et al. (1991b) Terreno Tectónico de Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba, dominio geodinámico de conocimiento deficiente y constituido por entidades estructurales y estratigráficas heterogéneas. Una de ellas está parcialmente incluida en la zona de estudio; es la Cuenca de Azua-San Juan, estrecha depresión tectónica de tipo *ramp valley* (Mann et al., 1991c) que con dirección NO-SE se localiza al SO de la Cordillera Central.

El límite entre ambos dominios está constituido por la zona de falla de San Juan-Los Pozos; en la zona de estudio esta falla corresponde a un cabalgamiento que produce la superposición de los materiales paleógenos del Cinturón de Peralta sobre los neógenos de la Cuenca de Azua-San Juan. Igualmente, el límite suroccidental de la cuenca se encuentra bien definido por el cabalgamiento de los materiales paleógenos de la sierra de Neiba hacia el NE; por el contrario, en el sector meridional, donde se produce la intersección de las Cuencas de Azua-San Juan y Enriquillo, el límite entre ambas es totalmente arbitrario y se establece en función de las directrices estructurales y no de las variaciones sedimentarias.

Los materiales neógenos de la Cuenca de Azua-San Juan, con un espesor comprendido entre 2.000 y 4.000m, comenzaron su deposición durante el Mioceno inferior a través de carbonatos de ambientes marinos que evolucionaron con el paso del tiempo hacia materiales detríticos de ambientes progresivamente más someros, de tal forma que a lo largo del Plioceno se produjo la instalación de un régimen continental prolongado durante el Cuaternario. A lo largo de todo este intervalo de tiempo, la región permaneció tectónicamente activa, existiendo diversas discordancias, más o menos evidentes según los casos, en el seno de la serie neógena.

Los sondeos existentes ponen de manifiesto la dificultad para separar los términos carbonatados citados de los carbonatos paleógenos infrayacentes; igualmente, existe una extremada similitud litológica entre los conglomerados superiores y las gravas cuaternarias recientes, separándose ambas por criterios geomorfológicos que, además, denuncian un cambio en el régimen geodinámico.

### 2.3.3.1. Mioceno-Pleistoceno Inferior

La bibliografía reciente relacionada con el relleno sedimentario de la Cuenca de Azua-San Juan establece la individualización de las Fms. Sombrerito, Trinchera, Quita Coraza, Arroyo Blanco y Arroyo Seco (García y Harms, 1988; McLaughlin et al., 1991), asignadas al intervalo Mioceno-Pleistoceno inferior y perfectamente correlacionables con las propuestas por Cooper (1983) en la región de Fondo Negro. No obstante, los estudios sedimentológicos realizados durante la elaboración de las Hojas de San José de Ocoa y Azua, han sugerido ciertas matizaciones con respecto a la paleogeografía establecida por McLaughlin et al. (1991), siendo las más destacadas las relativas a las Fms. Sombrerito y Trinchera, que en el área de Azua evidencian un ambiente deposicional considerablemente más somero que el propuesto por dichos autores en la región.

Por otra parte, la bibliografía también señala la existencia de numerosos datos fosilíferos que evidencian una notable heterocronía en cuanto al depósito de dichas formaciones (McLaughlin et al., 1991).

La Fm. Sombrerito (Mioceno inferior-superior) se presenta al Sureste de la región como una sucesión eminentemente carbonatada (Hoja de Azua) de espesor superior a 500m; esta sucesión se encuentra entre dos tramos de predominio margoso, deficientemente conocidos; hacia el Noroeste, las calizas intercalan niveles margosos, de tal forma que la unidad se presenta bajo su aspecto más característico, como una alternancia rítmica de calizas y margas (Hoja de Pueblo Viejo). Al Suroeste de la región, a techo de la Fm. Sombrerito se ha individualizado, a modo de miembro, un tramo de calizas arenosas denominado Mb. Gajo Largo.

La Fm. Trinchera (Mioceno medio-Plioceno inferior) es una potentísima alternancia rítmica de areniscas y margas de origen turbidítico (1.000-2.700m). Este aspecto general puede sufrir modificaciones locales como la práctica desaparición de los niveles margosos y la aparición de niveles conglomeráticos a techo (Hoja de Azua).

La Fm. Quita Coraza (Plioceno inferior) es un tramo esencialmente margoso en el que se intercalan delgados niveles de areniscas, cuyo espesor puede alcanzar 700m. A nivel regional no siempre está presente entre las Fms. Trinchera y Arroyo Blanco, tratándose de un tipo de facies de predominio margoso a techo de la Fm. Trinchera, por lo que parecería más lógico que recibiera el rango de miembro.

La Fm. Arroyo Blanco (Mioceno superior-Plioceno medio) posee un espesor próximo a 700m. Es la unidad más heterogénea pues, pese al predominio de los tramos conglomeráticos, no son extraños los niveles de calizas arrecifales, en algunos casos resedimentadas, ni de margas; hacia el Oeste de la región evoluciona hacia facies de tipo evaporítico.

La Fm. Arroyo Seco o Fm. Vía (Plioceno superior-Pleistoceno inferior) muestra un espesor muy variable que puede alcanzar 700m, siendo la única unidad

depositada íntegramente bajo un régimen continental. Está constituida por conglomerados polimícticos en bancos gruesos, entre los que se intercalan esporádicos niveles de arcillas. La denominación de Fm. Vía es empleada exclusivamente en las proximidades de Azua.

#### 2.3.4. CUATERNARIO

El registro cuaternario, ocupa una gran superficie en el cuadrante pudiendo establecerse en ella dos grandes grupos. Por una parte, los materiales más antiguos son de naturaleza volcánica y se encuentran ampliamente representados en sector de Yayas de Viajama. Por otra, los depósitos más recientes poseen origen sedimentario y se distribuyen por todo el cuadrante, de manera mayoritaria en su mitad Sur.

##### 2.3.4.1. Cuaternario volcánico

La profusión de materiales volcánicos de edad pliocena y cuaternaria constituye uno de los rasgos más peculiares de la región. Su presencia en el sector suroccidental de La Española ha sido puesta de manifiesto desde los trabajos pioneros de Vaughan et al. (1921) y confirmada posteriormente por numerosos autores, cuyos estudios se centraron en áreas y temas variados; entre ellos cabe destacar por su interés para el presente trabajo los de Olade (1980), Electroconsult (1983), Vespucci (1982, 1986) y García y Harms (1988).

Sus afloramientos en territorio dominicano se han dividido en dos grandes conjuntos: los más occidentales, agrupados en torno a San Juan, poseen afinidad alcalina y se correlacionan con los del territorio haitiano; por el contrario, los más orientales, localizados en el área de Constanza-Yayas de Viajama, de afinidad calcoalcalina predominante, presentan mayores variaciones petrológicas, así como una mayor dispersión temporal.

La zona objeto del presente estudio se encuentra íntimamente relacionada con la región volcánica de Constanza-Yayas de Viajama. A grandes rasgos, los afloramientos de ésta se distribuyen por una banda de dirección NE-SO de unos 30km de ancho, comprendida entre el valle de Constanza (NE) y el valle de San Juan-Llano de Azua (SO), con una amplia y variada representación en las Hojas de Padre Las Casas, Sabana Quéliz y Yayas de Viajama, superior en cualquier caso a la de las Hojas de Gajo de Monte, Constanza, San José de Ocoa y, especialmente, Pueblo Viejo, donde tan sólo aflora en el paraje conocido como El Mogote, que constituye la manifestación volcánica más meridional de la región.

La morfología de los afloramientos sugiere una tendencia migratoria de los centros efusivos en sentido SO-NE, confirmada por las dataciones radiométricas existentes (Olade, 1980; Electroconsult, 1983; Vespucci, 1986), que señalan edades superiores a 2 m.a. en las proximidades de Yayas de Viajama, donde los

centros de emisión son de difícil reconocimiento, e inferiores a 0.5 m.a. cerca de Constanza, donde las coladas se adaptan fielmente a la red fluvial actual; no obstante, la escasez de las dataciones invita a tomar con cautela cualquier tipo de generalización. La distribución morfológica y temporal permite la diferenciación de dos provincias volcánicas: Yayas de Viajama-Padre Las Casas, al Suroeste, y Valle Nuevo, al Noreste.

La provincia de Yayas de Viajama-Padre Las Casas posee una gran cantidad de afloramientos de pequeñas dimensiones, con frecuencia centros de emisión difíciles de reconocer en el paisaje por la notable acción de la morfogénesis cuaternaria sobre ellos; ante sus variaciones composicionales y texturales, resulta difícil su correlación. A grandes rasgos, parece reconocerse un episodio inicial de composición basáltico-andesítica, seguido inmediatamente por otro de predominio traquiandesítico, observándose en éste una mayor extensión de afloramiento.

El citado afloramiento de El Mogote, localizado en la Hoja de Pueblo Viejo, es la única representación contrastada del magmatismo alcalino en la zona. Los datos existentes señalan su desarrollo entre 1.0 y 0.6 m.a. (Electroconsult, 1983), así como su relación espacial con las cuencas sedimentarias neógenas. Se caracteriza por extensas coladas de baja viscosidad, emitidas por cráteres aún reconocibles, distinguiéndose algunos domos. Petrológicamente predominan los tipos de tendencias subsaturadas, como basaltos alcalinos y basanitas.

#### 2.3.4.2. Cuaternario continental

Posee una cierta variedad genética, con depósitos de origen fluvial, de ladera, lacustre, cárstico y poligénico, llamando la atención por su extensión los relacionados con la dinámica aluvial. Aunque se encuentran repartidos por todo el territorio de la Hoja, se concentran de forma especial en el Llano de Azua, donde se disponen a modo de tapiz del relleno neógeno de la Cuenca de Azua-San Juan. Los depósitos diferenciados han sido:

Fondos de Dolina; Fondos endorreicos; Glacis; Deslizamientos por reptación; Deslizamientos por gravedad; Abanicos aluviales; Canales meandriformes y llanura de inundación; Terrazas medias y altas; Coluvion; Fondos de valle.

#### 2.3.4.3. Cuaternario litoral

Lógicamente, se encuentra representado en una estrecha banda paralela a la línea de costa, con su mayor variedad de depósitos en playa Caracoles, aunque merece la pena destacar el paraje de Punta Vigía por sus posibilidades didácticas respecto a la dinámica litoral.

Se distinguen los siguiente depósitos:

Dunas

Depósitos lagunares

Playas y barreras  
Depósitos litorales  
Playas

## 2.4. SINTESIS TECTÓNICA DEL CUADRANTE DE AZUA

### 2.4.1. MARCO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

El cuadrante de Azua se localiza en el flanco suroccidental del sector central de la Cordillera Central. Los macrodominios estructurales representados en la Hoja son, de NE a SO, el basamento, el Cinturón de Peralta, y la Cuenca de Azua-San Juan hacia el Suroeste. (Fig. 3)

- El basamento está constituido por terrenos y formaciones de arco-isla que, generados y amalgamados durante el intervalo Jurásico superior-Eoceno, forman parte del Gran Arco de Islas del Caribe (Mann et al., 1991b). Los sectores más suroccidentales de este basamento, están representados por la formación o terreno (estratigráfico) de Tireo, el cual consiste en una potente serie de rocas volcanoclásticas con intercalaciones menores de lavas y niveles sedimentarios, perteneciente al Cretácico superior. La estructura interna de este basamento, difícil de descifrar por los fuertes relieves y su dificultad de acceso, se caracteriza por la presencia de una serie de imbricaciones o escamas y pliegues de gran radio asociados, con vergencia general hacia el SO.
- Cinturón de Peralta

Este dominio forma parte de la orla de cuencas tras-arco (back-arc) que acompaña al Gran Arco de Islas del Caribe (Mann et al., 1991 b). En su sector suroriental, diversos trabajos de Heubeck y Dolan han subdividido la estratigrafía del Cinturón en tres grandes grupos deposicionales, separados entre sí por discordancias mayores que, en algún caso, pueden estar retocadas por fallas: Grupo Peralta (Paleoceno-Eoceno), Grupo Río Ocoa (Eoceno medio-Mioceno inferior) y Grupo Ingenio Caei (Mioceno inferior-Pleistoceno). En el ámbito de la zona de estudio, tan solo el Grupo Peralta está representado con todas sus formaciones (Ventura, Jura y El Número), mientras que el Grupo Río Ocoa sólo aflora su formación basal (Ocoa), en tanto que sus formaciones suprayacentes (El Limonal y Majagua), así como todo el Grupo Ingenio Caei, quedan circunscritas al extremo suroriental de la Cordillera Central.

La estructura interna del Cinturón de Peralta y, más concretamente, del Grupo Peralta, está definida por un sistema de cabalgamientos y pliegues genéticamente relacionados, cuyo desarrollo se ha querido correlacionar con el del prisma acrecional de la Fosa de los Muertos (Biju-Duval et al., 1983; Heubeck y Mann, 1991). Esta deformación se ha situado, a partir del Eoceno, en un contexto de subducción (*underthrusting*) del fragmento del *plateau*

oceánico del Caribe que caracteriza el sector meridional de la isla (y el sustrato del actual mar Caribe) bajo el moribundo arco de islas, representado por los terrenos cretácico-eocenos de la Cordillera Central y del resto de la isla, de tal forma que el Cinturón de Peralta ocultaría una sutura entre dos fragmentos litosféricos oblicuamente convergentes (Heubeck y Mann, 1991; Dolan et al, 1991). En este contexto, las formaciones del Grupo Río Ocoa se interpretan como megasecuencias de cuenca delantera de arco depositadas sobre la parte interna del prisma acrecional, en algunos casos con un fuerte control tectónico (Fm.Ocoa). Alternativa o adicionalmente, los autores mencionados también relacionan la deformación del Cinturón de Peralta con un corto evento de colisión oblicua y/o movimiento en dirección de la plataforma carbonatada de las Bahamas perteneciente a la placa Norteamericana, con el Gran Arco de Islas de la placa del Caribe, proceso que pudo haber inducido una componente de retrocabalgamientos en el Cinturón de Peralta.

- La Cuenca de Azua-San Juan, situada al Suroeste del Cinturón de Peralta, se ha integrado en el poco definido terreno de Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba (Mann et al., 1991b) junto con la Cuenca de Enriquillo y diversas sierras mal conocidas, todas ellas situadas en el sector centro-occidental de la isla. Su estructura regional es del tipo "domos y cubetas", consistente en una serie cubetas sinclinales de dirección NO-SE a ONO-ESE, separadas por domos anticlinales con inmersiones opuestas a lo largo del eje, cuyos márgenes suelen ser cabalgantes sobre las cubetas (Mann et al., 1991c); individualmente, cada una de éstas tiene una sección del tipo "*ramp valley*". Las cubetas están rellenas por materiales del Mioceno medio-Pleistoceno, correspondientes a ambientes marinos en la base y continentales a techo, conformando en conjunto una macrosecuencia somerizante. Los domos anticlinales sacan a la superficie series más antiguas, generalmente carbonatadas, del Paleoceno-Mioceno medio, algunas de las cuales podrían ser, al menos parcialmente, correlacionables con series equivalentes del Grupo Peralta (la Fm. Neiba con la Fm. Jura). No obstante, algunas de las sierras principales (Bahoruco, Neiba, Chaîne de Matheux en Haití) muestran en sus núcleos rocas ígneas y volcánicas atribuidas al intervalo Cretácico superior-Eoceno, cuya posible relación con la Fm. Tireo es desconocida. En el estricto ámbito de la Cuenca de Azua estudiado en el presente proyecto, las rocas más antiguas aflorantes en las estructuras anticlinales pertenecen a la Fm. Sombrero, del Mioceno, que probablemente también sea la formación más antigua alcanzada en los sondeos petrolíferos realizados en la cuenca.

La Cuenca de Azua-San Juan se sitúa en el antepaís del Cinturón de Peralta y tanto su relleno como su estructura interna han sido controladas por la evolución estructural de éste. Los domos o estructuras anticlinales anteriormente mencionados, no son sino una respuesta del sustrato de la cuenca al avance de la deformación hacia el antepaís a medida que progresaba la convergencia, posiblemente oblicua, con el margen

septentrional del *plateau* oceánico del Caribe, supuestamente aflorante en la sierra de Bahoruco (Mann et al, 1991 b y c).

Aparte de las características estructurales específicas de cada macrodominio, hay una tectónica común a todos ellos que es la importante tectónica de desgarres, cuya incidencia se generalizó en toda la isla a partir del Mioceno, una vez que todos los elementos integrantes de la misma, especialmente sus segmentos meridional y centro-septentrional, estuvieran soldados, persistiendo hasta la actualidad.

Otro elemento estructural a considerar en la región es el *ridge* de Beata (Heubeck y Mann 1991), promontorio alargado con forma de cuña hacia el Norte que se dispone en el centro del *plateau* oceánico del Caribe con una dirección NNE-SSO, transversalmente a los límites meridional de La Española y septentrional de la placa Sudamericana. Según Heubeck y Mann (1991) y Mann et al. (1991c), el *ridge* de Beata funcionó a partir del Plioceno medio como un *indenter* que, empujado desde el otro margen, bajo el cual subduce, colisionó con el sector central de La Española, “incrustándose” en una zona no del todo bien definida, pero que más o menos coincide con la bahía de Ocoa. Pese a que la presencia del *ridge de Beata* en la zona de estudio es muy localizada y se limita al *offshore* de la bahía de Ocoa, los efectos del *indenter* afectan a un amplio sector de la misma. A él se asocia una intensa fracturación, de dirección subparalela a la del propio *indenter* que, a modo de corredor con una anchura superior a los 20km discurre desde la citada bahía hasta al menos las inmediaciones de Bonao, corredor que parece ser una importante fuente de sismicidad. Asimismo, en la zona de colisión se produjo, como consecuencia del mismo proceso, la rotación horaria de las escamas frontales del Cinturón de Peralta (Heubeck y Mann, 1991).

Especialmente por sus implicaciones neotectónicas, es preciso hacer mención del volcanismo cuaternario del sector centro-occidental de la isla, cuya presencia en la zona de estudio es amplia, al disponerse en una banda de dirección NNE-SSO de 10 a 20km de ancho, que ocupa parte de las Hojas de Pueblo Viejo, San José de Ocoa, Yayas de Viajama, Padre Las Casas, Sabana Quéliz, Gajo de Monte y Constanza. En la zona predomina el carácter calcoalcalino, con el que dieron comienzo las emisiones, si bien también existen puntuales evidencias de emisiones alcalinas, mucho más abundantes hacia el Oeste, en el ámbito de San Juan. Para algunos autores (Mann et al., 1991c), el paralelismo entre la banda de volcanismo cuaternario y el *ridge* de Beata, así como su similar edad y progresiva migración hacia el Noreste, implican la relación genética entre ambos. Sin embargo, el hecho de que el uno y el otro no estén totalmente alineados, lleva a sugerir a los mismos autores que el volcanismo también pudo estar controlado por la terminación oriental de la falla de Enriquillo, en un contexto transtensional.

## 2.5. HISTORIA GEOLÓGICA

La comprensión de la historia geológica del cuadrante de Azua no es posible sin su integración en un contexto geológico y temporal más amplio; su situación en el límite entre dos grandes dominios: la Cordillera Central y la Cuenca de Azua – San Juan hace obligatorias las referencias a ambos por lo que en el presente capítulo serán especialmente frecuentes las alusiones al territorio comprendido dentro de los cuadrantes a escala 1:100.000 de Constanza y Bonao, incluidas en la zona de estudio del presente proyecto.

A grandes rasgos y desde un punto de vista geodinámico, la historia geológica de La Española a partir del Cretácico superior es el resultado de la interacción entre las placas Norteamericana y Caribeña; aunque el límite entre ambas ha sufrido modificaciones en su régimen debido a los cambios de orientación de sus desplazamientos relativos, se ha llevado a cabo bajo un contexto general de convergencia. En estas condiciones, la región se caracteriza por una compleja evolución tectónica a lo largo del Cenozoico, durante el cual la deformación ha sido prácticamente continua; aunque en general refleja la típica evolución de un cinturón de pliegues y cabalgamientos, en sus estadios más tardíos se ha visto afectada por diversos acontecimientos que han trastocado esta evolución general, entre los que cabe destacar por sus efectos en la región la colisión del *ridge* de Beata y la creación de un notable sistema de desgarres.

La evolución paleogeográfica de la región permite diferenciar tres grandes etapas:

- Cretácico superior, caracterizado por la construcción de un arco insular precursor de la actual Cordillera Central.
- Paleógeno, definido por una notable acumulación sedimentaria a favor de un surco submarino paralelo al arco insular cretácico.
- Neógeno-Cuaternario, caracterizado por la estructuración definitiva de la región, con creación de diversas cuencas rellenas por sedimentos marinos y continentales. Si bien éstas quedan fuera de los límites de la Hoja, su conocimiento es imprescindible a fin de establecer la secuencia de acontecimientos más recientes de la zona.

### 2.5.1. El arco insular del Cretácico superior

La historia geológica de la región suroccidental de la Cordillera Central basada en los afloramientos existentes se remonta al Cretácico superior, cuando la polaridad en la subducción del sector septentrional protocaribeño habría sufrido una inversión, cuyos pormenores no han sido convenientemente detallados aún. En cualquier caso, el régimen geodinámico de comienzos del Cretácico, durante el cual la protoplaca Caribeña subduciría hacia el Norte dando lugar a las primeras formaciones de arco-isla de La Española, se vería bruscamente abortado a mediados de dicho periodo, posiblemente como consecuencia de una modificación

en el rango de competencia en relación con otras placas vecinas. Algunos autores (Draper y Gutiérrez Alonso, 1997) proponen que el cierre de la subducción del Cretácico inferior estaría provocado por un proceso de obducción (Aptiense-Albiense) en el que se verían implicadas, entre otras, las Fms. Duarte y Loma Caribe, proceso seguido por el comienzo de la subducción de la litosfera atlántica bajo la caribeña.

En este contexto de subducción entre placas integradas por litosfera oceánica, se produjo la construcción de un arco insular en cuya paleogeografía de detalle permanecen aún notables incertidumbres. No obstante, los materiales generados durante su actividad permiten establecer ciertas pautas generales en lo que concierne a la paleogeografía del Cretácico superior. Esta se caracteriza por un complejo volcánico principal, localizado en una banda de dirección próxima a NO-SE, exterior a la región de estudio y situada en áreas nororientales; su construcción estuvo relacionada con la emisión de magmas calcoalcalinos cuya naturaleza evolucionó con el paso del tiempo. Simultáneamente, la región correspondería a una cuenca marina de profundidad moderada, en la que la actividad del arco se reflejó principalmente por la llegada de flujos volcanoclásticos masivos (Fm. Tireo), reconociéndose junto a ellos la esporádica llegada de lavas y la extrusión de domos, así como la intrusión de cuerpos subvolcánicos.

La actividad magmática no se produciría simultáneamente en todo el arco ni se mantendría constante con el paso del tiempo, de tal forma que existieron zonas y periodos de mayor tranquilidad en los que se desarrollaron procesos puramente sedimentarios, el más frecuente de los cuales fue la deposición de carbonatos, aunque tal vez el más característico serían las acumulaciones de Radiolarios relacionadas con la formación de cherts.

La actividad magmática relacionada con la subducción no estuvo restringida a los procesos volcánicos, sino que produjo ingentes masas de composición tonalítica encajadas en la Fm. Tireo. Su emplazamiento como batolitos y *stocks* se produciría a finales del Cretácico y comienzos del Terciario, probablemente hasta el Eoceno .

La existencia de este arco insular y la de sus productos derivados, está fuera de toda duda en lo que actualmente es el flanco suroccidental de la Cordillera Central (Hojas de Gajo de Monte, Constanza, Bonaó, Padre Las Casas, Sabana Quéliz, Arroyo Caña y San José de Ocoa, entre otras), pero no puede decirse lo mismo de la región situada al Suroeste de aquél (Hojas de Yayas de Viajama, Pueblo Viejo y Azua). En efecto, los datos existentes acerca del sustrato de la Cuenca de Azua-San Juan y de parte del Cinturón de Peralta, no permiten confirmar la presencia de productos derivados del arco insular durante el Cretácico superior, siendo la hipótesis alternativa más probable, la de que dicha zona estaría encuadrada en la cuenca marginal aislada a espaldas del arco, caracterizada por un sustrato de naturaleza basáltica, semejante al descrito en Haití (Mercier de Lepinay, 1987).

### 2.5.2. La cuenca paleógena de *back arc*

La ausencia de registro cercano al límite Cretácico-Terciario impide precisar la secuencia de acontecimientos seguida en la región entre el cese de la actividad del arco cretácico y el inicio de la sedimentación terciaria; éste tendría lugar a comienzos del Eoceno, sin que deba descartarse que se produjera en el Paleoceno. En cualquiera de los casos, el dispositivo en el que se produjo la sedimentación paleógena estuvo caracterizado por un profundo surco submarino alargado según NO-SE, paralelo a los relieves del arco cretácico extinguido, que se encontrarían al Noreste. El arco, localizado en el ámbito de la actual Cordillera Central, actuó como área madre de la que se nutriría la cuenca, situada en el ámbito del actual Cinturón de Peralta, cuyo relleno se llevó a cabo en dos grandes etapas, relacionadas con la sedimentación de los grupos deposicionales Peralta y Río Ocoa.

En este contexto, la sedimentación paleógena estuvo condicionada por los cambios batimétricos de la cuenca y por la actividad del área madre, integrada por afloramientos de la Fm. Tireo. Los primeros estuvieron influidos por la relación entre la tasa sedimentaria y la subsidencia de la cuenca, notables en ambos casos, pero evidenciando en cualquier caso una tendencia global de somerización. Por su parte, la segunda estuvo condicionada por la evolución tectónica, que muestra los rasgos de un típico cinturón de pliegues y cabalgamientos en el que la deformación se propagaría desde las zonas más internas (NE) hacia las más externas (SO).

La sedimentación paleógena se inició a través del depósito de la Fm. Ventura. El surco paleógeno sufrió la invasión de lóbulos turbidíticos correspondientes a abanicos submarinos profundos, propagados hacia el Sureste y nutridos del desmantelamiento del arco cretácico, llevado a cabo con una elevada tasa erosiva, como sugiere la potente acumulación sedimentaria registrada, que ocasionó que sus últimos depósitos se acumularan en condiciones más someras.

Durante el Eoceno medio, coincidiendo con éstas, tuvo lugar un episodio de sedimentación pelágica en un ambiente de rampa carbonatada, característico del depósito de la Fm. Jura.

La elevada tasa de sedimentación característica del Paleógeno en la región, sufrió una considerable disminución en el paso al Eoceno superior, registrándose un episodio de condensación en ambientes pelágicos cuyo resultado son las Capas rojas de Jura. El posterior depósito de la Fm. El Número supuso un nuevo incremento de la tasa sedimentaria, con una potente acumulación de depósitos pelíticos en condiciones pelágicas no abisales, con intercalaciones turbidíticas de posible origen prodeltaico, reflejando condiciones más someras que las correspondientes a la Fm. Ventura. La estabilidad del depósito de la Fm. El Número se vio interrumpida por la llegada de depósitos desorganizados relacionados con un talud, estabilizándose nuevamente durante sus últimos compases, caracterizados por varios episodios de somerización en un ambiente

de plataforma carbonatada (Hojas de San José de Ocoa y Sabana Quéliz).

Dentro de los signos inequívocos de actividad tectónica en la región durante el Paleógeno, el acontecimiento principal tuvo lugar en el Eoceno superior, en relación con un proceso de imbricación de escamas en la Fm. Tireo, y su principal consecuencia fue la sedimentación del Grupo Río Ocoa, en discordancia sobre el Grupo Peralta, que ya habría comenzado su deformación. El depósito de la Fm. Ocoa tuvo lugar durante el Eoceno superior, sin que deba descartarse que pudiera prolongarse parcialmente durante el Oligoceno.

Al igual que en el caso del Grupo Peralta, la cuenca en la que se produjo la sedimentación de la Fm. Ocoa correspondería a un profundo surco alargado según NO-SE, limitado al Noreste por un frente activo (Cordillera Central), y al Suroeste por un margen más estable, en el que se llevaría a cabo el depósito de las calizas de la Fm. Neiba. La distribución de facies de la Fm. Ocoa denuncia inequívocamente una mayor distalidad hacia el Sureste y una clara tendencia somerizante con el paso del tiempo. Así, en el sector septentrional (Hojas de Sabana Quéliz y Constanza) se depositaron espectaculares masas conglomeráticas correspondientes a abanicos deltaicos, en tanto que hacia el Sureste (Hojas de San José de Ocoa y Azua) se acumularían depósitos pelíticos de origen turbidítico, siendo frecuente la incorporación de depósitos olistostrómicos relacionados con episodios de inestabilidad y con la existencia de taludes.

A lo largo del tiempo se registraron periodos de estabilidad de la cuenca que permitieron la deposición de carbonatos en contextos de rampa pelágica y plataforma carbonatada, apreciándose una evolución hacia facies más someras a medida que el surco fue colmatándose; este proceso requirió un impresionante aporte de material a la cuenca a fin de vencer su elevada tasa de subsidencia.

### 2.5.3.LAS CUENCAS NEÓGENAS

La sedimentación neógena dio comienzo en una cuenca amplia y, a grandes rasgos, uniforme, localizada al Suroeste del frente activo de la Cordillera Central, integrado por el Cinturón de Peralta, del cual constituiría por tanto su cuenca de antepaís.

Al régimen marino inicial siguió una clara tendencia somerizante, hasta ser sustituido definitivamente por un régimen continental a finales del Neógeno. Esta tendencia somerizante fue favorecida por el avance del cinturón de pliegues y cabalgamientos, que provocó la progresiva restricción y compartimentación de la cuenca inicial. La evolución regional se vio complicada por la superposición de dos acontecimientos de envergadura geodinámica sobre la dinámica propia del cinturón: la aproximación desde el Suroeste del *ridge* de Beata, que actuó a modo de *indenter*, y el desarrollo de un sistema de desgarres de dirección E-O, como consecuencia de la convergencia oblicua entre las placas Norteamericana y Caribeña. En sus episodios más recientes, la región se ha caracterizado por un

intenso volcanismo, posiblemente relacionado con dichos acontecimientos, pero sin explicación plausible en la actualidad.

### **3.- INDICIOS Y YACIMIENTOS MINERALES, DE ROCAS INDUSTRIALES Y ORNAMENTALES DEL CUADRANTE DE AZUA.**

El cuadrante de Azua no presenta ningún indicio de sustancia metálica en su superficie.

A escala regional se encuentra flanqueado al Norte y Este por los cuadrantes de Constanza y San Cristobal en los que afloran distintas formaciones geológicas consideradas como metalotectos de interés, dadas las mineralizaciones que engloban. En el cuadrante que nos ocupa, solo la Formación Tireo presenta interés, dadas sus posibilidades para albergar yacimientos de sulfuros, de distinta tipología como queda de manifiesto en el cuadrante de Constanza, donde además del relevante yacimiento de oro de El Centenario, están localizados numerosos indicios de Cu, Zn y Au. Esta Formación solo aflora en una pequeña proporción del cuadrante de Azua, en la esquina NE, del mismo, y aún cuando la litología es en todo semejante a las zonas mineralizadas en otras áreas, aquí, su escasa representación superficial, unida a la falta de otros factores condicionantes favorables como zonas de cizalla, intrusiones riolíticas o dioríticas, conforman un panorama poco alentador para encontrar yacimientos metálicos.

Por el contrario es el relacionado con la explotación de hidrocarburos, el sector de mayor interés económico del cuadrante de Azua que se describirá más adelante. En el campo de las rocas industriales y ornamentales se tiene constancia de haber sido objeto de aprovechamiento, con una cierta continuidad en el cuadrante, si bien centrándose siempre en el ramo de las rocas industriales y tratándose de pequeñas canteras que o bien se encuentran inactivas o funcionan intermitentemente.

#### **3.1. SUSTANCIAS ENERGÉTICAS.**

Como se ha señalado anteriormente, el interés mostrado en la búsqueda de hidrocarburos en la región suroccidental de la República Dominicana, merece comentarse así como su evolución histórica y potencialidad.

Hay que citar la presencia de un pequeño indicio de Lignito, sin valor económico, situado en la Hoja de San José de Ocoa.

##### **3.1.1. ASPECTOS GENERALES E HISTORIA MINERA.**

Una interesante puesta al día sobre estos aspectos es la elaborada por Mann y Lawrence (1991), resumiéndose a continuación los rasgos más relevantes relativos a la región del Llano de Azua principalmente, sin que deba olvidarse que sus exploraciones están relacionadas con las del Valle de San Juan y la Cuenca de Enriquillo. Diversas razones, principalmente la compleja evolución tectónica de la región y la poca favorabilidad para el desarrollo de rocas madre en ámbitos de

arco insular, han provocado una tradicional desconfianza general sobre la potencialidad del sector septentrional del Caribe en cuanto a la explotación de hidrocarburos. No obstante, la aparición de éstos tanto en Cuba como en La Española, ha sugerido su potencialidad desde los primeros compases del presente siglo.

Las primeras perforaciones de la región de Azua tuvieron lugar en 1905 en los campos Maleno e Higuero, algunos kilómetros al Oeste de dicha capital, donde se obtuvo petróleo de buena calidad y gas; no obstante, la producción no alcanzó un nivel relevante hasta 1927, en el campo de Higuero, llevándose a cabo por parte de la Texas Company.

Los trabajos fueron interrumpidos entre 1928 y 1939, en que la Seaboard Oil Company adquirió una amplia concesión. Sus primeros sondeos, Maleno-1 y Maleno-1A encontraron petróleo en las areniscas de la Fm. Arroyo Blanco; además, se señalaron diversos anticlinales fuera de los campos Maleno e Higuero y se desarrollaron campañas geofísicas entre 1944 y 1946 (gravedad, sísmica), así como tres nuevas perforaciones (Quita Coraza-1, El Mogote-1 y Las Hormigas-1).

Las exploraciones sufrieron un nuevo abandono hasta que en 1956 la Compañía Petrolera Dominicana adquirió concesiones que cubrieron la mayor parte del país; su filial, la Compañía Petrolera Azuana inició sus trabajos con dos nuevas perforaciones en 1958 (Kilómetro 19-1 y Arroyo Blanco-1). En 1960 se efectuaron dos nuevos sondeos (Kilómetro 19-2 y Maleno DT-1), volviendo la vista nuevamente al sector de Maleno, cuya producción resultó, no obstante, insignificante.

En 1969 Gas y Petróleo Dominicana e International Resources Limited reiniciaron los estudios de la región mediante sísmica, seguida por una serie de perforaciones que en su mayor parte encontraron petróleo y gas, que no fueron objeto de explotación.

COMPAÑÍA	FECHA	ÁREA	SONDEOS
TEXAS COMPANY	1905-29	Llano de Azua	Maleno Higuerito
SEABOARD OIL COMPANY	1939-47	Llano de Azua  Valle de Enriquillo Valle de San Juan	Maleno Maleno-1 A El Mogote-1 Las Hormigas-1 Quita Coraza-1 Mella-1 Comendador-1
COMPAÑÍA PETROLERA DOMINICANA	1956-60	Valle del Cibao Llano de Azua  Valle de Enriquillo	Kilometro 19-1 Arroyo Blanco-1 Kilometro 19-2 Maleno DT-1 Palo Alto-1 Mella-2 Cabritos-1
QUISQUEYA OIL CO. GAS Y PETROLEO	1964-78 1964-70	Valle del Cibao Sierra de El Número Llano de Azua	Sorpresa-1 Dominicanos-1
TENNECO	1969	Bahía de Ocoa Bahía de Neiba Valle del Cibao Bahía de Samaná	
PETROLERA LAS MERCEDES	1978-79	Cuenca de San Pedro  Valle del Cibao Llano de Azua	San Pedro-1 San Pedro-2 Santo Domingo-1
CANADIAN SUP.OIL.	1979	Valle de Enriquillo	Charco Largo-1
ANSCHUTZ CORP.	1980-81	Valle de San Juan	Candelón-1
MOBIL OIL COMP.	1991-95	Bahía de Ocoa	
ONCE-ONCE	1991	Valle Cibao Oriental	San Francisco Patch Reef. Pimentel Reef.
MOBIL-MURPFIN DO.	1995	Bani	Salinas
MURFIN DO-MALENO OIL OFFSHOX	1997	Azua-San Juan	

Simultaneamente, Tenneco desarrolló diversas campañas sísmicas en la

plataforma marina, entre ellas una en la bahía de Ocoa.

La información disponible de las labores efectuadas por la Mobil Oil Company desde 1991 comprende diversas líneas sísmicas de dicha bahía. Por último, durante la realización del presente trabajo se ha tenido constancia de la realización de una nueva campaña en la región Llano de Azua por parte de Murphin Dominicana; dada su confidencialidad no se ha tenido acceso a ningún tipo de información, aunque se tiene conocimiento de la elaboración de una nueva campaña sísmica.

### 3.1.2. POTENCIAL MINERO

Trabajos efectuados sobre la potencialidad petrolífera de la región (Mann y Lawrence, 1991) han señalado a la Fm. Sombrerito y la parte inferior de la Fm. Trinchera como rocas madre de la mayor parte de los hidrocarburos existentes; igualmente la roca almacén de éstos correspondería a los niveles areniscosos de la Fm. Trinchera y a ciertos tramos porosos, cuya génesis no ha sido bien explicada, de la Fm. Sombrerito. Una segunda génesis, de mucha menor entidad, podría estar relacionada con la Fm. Arroyo Blanco, que además serviría como roca almacén. En cuanto a su mejor trampa, corresponde a una serie de estructuras anticlinales selladas por cabalgamientos, dispositivo que además se relaciona con el grado de madurez más óptimo.

Sea como fuere, no existen datos que permitan cuantificar las reservas de ninguno de los potenciales almacenes de hidrocarburos; no obstante, existen algunas cifras orientativas acerca de la posible productividad, basadas en las explotaciones pasadas. La primera extracción de la que se tiene noticia se cifra en torno a 400 barriles diarios de petróleo en el pozo Higuero (Texas Company, 1905). La producción de los campos de Maleno e Higuero alcanzó 19.000 barriles (Seaboard Oil Company, 1939) de petróleo de 20° API; de los sondeos efectuados por esta compañía entre 1940 y 1947. Las Hormigas-1 mostró hidrocarburos en cantidades irrelevantes. Un nuevo intento de explotación del campo de Maleno (Petrotera Azuana, 1960), concluyó cuando se habían extraído 10.000 barriles y apareció agua, sin que se disponga de ninguna cuantificación de producción posterior. Estas cifras, que reflejan a grandes rasgos los resultados extractivos de la exploración de casi un siglo, no invitan a adoptar una postura demasiado optimista con respecto a la potencialidad petrolífera del Llano de Azua, aunque tal vez los nuevos modelos geológicos de la región sugieran un replanteamiento de las estrategias a seguir en futuras exploraciones.

De acuerdo con todo lo anterior, las zonas más favorables para la búsqueda de hidrocarburos en la zona se situarían bajo el frente del Cinturón de Peralta, si bien habría que exceptuar el sector afectado por el indenter de Beata (Noreste de la Hoja), debido a su intensa fracturación, que podría haber provocado una gran distorsión de las rocas almacén e incluso la fuga de aquellos. Parece aconsejable que cualquier futura campaña de prospección incluya líneas sísmicas en dicho frente, tal vez en una banda de algunos kilómetros de ancho, como aconseja el

moderado ángulo de su cabalgamiento frontal (zona de falla de San Juan-Los Pozos).

Lignito: se trata de un pequeño indicio, lentejonar, con dimensiones reducidas, 0,30 m. de potencia y 1 m. de longitud. Aparece en un corte del río Benilejo, interestratificado en areniscas y margas, de la formación Sierra de El Número. Carece del más mínimo interés económico.

## **3.2. ROCAS INDUSTRIALES Y ORNAMENTALES**

Junto con la exploración-explotación de hidrocarburos, se trata de un grupo de sustancias del que se tiene constancia de haber sido objeto de explotación, si bien en todos los casos dentro del campo de las rocas industriales y de manera intermitente.

### **3.2.1. ASPECTOS GENERALES E HISTÓRICOS**

Al igual que en el caso de los minerales metálicos y no metálicos, se constata un gran desinterés histórico por este tipo de sustancias en la zona, como se desprende de los inventarios realizados. El más reciente, elaborado por INYPSA (1985), señalaba la existencia de únicamente seis canteras, abandonadas o de funcionamiento intermitente; En el presente trabajo (ver cuadro) se han localizado 39 indicios de los cuales solo 7 presentan una actividad intermitente y solo una explotación en activo, correspondiente a las salinas de Punta Vigía. El cuadro resume las principales características de las canteras del cuadrante.

Como puede apreciarse la mayoría corresponden a graveras, encontrándose bastante repartida las demás sustancias,. Excepto en el caso de las citadas salinas, todas respondían a un ámbito local y en su mayor parte, a pequeñas demandas circunstanciales, generalmente dentro del campo de los áridos naturales.

### **3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SUSTANCIAS**

#### *Arena*

Se trata de tres explotaciones de arenas cuaternarias, prácticamente irreconocible en la actualidad, pese a haberse abandonado hace tan solo unos pocos años. Su cómodo acceso y su sencilla extracción sugieren que su abandono se debió a razones de mercado o de seguridad. Su uso se relacionó con el campo de los áridos y de los aglomerantes.

#### *Arenisca*

Su único representante corresponde a una cantera reciente de pequeña envergadura y funcionamiento intermitente situada en las inmediaciones de la carretera Las Yayitas-Bichi. Explota como áridos los niveles de areniscas de la Fm. Trinchera, probablemente en respuesta a necesidades puntuales,

estimándose unas reservas medias.

### *Caliza*

Pertencen a este grupo canteras ubicadas en las Fms. Jura y Sombrerito, actualmente abandonadas. La mayor de ellas, de dimensiones medias y localizada en el cerro El Peñón junto a la carretera Azua-Bani, ha sido abandonada recientemente y su producto fueron áridos de trituración, probablemente empleados en la construcción de carreteras; la otra, localizada en la loma Vigía, es de menores dimensiones y, junto a otras extracciones de dimensiones mínimas no consideradas, fue aprovechada para la construcción de la pista que conduce a las salinas. Como dato orientativo sobre sus propiedades geomecánicas cabe señalar el porcentaje de desgaste de 46.09 proporcionado por una muestra de la primera cantera en la prueba de desgaste Los Angeles.

### *Grava Conglomerados*

Como se ha señalado, es la sustancia sobre la que se ha desarrollado una mayor actividad extractiva, aunque en todos los casos se trata de graveras de pequeña envergadura y funcionamiento ocasional o intermitente, cuyo empleo se inscribe en el campo de los áridos naturales. Esto es debido, sin duda, a su fácil extracción y sencillo tratamiento, al menos al ser comparado con el correspondiente a los materiales utilizados como áridos de trituración, fundamentalmente calizas.

Se ha inventariado 26 extracciones, todas ellas de buena accesibilidad, localizadas en gravas pertenecientes a abanicos aluviales o los cauces encajados en ellas (ríos Ocoa, Banilijos), excepto la que explota gravas de la Fm. Vía (6) a pie de Loma Vieja, junto a la carretera de Azua-Baní. Su ubicación sugiere que su producto, al igual que en el caso de los restantes usos como áridos, se ha encaminado a la construcción de las vías de comunicación cercanas.

### *Sal común.*

Su única explotación se ubica en el paraje de Punta Vigía, al que se accede mediante una pista de buena calidad que parte de la playa de Monte Rio. Las dimensiones de las salinas son medias y en la actualidad se encuentran en activo, si bien su producción no parece excesiva, lo que sugiere un ámbito de mercado local.

Las condiciones fisiográficas y climáticas favorecen la evaporación del agua del mar, aislada de éste gracias a la presencia de una barrera natural.

### *Tobas (Bas)..*

Esta sustancia se ha aprovechado como árido natural para el pavimento de la carretera a Carmona debido a su alto grado de alteración que favorece su extracción. Como en casos anteriores se trata de una pequeña cantera, ya abandonada.

### 3.2.3. POTENCIAL MINERO

#### 3.2.3.1. Rocas Ornamentales

Son poco esperanzadoras las expectativas relativas a este tipo de sustancias, cuyo potencial parece prácticamente restringido al campo de las rocas industriales. En efecto, la inexistencia de canteras que hayan tenido fines ornamentales no responde a una coyuntura temporal sino que obedece a una carencia prácticamente total de recursos. Tan solo algunos tramos calizos de la Fm. Sombrerito poseen un aspecto que haga pensar en su aprovechamiento con tales fines, pero en todos los casos observados, su intensa fracturación lo desaconseja; no obstante, por la extensión de sus afloramientos no debe descartarse de forma concluyente su favorabilidad en áreas muy localizadas.

#### 3.2.3.3. Rocas Industriales

Justamente lo contrario puede decirse de la potencial extracción de áridos, cuyas reservas podrían considerarse prácticamente inagotables, pero que en realidad tan solo responden a demandas coyunturales de pequeña envergadura y uso local. En el caso de los áridos naturales, las gravas y arenas cuaternarias poseen una extraordinaria extensión, cubriendo la mayor parte del Llano de Azua, y una gran facilidad extractiva, lo que las condena a su rápido abandono una vez cubiertas las necesidades de áreas próximas. En cuanto a los materiales susceptibles de empleo como áridos de trituración, su potencialidad es también extraordinaria, pero su localización en áreas montañosas, generalmente alejadas de núcleos de población, junto con unos procesos de transformación más complejos que en el caso de los naturales, los hace menos atractivos que estos; en respuesta a posibles demandas podrían incluirse en este grupo las calizas de las Fms. Jura y Sombrerito, así como las areniscas de las Fms. Ventura y Trinchera.

Por otra parte, los materiales margosos de las Fms. El Número, Ocoa y Quita Coraza no poseen un carácter favorable para su potencial aprovechamiento, a pesar de su extensión. Su contenido en carbonato descarta su empleo como producto cerámico, e igualmente la intercalación de areniscas, conglomerados e incluso olistolitos, desaconseja su utilización como aglomerante. En relación con este uso, las calizas de la Fm. Sombrerito carecen de interés por sus impurezas, si bien las de la Fm. Jura podrían llegar a tenerlo en la fabricación de cal o cemento.

Por último, el litoral de la bahía de Ocoa posee diversas áreas lagunares semejantes a la de Punta Vigía y que, por tanto, hacen albergar esperanzas como potencial fuente de recursos salinos.

### 3.3. MODELO METALOGENETICO

Hablar de “modelo metalogénico” en el cuadrante de Azua, donde no existe ningún indicio de mineralización metálica, es una tarea ingrata, y por ello lo único preceptivo en este caso es referirnos a la potencialidad que encierra la única Formación con interés desde este punto de vista. En efecto, la Formación Tireo, aflorante de forma muy restringida en la esquina NE del cuadrante, es la única en la que en los cuadrantes vecinos de Constanza, al N; S.Cristobal al E, y Bonao al NE, alberga yacimientos e indicios de cierto valor económico.

En estos, las mineralizaciones de mayor interés económico, corresponden a las venas y reemplazamientos epitermales; parece haber sistemas epitermales de baja sulfidación típicos suprayacentes a domos subvolcánicos ácidos.

Es posible que en la Fm. Tireo también existan mineralizaciones de sulfuros masivos. El quimismo calcoalcalino de las rocas es, en teoría, más favorable para albergar este tipo de yacimientos que otras Formaciones presentes en los cuadrantes estudiados en este Proyecto, como la Fm. Los Ranchos, Fm. Peralvillo Sur o Siete Cabezas.

Las guías de prospección más útiles, serían la localización de zonas con alteración hidrotermal (sericitización, cloritización, caolinización y silicificación), la identificación de facies proximales de productos volcánicos (lavas, brechas, aglomerados), y estructuras circulares (calderas de colapso).

Asimismo hay que tener en cuenta que si la tipología de los sulfuros masivos es distal, estos deben estar ligados a cuencas volcanosedimentarias con un cierto componente terrígeno-detritico, así como no conviene olvidar su relación espacial con horizontes exhalativos tipo jaspes hematíticos, y mineralizaciones de barita.

### **3.4. INFRAESTRUCTURA MINERA**

En el cuadrante de Azua, solo existe una infraestructura propiamente minera, mínima ligada a la explotación salinera de Loma Vigía.

Esta consiste en una pista de acceso desde la playa de Monte Río, y los medios para el acopio y carga de la sal, una vez retirada de la salina.

La infraestructura viaria general, portuaria y energética es aceptable en las zonas próximas a la costa, siendo muy deficiente en el resto, lo que originaría un fuerte incremento en los costos de producción de cualquier actividad extractiva que se localizase en esas áreas.

## **BIBLIOGRAFIA**

**BERMÚDEZ, P.J. (1949):** Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research Special Publication, 25, 322p.

**BIJU-DUVAL, B.; BIZZON, B.; MASCLE, A. Y MULLER, C. (1983):** Active margin processes; field observations in southern Hispaniola. En : Studies in continental margin geology (WATKINS, J.S. y DRAKE, C.L., Eds.), American Association of Petroleum Geologist Memoir, 34: 325-346.

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

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

**COOPER, C. (1983):** Geology of the Fondo Negro region, Dominican Republic, M.S. Thesis, State University of New York, Albany, 145 p. (Inédito).

**SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL (SGN) y BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR); COOPERACION MINERA DOMINICO-ALEMANA (1991):** Mapa geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.

**DOLAN, J.F. (1988):** Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; Three studies in active-margin sedimentology. Ph.D. Thesis, University of California, Santa Cruz, 235p.

**DOLAN, J.F. (1989):** Eustatic and tectonic controls on deposition of hybrid siliciclastic/carbonate basinal cycles; discussion with examples. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 73: 1233-1246.

**DOLAN, J.F.; MANN, P.; DE ZOETEN, R.; HEUBECK, C.; SHIROMA, J. y MONECHI, S. (1991):** Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Hispaniola and Puerto Rico. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (MANN, P.; DRAPER, G. y LEWIS, J.F., Eds.); Geological Society of America Special Paper, 262 p.

**DRAPER, G. y GUTIERREZ-ALONSO, G. (1997):** La estructura del Cinturón de Maimón en la isla de Hispaniola y sus implicaciones geodinámicas. Revista de la Sociedad Geológica de España, 10: 281-299.

**ELECTROCONSULT (1983):** Estudio de Prefactibilidad del área Geotérmica Yayas-Constanza. República Dominicana. Santo Domingo. Dirección General de Minería, 23 p. (Inédito).

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

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

**HEUBECK, C. Y MANN, P. (1991):** Structural Geology and Cenozoic Tectonic History of the Southeastern Termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. En : Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (MANN, P.; DRAPER, G. y LEWIS, J.F., Eds.). Geological Society of America Special Paper, 262 p.

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA) y METAL MINING AGENCY OF JAPAN (MMAJ) (1984):** Report on Geological Survey of Las Cañitas Area, Dominican Republic. Tokio, 22 p.

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

**MANN, P. (1983):** Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Thesis. New York University, Albany, 668p. (Inédito).

**MANN, P.; DRAPER, G. y LEWIS, J.F., Eds. (1991<sup>a</sup>):** Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper. 262 p.

**MANN, P.; DRAPER, G. y LEWIS, J.F. (1991<sup>b</sup>):** An overview of the geological and tectonic development of Hispaniola. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (MANN, P.; DRAPER, G. y LEWIS, J.F., Eds.). Geological Society of America Special Paper. 262 p.

**MANN, P.; McLAUGHLIN, P.P. y COOPER, C. (1991<sup>c</sup>):** Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (MANN, P.; DRAPER, G. y LEWIS, J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper, 262 p.

**McLAUGHLIN, P.P.; VAN DEN BOLD, W.A. y MANN, P. (1991):** Geology of the Azua and Enriquillo basins. Dominican Republic; 1, Neogene lithofacies, biostratigraphy,

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

**MERCIER DE PELINAY, B. (1987):** L'évolution géologique de la bordure Nord-Carabie: L'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles). These de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 378 p (Inédito).

**NORCONSULT (1983):** Dominican Republic Petroleum Exploration Appraisal. Report for Dirección General de Minería. Santo Domingo. (Inédito).

**OLADE (1980):** Proyecto de Investigación Geotérmica de la República Dominicana; Estudio de reconocimiento-Informe Geoquímico in: Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) y Organización Latina de Energía (OLADE). Orleans, Quito, 24 p.

**RAMIREZ, M.I. (1995):** Neotectonic Structures and Paleostress in the Azua region. South-Central Hispaniola. Thesis, Florida International University Miami. Florida, 144 p.

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

**VESPUCCI, P. (1986):** Petrology and geochemistry of the Late Cenozoic volcanic rocks of the Dominican Republic. Ph. D. Thesis, George Washington University, Washington D.C., 223 p.