

MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50 000

BAYAGUANA
(6272-II)

Santo Domingo, R.D., Julio 2002/Octubre2004

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto L, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN de desarrollo geológico-minero (Proyecto nº 7 ACP DO 024). Ha sido realizada en el periodo 2002-2004 por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión de la Dirección General de Minería, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Ing. Jacques Monthel (BRGM)
- Ing. Jean Pierre Capdeville (BRGM) por los recubrimientos cuaternarios

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Jacques Monthel (BRGM)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

- Ing. Lluís Ardévol Oró (GEOPREP)

MICROPALAEONTOLOGÍA y PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dr. Chantal Bourdillon (Eradata)

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

- Ing. Catherine Lerouge (BRGM)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dr. Jesús García Senz
- Ing. Jacques Monthel (BRGM)

GEOMORFOLOGÍA

- Ing. Alberto Díaz de Neira

MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

- Ing. Jacques Monthel (BRGM)

TELEDETECCIÓN

- Ingra. Carmen Antón Pacheco (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Ing. Jose Luis García Lobón (IGME)

DATAACIONES ABSOLUTAS

- Dr. James K. Mortensen (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)
- Dr. Tom Ulrich (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)
- Dr. Richard Friedman (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Francisco Javier Montes, Director de la Unidad Técnica de Gestión (AURENSA) del Programa SYSMIN

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

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

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA

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

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

Quisiéramos igualmente agradecer a J. Lewis, Profesor de la Universidad Georges Washington, USA, y a J E. Espailat, Ingeniero, gerente general de la Corporación Minera Dominicana (CORMIDO), por compartir con nosotros su conocimiento de la Fm Los Ranchos.

Se pone en conocimiento del lector que, en la Dirección General de Minería, existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por :

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

- Informe sedimentológico del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste),
- Informe de petrología y geoquímica de las rocas ígneas y metamórficas del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste),
- Informe de interpretación de la geofísica aerotransportada del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste),
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb en los proyectos K y L,
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar en los proyectos K y L.

RESUMEN

La Hoja Bayaguana (6272-II) está situada en el límite suroeste de la Cordillera Oriental Dominicana, en la margen norte de la Llanura Costera del Caribe.

Es una región tabular en la que predominan los recubrimientos plio-cuaternarios ; que corresponden a vastos depósitos de piedemonte, afectados por una alteración arcillo-laterítica sub-actual. Constituyen una pantalla general, difícilmente cortada por el lecho de los principales ríos. En el límite norte de la Hoja, las estribaciones de la Cordillera Oriental están compuestas por terrenos volcánicos y volcano sedimentarios de la Fm Los Ranchos, del Cretácico Inferior. Se trata, principalmente del miembro intermedio, de composición ácida, en el que se ha datado una intrusión de dacita entre $116,0 \pm 0,8$ Ma, durante el proyecto. Los terrenos de la Fm Los Ranchos están recubiertos localmente por las calizas de la Fm Caliza de Hatillo, datadas del Aptiano-Albiano. Son arrecifales y, a nivel de la Hoja, no tienen continuidad; se organizan en lentejones irregulares de extensión y espesor pluri-hectométricos. Las turbiditas de la Fm Las Guayabas, que datan del Cretácico Superior, afloran, aunque generalmente enmascaradas por los recubrimientos cuaternarios. El Eoceno está representado por los conglomerados de la Fm Don Juan, preservados en estrechas cuencas de dirección ONO–ESE. La cubierta margo-caliza plio-cuaternaria de Los Haitises es sólo puntualmente visible.

De forma muy global, el sustrato cretácico constituye un conjunto monoclinal de dirección E-O, con una inclinación de una veintena de grados hacia el Sur. Este conjunto está cortado por fracturas pluri-direccionales entre las cuales predomina la dirección ONO-ESE.

El recurso hídrico está asegurado por los numerosos afluentes del río Ozama que drenan la región, así como por la potencialidad de las calizas de la Fm Hatillo, nada despreciable.

El ámbar constituye una riqueza natural, que se localiza, localmente, en las arcillas de la base de Fm Yanigua. Pero la principal actividad de exploración minera se relaciona con los numerosos afloramientos de volcanitas ácidas de la Fm Los Ranchos. Los sectores, donde existen indicios de mineralización epitermal, se exploran activamente para localizar cobre (Cu) y metales preciosos.

ABSTRACT

The Bayaguana Sheet (6272-II) is located at the southwestern edge of the Dominican Republic's Eastern Cordillera, along the northern margin of the Llanura Costera del Caribe (Caribbean Coastal Plain).

The area is underlain by tabular bedrock dominated by Pliocene-Quaternary cover rocks, mainly vast piedmont outwash deposits affected by a sub-recent clayey lateritic weathering. The cover rocks mask almost the whole region, but are incised locally by the courses of the principal rivers.

Along the northern edge of the map area, the foothills of the Eastern Cordillera are formed of volcanic and volcano-sedimentary strata of the Early Cretaceous Los Ranchos Formation. The Middle Member is particularly well represented, acid in composition, including a dacite intrusion dated by the Project at 116.0 ± 0.8 Ma. The Los Ranchos Formation is locally overlain by the reefal limestones of the Caliza de Hatillo Formation, dated as Aptian-Albian. Within the map area, they are not laterally continuous, but appear as irregular lenses, several hundreds of metres in both length and thickness. Turbidites of the Las Guayabas Formation, dated as Late Cretaceous, are present but are generally masked by the Quaternary cover. The Eocene is represented by conglomerates of the Don Juan Formation, preserved in narrow basins striking WNW-ESE. The Haitises Pliocene-Quaternary marly limestone cover crops out in only a few places.

Very broadly speaking, the Cretaceous bedrock comprises a monoclinial assemblage striking E-W and dipping about twenty degrees towards the south. This monocline is cut by fractures of several orientations, but predominantly WNW-ESE in strike.

The main water resource is represented by the numerous tributaries of the Río Ozama's regional drainage system, but the potential offered by the Hatillo Formation limestones is certainly of interest.

Amber is a natural resource that attracts local prospecting in the basal clays of the Yanigua Formation. However, the main mineral exploration activity is associated with the numerous outcrops of acid volcanic rocks of the Los Ranchos Formation. Several areas with epithermal mineralisation showings are being actively explored for Cu and precious metals.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Situación geográfica.....	2
1.2	Marco geológico regional.....	4
1.3	Antecedentes bibliográficos	6
1.4	Metodología	7
2	ESTRATIGRAFIA Y PETROGRAFIA.....	11
2.1	La Fm Los Ranchos - Cretácico Inferior	11
2.1.1	<u>Generalidades.....</u>	<u>11</u>
2.1.2	<u>La Fm Los Ranchos en la Hoja de Bayaguana.....</u>	<u>15</u>
2.2	La Fm Caliza de Hatillo – Aptiano-Albiano	20
2.2.1	<u>Generalidades.....</u>	<u>20</u>
2.2.2	<u>La Fm Hatillo en la Hoja de Bayaguana. Calizas arrecifales masivas (10). Aptiano-Albiano. K₁.....</u>	<u>22</u>
2.3	El Cretácico Superior.....	23
2.3.1	<u>Generalidades.....</u>	<u>23</u>
2.3.2	<u>La Fm Las Guayabas en la Hoja de Bayaguana. Areniscas, grauvacas y lutitas en capas delgadas plano-paralelas (11). Cretácico Superior. K₂.....</u>	<u>26</u>
2.4	La Fm Don Juan - Eoceno	27
2.4.1	<u>Generalidades.....</u>	<u>27</u>
2.4.2	<u>La Fm Don Juan en la Hoja de Bayaguana. Conglomerados con cantos dominantes de caliza, areniscas y arcillas moradas (12). Eoceno. P₂.....</u>	<u>28</u>
2.5	Rocas plutónicas de edad y asignación imprecisas. Tonalita de grano grueso, con biotita (1).....	31
2.6	Los Haitises – Plioceno-Pleistoceno.....	32

2.6.1	Generalidades	32
2.6.2	Los Haitises en la Hoja de Bayaguana. Margas y calizas margosas (13 y 14). Plioceno-Pleistoceno. N ₂ - Q ₁₋₃	35
2.7	Las formaciones superficiales cuaternarias	35
2.7.1	Abanicos aluviales de baja pendiente. Lutitas, limos, arenas y gravas con alteración laterítica (15). Pleistoceno – Holoceno. Q ₁₋₃ – Q ₄	35
2.7.2	Conos de deyección y abanicos aluviales. Limos, arenas y cantos (16). Pleistoceno – Holoceno. Q ₁₋₃ – Q ₄	36
2.7.3	Fondos de valle. Cantos, arenas y gravas (17). Pleistoceno – Holoceno. Q ₁₋₃ – Q ₄	37
3	GEOQUÍMICA Y DATACIONES ABSOLUTAS	39
3.1	Introducción y técnicas analíticas geoquímicas.....	39
3.2	Estudio geoquímico de muestras de la Fm Los Ranchos.....	41
3.2.1	Tipo I: Toleititas de arco isla (IAT) pobres en Ti y LREE	47
3.2.2	Tipo II: Toleititas de arco isla (IAT) normales y pobres en Ti.....	47
3.2.3	Tipo III: Rocas félsicas	48
3.3	Estudio geoquímico de muestras de tonalitas y cuarzo-dioritas	50
3.4	Estudio geoquímico de muestras de la Fm Las Guayabas.....	51
3.5	Dataciones absolutas	57
3.5.1	Descripción de las técnicas analíticas	57
3.5.2	Resultados y discusión	60
4	TECTÓNICA	67
4.1	Marco geodinámico	67
4.2	Estructura de la Cordillera Oriental.....	70

4.3	Características de las principales estructuras y unidades tectónicas de la Hoja “Bayaguana”	79
4.3.1	Los pliegues en la Fm Los Ranchos	80
4.3.2	Las estructuras frágiles	81
4.3.3	Las relaciones entre la Fm Los Ranchos y las formaciones Hatillo y Las Guayabas	82
4.3.4	La discordancia del Eoceno con el sustrato cretácico	83
5	GEOMORFOLOGÍA	84
5.1	Análisis geomorfológico	84
5.1.1	Estudio morfoestructural	84
5.1.2	Estudio del modelado.....	86
5.2	Evolución e historia geomorfológica	91
6	HISTORIA GEOLÓGICA	93
7	GEOLOGÍA ECONÓMICA	97
7.1	Hidrogeología	97
7.1.1	Datos climáticos	97
7.1.2	Red hidrográfica.....	97
7.1.3	Principales puntos de abastecimiento.....	98
7.1.4	Naturaleza e interés de los principales acuíferos	100
7.2	Recursos minerales	101
7.2.1	Yacimientos e indicios metálicos	101
7.2.2	Otras sustancias	103
7.2.3	Canteras de materiales	103
8	LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO	106

8.1	L.I.G. n° 1 : Volcanismo ácido (colada de riodacita) de la Fm Los Ranchos	106
8.1.1	Croquis de situación.....	106
8.1.2	Contenido- Motivación	107
8.1.3	Acceso	107
8.1.4	Observaciones y comentarios.....	107
8.1.5	Reseña bibliográfica.....	107
8.1.6	Foto	108
8.2	L.I.G. n° 2 : Conglomerado poligénico de la Fm Don Juan (Eoceno).....	109
8.2.1	Croquis de situación.....	109
8.2.2	Contenido - Motivación	110
8.2.3	Acceso	110
8.2.4	Observaciones y comentarios.....	110
8.2.5	Reseña bibliográfica.....	111
8.2.6	Fotos	112
8.3	L.I.G. n° 3 y 4 : Mineralizaciones asociadas a volcanitas ácidas de la Fm Los Ranchos : feldspatos sódicos, metales preciosos y cobre	114
8.3.1	Croquis de situación.....	114
8.3.2	Contenido - Motivación	115
8.3.3	Acceso	115
8.3.4	Observaciones y comentarios.....	115
8.3.5	Reseña bibliográfica.....	116
8.3.6	Fotos	117
8.4	L.I.G. n° 5 : Epiclastitas con material carbonoso de la Fm Los Ranchos (Cretácico Inferior).....	119
8.4.1	Croquis de situación.....	119
8.4.2	Contenido - Motivación	119
8.4.3	Acceso	120

	<u>8.4.4 Observaciones y comentarios.....</u>	<u>120</u>
	<u>8.4.5 Reseña bibliográfica.....</u>	<u>121</u>
	<u>8.4.6 Fotos</u>	<u>122</u>
9	BIBLIOGRAFÍA	124

FIGURAS

Figura 1 : Esquema fisiográfico de la Española y localización de la Hoja de Bayaguana.....	3
Figura 2 : Esquema geológico de la Española y localización de la Hoja de Bayaguana (mod. de Lewis J.F.y Draper G.,1990, in Escuder Viruete J. <i>et al.</i> , 2002).....	3
Figura 3 : Principales puntos topográficos de la Hoja Bayaguana, localización de los accesos y afloramientos estudiados durante la cartografía.....	9
Figura 4 : Mapa geológico de la Cordillera Oriental Dominicana.	10
Figura 5 : Corte estratigráfico sintético de las unidades estratigráficas y las facies del Cretáceo Superior de la Cordillera Oriental. Se ha realizado con la información de la cartografía y cortes geológicos seriados.....	24
Figura 6 : Proyección de las rocas de la Fm Los Ranchos en los diagramas Nb/Y versus Zr/TiO ₂ (Winchester J.A. y Floyd P.A., 1977), Yb-Th y Zr-Y (Barrett y MacLean, 1999), Ti/1000-V de Shervais J.W. (1982) e Y-Nb de discriminación de granitoides (Pearce J.A. et al., 1984).....	42
Figura 7 : Diagramas binarios frente al MgO para las rocas de la Fm Los Ranchos.	43
Figura 8 : Diagramas binarios SiO ₂ versus TiO ₂ , (Zr/Sm) _N y (La/Yb) _N para las rocas de la Fm Los Ranchos.....	44
Figura 9 : Diagramas extendidos de REE para los distintos tipos de rocas diferenciados en Fm Los Ranchos agrupados en función del Mg#. Símbolos: Tipo 1 y Mb La Naviza=cuadrados; Tipo 2 y Mb Meladito=triángulos; Tipo 3 o series riolíticas=círculos y cruces; microgabros (Tipo 1)= rombos); y tonalitas y cuarzo-dioritas (Tipo 3)=círculos.	46
Figura 10 : Diagramas triangular Hf/3-Th-Nb/16 de Wood D.A. (1980) para las rocas de la Fm Los Ranchos.	49
Figura 11 : Proyección de las rocas de la Fm Las Guajabas en los diagramas Nb/Y versus Zr/TiO ₂ (Winchester J.A. y Floyd P.A., 1977), Yb-Th y Zr-Y (Barrett y MacLean, 1999), Ti/1000-V de Shervais J.W. (1982), diagrama triangular Hf/3-Th-Nb/16 de Wood D.A. (1980) y los diagramas binarios SiO ₂ frente a TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgO y K ₂ O. Notar las posición de las muestras del Mb Loma La Vega y de los granitoides del sector de Monte Plata en los distintos diagramas.	53
Figura 12 : Diagramas multielementales para las rocas de la Fm Las Guajabas y Mb Loma La Vega agrupados en basaltos andesíticos, amdesitas y dacitas muy ricas en K. Mg# es el número de Mg.....	54
Figura 13 : Diagramas extendidos de REE para las rocas de la Fm LasGuajabas y Mb Loma La Vega agrupados en basaltos andesíticos, amdesitas y dacitas muy ricas en K. Mg# es el número de Mg.....	56
Figura 14 : Localización de los afloramientos muestreados para dataciones absolutas. Principales resultados. (Proyecto L-Este).	58
Figura 15 : Diagrama de concordia de la datación de la muestra JM-9304, realizada por el método U/Pb. (Hoja de Bayaguana - Proyecto-L-Este).....	62
Figura 16 : Diagramas con las edades “plateau” y las isocronas realizadas por el método Ar/Ar de las muestras de granitoides (Proyecto L-Este).	65
Figura 17 : Diagramas con la edad “plateau” y la isocrona realizadas por el método Ar/Ar de la muestra JM-9274 (Hoja de El Seibo - Proyecto L-Este).....	66
Figura 18 : Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre sinistral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. <i>et al.</i> , 2002).....	67
Figura 19 : Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. <i>et al.</i> , 2002).	68
Figura 20 : Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. <i>et al.</i> , 1998).	68

Figura 21 : Posición de La Isla de La Española y relación de los principales cizallamientos sinistros con la falla transformante Polochic/Caiman (Dolan J.F. <i>et al</i> , 1998).	69
Figura 22 : Corte geológico regional entre la Cordillera Oriental Dominicana y la plataforma de las Bahamas. La interpretación de la línea sísmica T7N es de Edgar N.T. (1991), y se ha migrado usando los datos de velocidad del citado autor. El límite de placas marcado por focos de terremotos y la línea sísmica 12 se han extraído de Dolan J.F. <i>et al</i> . (1998). El perfil muestra la Fm Los Ranchos y la tonalita en el núcleo de la Cordillera, elevados sobre la placa subducida y erosionados por la Fm Don Juan (discordancia pre-Eoceno) y las fallas transformantes terciarias que limitan la Bahía de Samaná.....	71
Figura 23 : Mapa tectónico de la Cordillera Oriental Dominicana con los principales elementos estructurales.	72
Figura 24 : Campo magnético total reducido al polo, localización del Bloque L-Este y de las principales zonas de falla de la República Dominicana.	73
Figura 25 : Cortes geológicos seriados (I-I' a IV-IV') de la Cordillera Oriental Dominicana. .	76
Figura 26 : Cortes geológicos seriados (V-V' a VIII-VIII') de la Cordillera Oriental Dominicana.....	77
Figura 27 : Esquema estructural de la Hoja Bayaguana.	80
Figura 28 : Proyección estereográfica (Schmidt, hemisferio inferior) de los polos de planos de estratificación medidos en la Fm Los Ranchos (50 medidas). La repartición que sigue un gran círculo de eje N-S, 38°S, es perceptible.....	81
Figura 29 : Proyección estereográfica (Schmidt, hemisferio inferior) de los polos de planos de estratificación medidos en la Fm Los Ranchos (color gris) y de los medidos en las Fm Hatillo y Las Guayabas (color amarillo). Estadísticamente la desviación es de 18°.	82
Figura 30 : Proyección estereográfica (Schmidt, hemisferio inferior) de los polos de planos de estratificación de los terrenos cretácicos (color gris, 109 medidas) y reporte de los polos de planos de estratificación de los terrenos eocenos (puntos naranja, 17 medidas). En medio, la estratificación del Cretácico es N90°E-18°S, la del Eoceno es N110°E-40°NE.	83
Figura 31 : Diagrama cronostratigráfico que muestra la litología, secuencias deposicionales y los eventos tectónicos registrados en los sedimentos de la Cordillera Oriental. Los datos de la Bahía de Samaná son de Edgar (1991) y los datos del Bloque de San Francisco de Winslow et al. (1991). Las edades radiométricas se han tomado de Bourdon (1985); Kesler et al., 1991; Bellon et al., 1985).....	94
Figura 32 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en Bayaguana. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990. (de http://www.theweathernetwork.com).	97
Figura 33 : Localización y tipo de los principales abastecimientos señalados en la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Tabla 3.....	100
Figura 34 : Localización y importancia de los principales canteras de la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Tabla 5.....	105
Figura 35 : Croquis de situación del LIG 1 : cantera de La Lambedera.	106
Figura 36 : Croquis de situación del LIG 2 : canteras de Comatillo.....	109
Figura 37 : Croquis de situación de los LIG 3 y 4 : cantera de El Bebedero y permiso de Doña Loretta.....	114
Figura 38 : Croquis de situación del LIG 5 : afloramientos de Guaymarote Arriba.	119

TABLAS

Tabla 1 : Localización de los afloramientos citados en el texto.....	38
.....	61
Tabla 3 : Localización y tipo de los principales abastecimientos señalados en la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Figura 33.	99
Tabla 4 : Características de los indicios vistos en la Hoja de Bayaguana.	102
Tabla 5 : Características de las canteras de la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Figura 34.	104
Tabla 6 : Características químicas del “todo uno” de la cantera de “El Bebedero”.....	104

FOTOS

Foto 1 : Afl. JM-9365, LIG 1. Colada de riocacita de la cantera de La Lambedera.....	108
Foto 2 : Afl. JM-9311, LIG 2. Conglomerado de cantos heterométricos esencialmente “calizo”, mal cementado por una matriz arcillo-arenosa.....	112
Foto 3 : Afl. JM-9310, LIG 2. Detalle de los elementos esencialmente carbonatados del conglomerado.....	112
Foto 4 : Afl. JM-9392, LIG 2. Facies con predominancia arcillosa de la Fm Don Juan, en una cantera de Comatillo.....	113
Foto 5 : Afl. JM-9394, LIG 3. Cantera de El Bebedero, vista sobre la facies de dacita albitizada.	117
Foto 6 : Afl. JM-9394, LIG 3. Cantera de El Bebedero, otra vista sobre la facies de dacita albitizada. En superficie, la alteración meteórica altera el material que se vuelve “ripable” con bulldozer.....	117
Foto 7 : Afl. JM-9298, LIG 4. Facies brechoide y silicificada, al pie de la antena telefónica de Doña Loretta.....	118
Foto 8 : Afl. JM-9299, LIG 4. Bloques de facies brechoide, silicificada y ferruginosa que materializa la estructura mineralizada de Doña Loretta. El análisis de una muestra tomada en este bloque ha dado 1 g/t Au y una firma geoquímica de Cu, As, Sb, Mo y Hg.....	118
Foto 9 : Afl. JM-9033, LIG 5. Banco granoclasificado de epiclastita gruesa con fragmentos angulosos de feldespatos y de cuarzo.	122
Foto 10 : Afl. JM-9035, LIG 5. Pelita greso-feldespatica rica en material carbonoso.	122
Foto 11 : Afl. JM-9277, LIG 5. Otro aspecto de las pelitas greso-feldespaticas ricas en material carbonoso. Aquí son deformadas por los <i>slumps</i> de talla decimétrica a métrica.	123

1 INTRODUCCIÓN

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales de la década pasada, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPSA), ha sido el responsable de la ejecución, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG) y la supervisión de la Dirección General de Minería (DGM), del denominado Proyecto L, cuyo desarrollo se ha producido simultáneamente al del Proyecto K, adjudicado al mismo consorcio.

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

Zona L-Este

- Monte Plata (Antón Sánchez, 6272-I; Bayaguana, 6272-II; Monte Plata, 6272-III y Sabana Grande de Boyá, 6272-IV),
- El Seibo (Miches, 6372-I; El Seibo, 6372-II, Hato Mayor, 6372-III y El Valle, 6372-IV),
- Las Lisas (Rincón Chavón, 6472-III y Las Lisas, 6472-IV).

Zona L-Suroeste

- Jimaní (La Descubierta, 5871-I; Duvergé, 5871-II; Jimaní, 5871-III y Boca Cachón, 5871-IV),

- Neiba (Villarmando, 5971-I; Vicente Noble, 5971-II; Neiba, 5971-III; Galván, 5971-IV),
- Barahona (Barahona, 5970-I y Las Salinas, 5970-IV),
- Azua (Barrera, 6070-IV).

1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja Bayaguana (6272-II) está situada en el límite suroeste de la Cordillera Oriental Dominicana, en el margen norte de la Llanura Costera del Caribe (Figura 1). Es una región tabular cuya altitud media está comprendida entre los 50 y los 100 m. Los únicos relieves están en la franja norte de la Hoja, y su altitud no excede 350 m (Loma de Managua). El territorio es drenado por numerosos afluentes del río Ozama : los ríos Sabana, Comate, Yabacao, que fluyen del NE hacia el SO con cursos meandriformes.

Desde el punto de vista administrativo, la mayor parte del territorio pertenece a la Provincia de Monte Plata, con excepción de una porción situada al SE del río Brujuelas, que pertenece a la Provincia de San Pedro de Macoris.

Es una región agrícola. Las plantaciones de caña de azúcar, mayoritarias anteriormente, han sido suplantadas por el cultivo de la palma de aceite (palma africana) y de la acacia. Al Norte de Bayaguana, en los primeros relieves se observan numerosos sembrados de cítricos. La ganadería bovina es importante y está, en general, organizada por emigrantes de origen suizo. Se han realizado algunas tentativas, con resultados inciertos, en la cría de camarones de agua dulce.

Situada a menos de dos horas de Santo Domingo es también una región de veraneo. Numerosos capitaleños pasan los fines de semana en sus segundas residencias y en los "campamentos" construidos alrededor de la pequeña aldea de Comatillo o en la orilla del río Comate. Por su proximidad con el Parque Nacional de Los Haitises se debería desarrollar progresivamente la actividad turística.

Las investigaciones mineras localizadas en los metales preciosos, realizadas por Corporación Minera Dominicana y por varias compañías canadienses con el objetivo de relanzar la actividad económica de la región, son muy prometedoras.

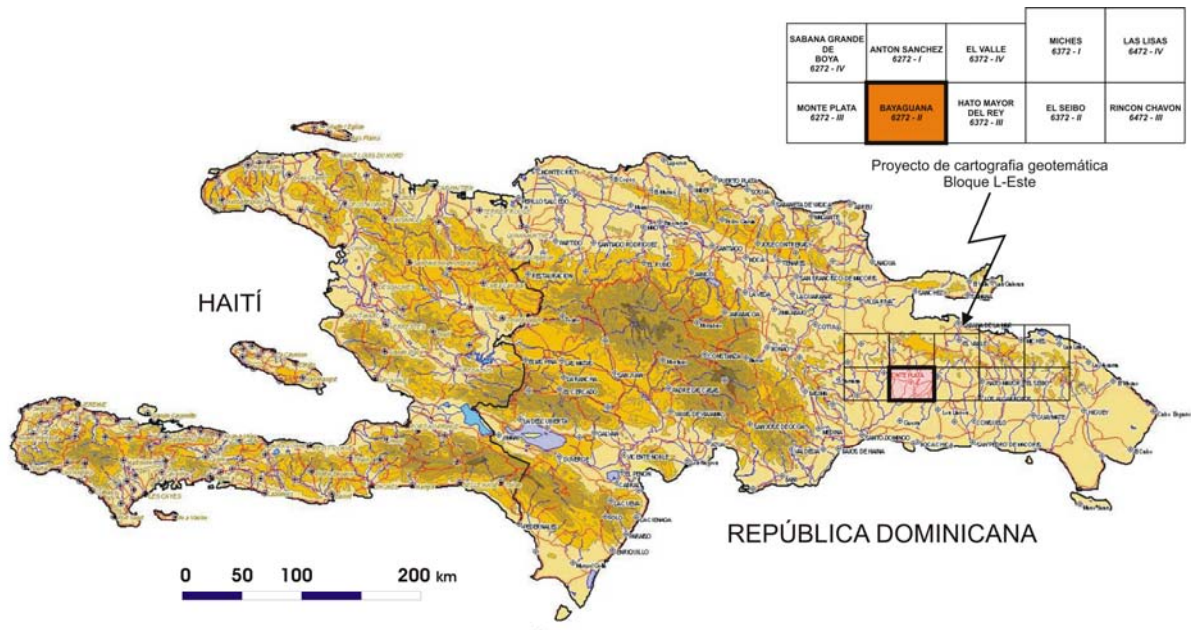


Figura 1: Esquema fisiográfico de la Española y localización de la Hoja de Bayaguana.

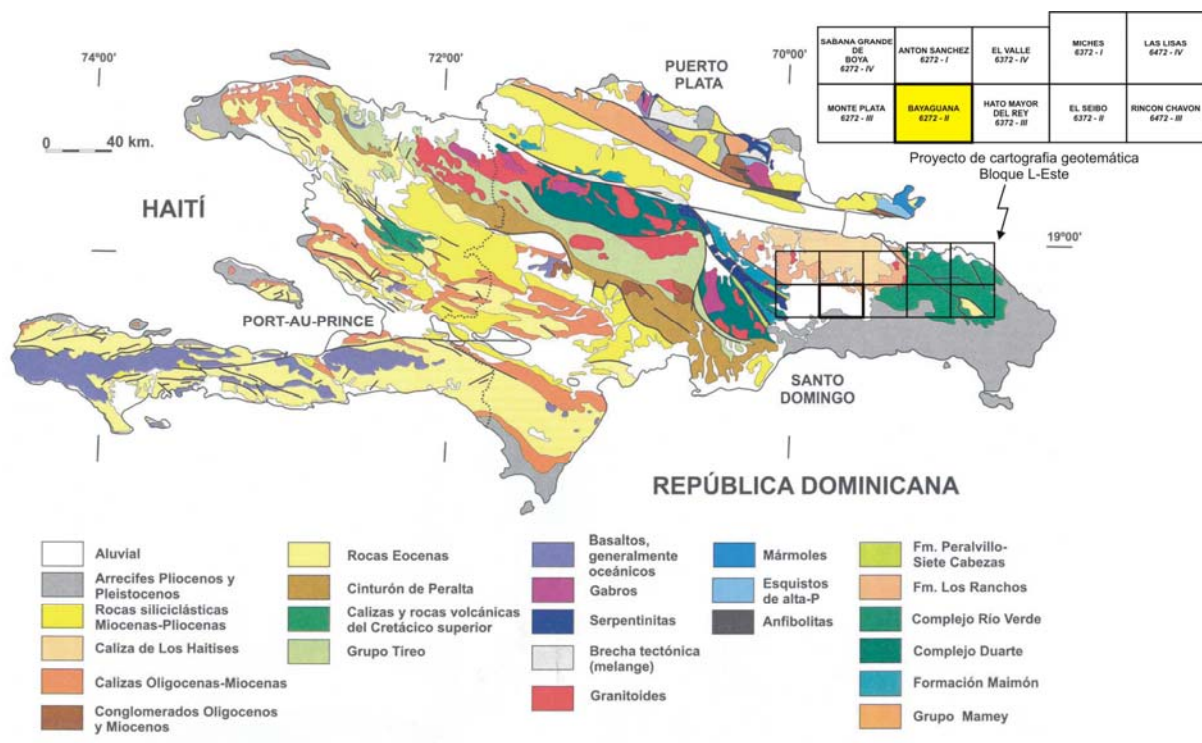


Figura 2: Esquema geológico de la Española y localización de la Hoja de Bayaguana (mod. de Lewis J.F. y Draper G., 1990, in Escuder Viruete J. et al., 2002).

La población se concentra alrededor de Bayaguana (12 500 habitantes) y a lo largo de las carreteras que dan acceso a los campos agrícolas y a numerosas fincas aisladas. Toda la zona plana del Sur de la Hoja está atravesada por numerosos caminos accesibles en vehículos 4 x 4. En cambio, el acceso a las primeras estribaciones de la Cordillera Oriental, en particular la Loma de Guaymarote situada en el ángulo NE de la Hoja, no es fácil. La mayoría de los senderos que otrora existieron, desaparecieron bajo los efectos del ciclón "Georges" de 1998, y de una vegetación invasora.

El clima tropical es caluroso y húmedo, con abundantes precipitaciones en la primavera y un corto período de seca en febrero y marzo. Este clima es el responsable de una vegetación particularmente exuberante y de una importante alteración arcillosa del sustrato rocoso. Los afloramientos naturales son escasos; mucho más en esta Hoja sin relieve, de morfología tabular.

1.2 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La isla La Española es la segunda en extensión de las Antillas Mayores que forman el segmento septentrional de la cadena de arcos de isla que circunda la Placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela. Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann P. *et al.*, 1991). o Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke K. *et al.*, 1980). Existe un común acuerdo en que todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y que todos ellos se empezaron a formar en el Pacífico, a partir del (Jurásico Superior?) - Cretácico Inferior (Mann P. *et al.*, 1991), como un arco volcánico más o menos continuo, el cual migró hacia el Este durante el Cretácico Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindel J. L. y Barret S.F., 1990 ; Pindel J.L., 1994).

La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al Norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a subparalelo a su traza, y al Sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos (Byrne D.B. *et al.*, 1985 ; Masson D.G. y Scanlon K.M., 1991). El margen norte de la Placa del Caribe ha evolucionado desde constituir un límite controlado por subducción en el Cretácico y parte del Eoceno, a ser hoy, tras la colisión de esta placa con la plataforma de las Bahamas (colisión arco-continente), un límite dominado en gran parte por desplazamientos en dirección de carácter senestro que

acomodan el desplazamiento hacia el Este de la Placa del Caribe en relación con Norteamérica (Mann P. *et al.*, 1991). La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, fue diacrónica, ya que comenzó en el Eoceno Medio en Cuba (Pardo G., 1975) y terminó en el Oligoceno Inferior en Puerto Rico (Dolan J.F. *et al.*, 1991). Entre estas dos islas, en el segmento correspondiente a La Española, la colisión ocurrió en el intervalo Eoceno Medio-Superior. La tectónica transcurrente comenzó, en este margen norte de la placa, a partir del Eoceno con la apertura del Surco del Caimán (Mann P. *et al.*, 1991) y se mantiene hasta la actualidad, en un contexto fundamentalmente transpresivo para todo el conjunto de la isla.

La Cordillera Oriental es el bloque más extenso de rocas cretácicas (875 km² según Lebrón M.C. y Perfit M.R., 1994) de la aglomeración de terrenos que componen La Española (Mann P. *et al.*, 1991). El límite occidental es el cabalgamiento NO-SE de Hatillo que separa las rocas poco deformadas de la Cordillera Oriental de la banda de rocas de edad equivalente, pero fuertemente deformadas y con peridotita serpentizada (Peridotita de Loma Caribe), del Cinturón Intermedio (Bowin C., 1966). El límite norte rectilíneo son las fallas E-O de la Bahía de Samaná, que prolongan la cuenca del Cibao de La Española Central, donde se ha acumulado un espesor considerable de sedimentos neógenos. Hacia el Sur y hacia el Este, la Cordillera Oriental termina enterrada bajo la plataforma de carbonatos plio-cuaternaria de la Llanura Costera del Caribe.

La mayor parte del espesor de la corteza de la Cordillera Oriental la forman varios kilómetros de rocas generadas en el Cretácico por acumulación de magma y sedimentos sobre la zona de subducción, en un arco de islas volcánico (Bowin C., 1975). Estas rocas incluyen lavas y rocas volcanoclásticas cubiertas por calizas de edad cretácico inferior, epiclastitas y otras rocas sedimentarias de edad cretácico superior y granitoides intrusivos (plutones de El Valle y de Sabana Grande de Boyá).

Las series terciarias discordantes están dominadas por detríticos y carbonatos con una proporción de componentes de origen volcánico menor que las series cretácicas. El Paleógeno forma afloramientos discontinuos mientras que el Neógeno está representado por una plataforma de carbonatos que se extiende desde la bahía de Samaná hasta la costa del Caribe, y que desde su depósito, ha sido arqueada como un anticlinorio.

La Hoja de Bayaguana se sitúa en la mitad de la Cordillera Oriental, en el límite sur con la Llanura Costera del Caribe (Figura 2). En su superficie, se encuentran los terrenos volcánicos y volcano-sedimentarios de la Fm Los Ranchos, pertenecientes al Cretácico Inferior. Hacia el Sur, esta formación es bordeada por los conglomerados eocenos de la Fm Don Juan. En la parte NE de la Hoja, la Loma Doña Isabel, formada por las calizas de la Fm Hatillo, dibuja una franja de dirección NO-SE con morfología kárstica, particularmente característica.

La zona planar que se extiende desde estas colinas hasta la costa del mar corresponde a una vasta terraza plio-cuaternaria recubierta por depósitos de piedemonte y afectada por una alteración arcillo-laterítica sub-actual.

1.3 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Las primeras observaciones geológicas se remontan a finales del siglo XIX. (Gabb W.M., 1881) incluye un corte transverso de la Cordillera Oriental en el que interpreta correctamente la existencia de un sustrato de rocas cretácicas y una cobertera delgada discordante de rocas terciarias. Casi 100 años después, aparecen varias publicaciones sobre la geología de La Española (Douglas R.C., 1961 ; Blesch R.R., 1966) que culminan en la tesis de Bowin C. (1966) y su publicación posterior de 1975. Al final de esta etapa se conoce mejor el Cinturón Intermedio que la Cordillera Oriental, como muestra la cartografía de síntesis de Bowin C. (1975) donde la geología de la Cordillera Oriental se compone de un Cretácico indiferenciado, un Terciario reciente y afloramientos puntuales de rocas ígneas; y la estructura se reduce a medidas dispersas de orientaciones y a la traza cartográfica de dos fallas principales.

La tesis de Bourdon L. (1985), añade un detalle considerable al conocimiento de la Cordillera Oriental, principalmente en los aspectos estratigráficos, paleontológicos y en la petrología de las rocas ígneas. El mapa geológico 1:100.000 que la acompaña representa las formaciones más significativas y ha sido reproducido con pocos cambios en las cartografías de síntesis de Lebrón M.C. y Mann P. (1991) y de la Dirección General de Minería y el BGR alemán (Toloczyki M. y Ramirez I., 1991).

Los estudios temáticos en la Cordillera Oriental se centran en la geología y geoquímica de la Fm Los Ranchos debido a su contenido en metales preciosos (Informes internos de

Falconbridge Dominicana, 1988 ; Kesler S.E. *et al.*, 1991 ; Russell N. y Kesler S.E., 1991 entre otros). Las rocas volcánicas del Cretácico Superior y el plutón de tonalita de El Valle han sido estudiados desde un punto de vista petrológico, geoquímico y geocronológico por Kesler S.E. *et al.* (1991) ; Bourdon L. (1985) ; Bellon H. *et al.* (1985) ; Lebrón M.C. (1989) ; Lebrón M.C. y Perfit M.R. (1993) ; Kesler S.E. *et al.* (1991).

En la región de Bayaguana no se había realizado ningún estudio geológico sistemático. Solamente algunos trabajos mineros publicados parcialmente (Bowin C., 1966 ; Kesler S.E. *et al.*, 1991) evidenciaban los rasgos geológicos mayores del territorio. Algunos estudios más específicos, en particular aquellos consagrados a la explotación del ámbar, completaban el conocimiento de esta región (Brouwer S.B. *et al.*, 1980 ; Baroni-Urbani C. *et al.*, 1980). El artículo de Brouwer S.B. y P.A. (1980) amerita una mención particular pues allí se han encontrado, a posteriori, la descripción de ciertos afloramientos característicos de la región.

Estos trabajos sirvieron de apoyo a la hoja geológica a escala 1/250 000 publicada por el BGR en 1991 (Toloczyki M. y Ramirez I., 1991), así como la hoja de síntesis a escala de 1/150 000 publicada por "The Geological Society of America" en el marco del "Special Paper 262", también de 1991 (Lebrón M.C. y Mann P., 1991).

1.4 METODOLOGÍA

Los levantamientos del terreno se efectuaron entre Septiembre y Noviembre de 2002. Se apoyaron en el estudio de fotos aéreas a escala aproximada de 1/30 000. Todos los puntos de afloramientos, y los accesos utilizados en vehículos 4x4, fueron georeferenciados utilizando un GPS Garmin 12XL (Figura 3). Los trabajos de gabinete se fueron realizando a medida que avanzaban los trabajos de campo, utilizando el soporte topográfico regular, a escala 1/50 000.

Se ha utilizado la información académica en forma de tesis y de publicaciones en revistas especializadas; trabajos de hidrogeología aplicada e informes internos de investigación minera, particularmente mapas detallados inéditos, realizados por la Corporación Minera Dominicana S.A. en las concesiones de Managua y Trinidad.

Para la identificación y seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes ha sido de gran utilidad el Mapa Aeromagnético de la República Dominicana (Compagnie Générale de Géophysique, 1999). El mapa ternario de Uranio-Torio-Potasio ha demostrado ser asimismo muy sensible a la señal en superficie de las rocas volcánicas, calizas y areniscas que componen la mayor parte de las áreas cartografiadas en el Proyecto L-Este.

De forma coordinada con la elaboración de la Hoja, se diseñó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos Susceptibles de Constituir Riesgos Geológicos del cuadrante correspondiente, a escala 1:100 000.

Todos los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50 000 y Temáticas a escala 1:100 000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Geológico y Minero de España y la Dirección General de Minería de la República Dominicana e inspirada en el modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50 000, 2ª serie (MAGNA).

Las principales dificultades encontradas, durante la elaboración de la cartografía geológica, estuvieron ligadas a las condiciones de afloramiento muy mediocres, por el hecho del fuerte recubrimiento vegetal y la ausencia de acceso a numerosos sectores. Por otra parte, el período Septiembre-Noviembre 2002 fue muy lluvioso, lo cual no permitió utilizar fácilmente la red hidrográfica.

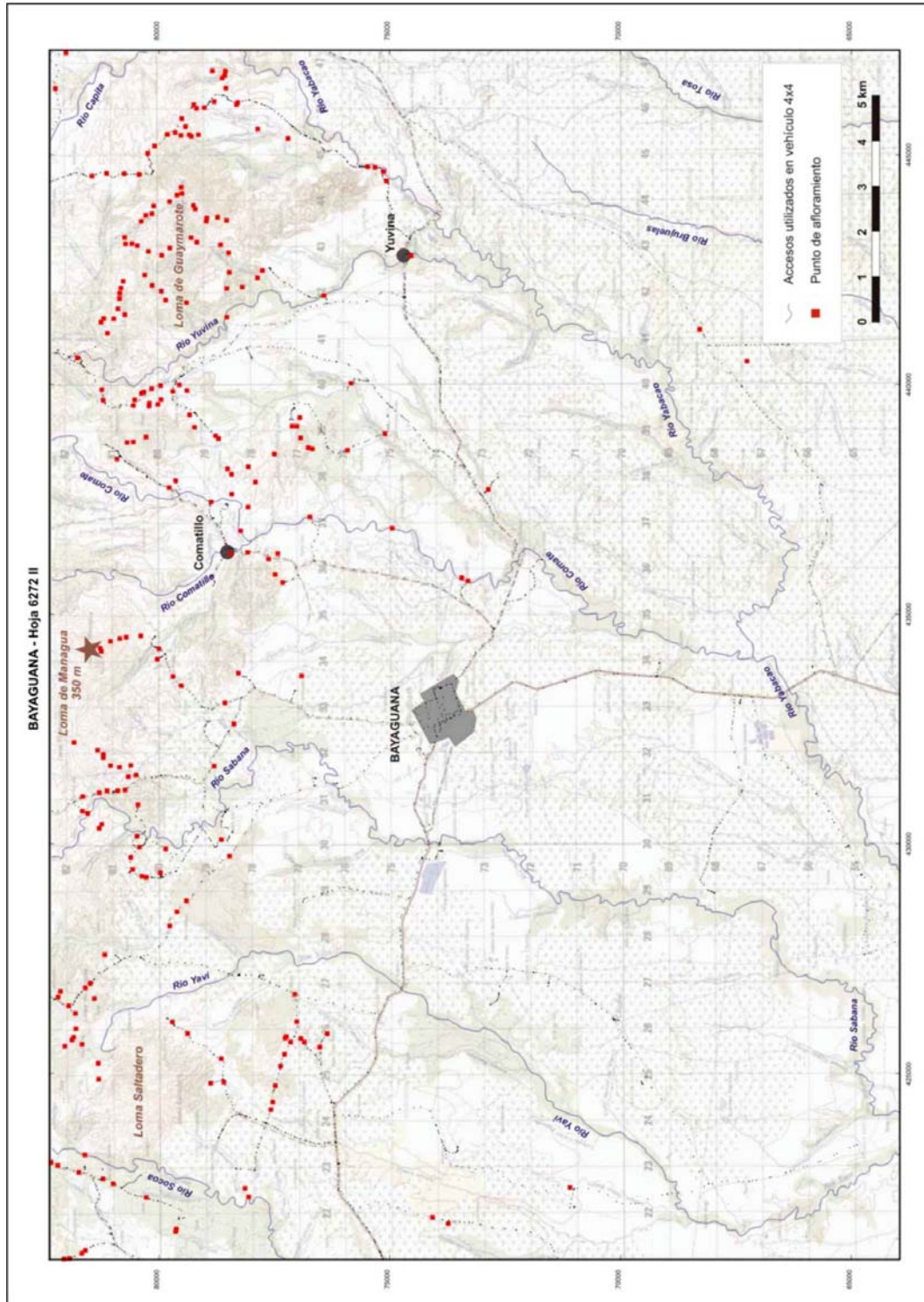
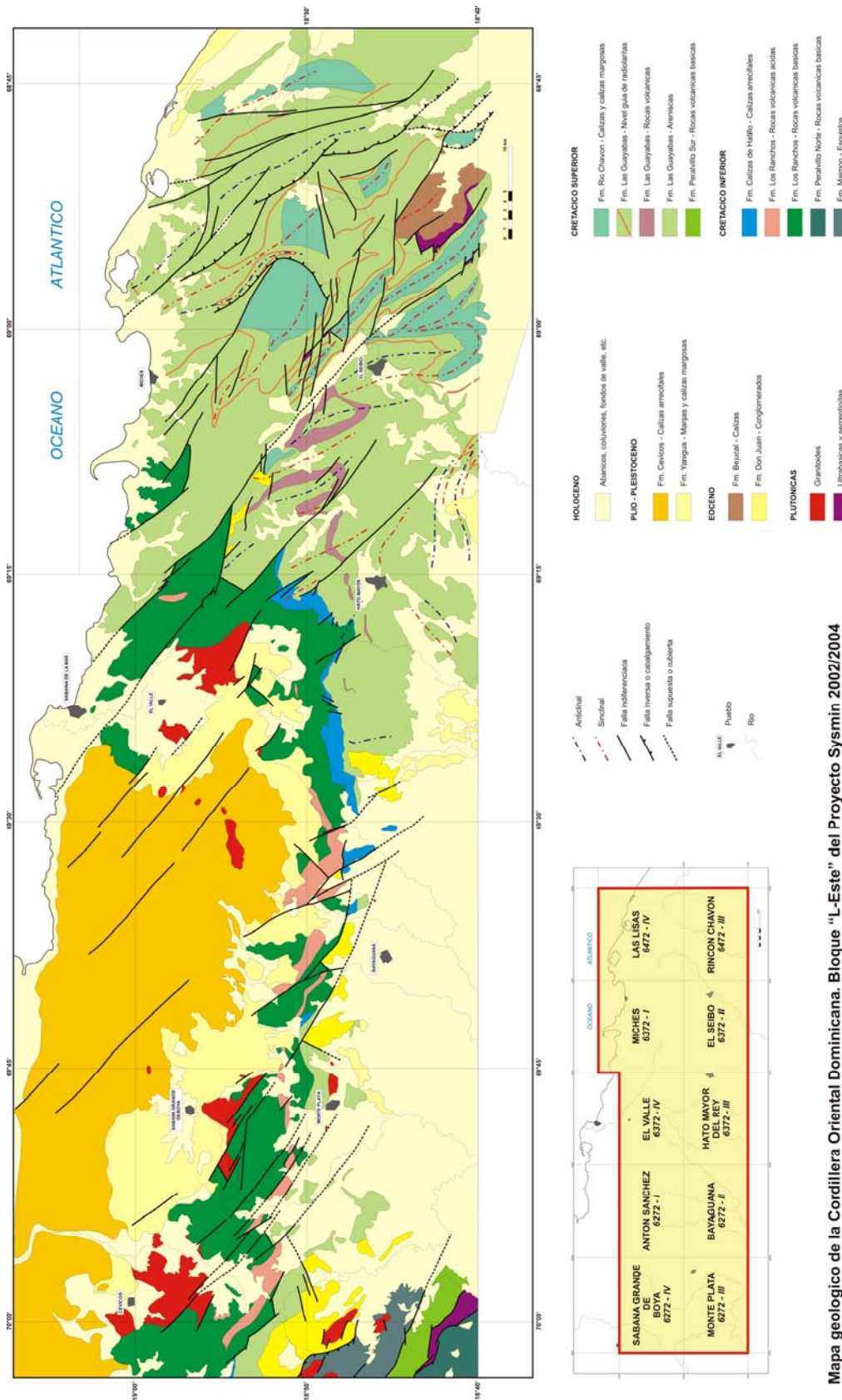


Figura 3 : Principales puntos topográficos de la Hoja Bayaguana, localización de los accesos y afloramientos estudiados durante la cartografía.



Mapa geológico de la Cordillera Oriental Dominicana. Bloque "L-Este" del Proyecto Sysmin 2002/2004

Figura 4 : Mapa geológico de la Cordillera Oriental Dominicana.

2 ESTRATIGRAFIA Y PETROGRAFIA

Los terrenos más antiguos que afloran en el territorio de la Hoja Bayaguana corresponden a la Fm Los Ranchos, atribuida al Cretácico Inferior. Están localmente recubiertos por las calizas de la Fm Hatillo, datadas del Aptiano-Albiano. Los terrenos de edad Cretácico Superior de la Fm Las Guayabas afloran en diferentes sectores de la Hoja. El Eoceno está representado por las molasas de la Fm Don Juan. La cubierta plio-cuaternaria de Los Haitises está localmente presente. Los recubrimientos cuaternarios y la reciente alteración arcillo-laterítica están ampliamente desarrollados en toda la parte sur de la Hoja, donde generan un enmascaramiento general, difícilmente cortada por el lecho de los principales ríos.

2.1 LA FM LOS RANCHOS - CRETÁCICO INFERIOR

2.1.1 Generalidades

La Fm Los Ranchos constituye una franja volcano-sedimentaria, definida inicialmente por Bowin C. (1966) en los alrededores del célebre yacimiento de oro de Pueblo Viejo (1) del que constituye su roca de caja. Representa una serie volcánica de arco insular “primitivo” atribuido al Cretácico Inferior (Kesler S.E. *et al*, 1991 ; Mann P. *et al*, 1991). Está débilmente metamorfizada (facies pumpelita-prehnita), y localmente, es instruida por batolitos de composición tonalítica, emplazados al final del Cretácico Inferior y durante el Cretácico Superior (100-80 Ma).

A la escala de la Cordillera Oriental (Figura 4), la zona de afloramientos de la Fm Los Ranchos dibuja toscamente la forma de una media luna curvada hacia el Norte. Sus dimensiones son de alrededor de 100 km de largo por 10-15 km de ancho. Hacia el Oeste, en la región de Cevicos y Cotui, desaparece bajo el cabalgamiento de Hatillo. Al Este, en la región de El Valle y Sabana de la Mar, se hunde hacia el Norte, antes de interrumpirse en la

1 Pueblo Viejo es un yacimiento epitermal de alta sulfuración de Au-Ag. Entre 1975 y 2000, la explotación de la parte oxidada del yacimiento produjo cerca de 5,5 Moz (170 t) de oro y 25 Moz (780 t) de plata. En cuanto a la parte sulfurada los cálculos más recientes nos llevan a reservas de 200 Mt @ 2,95 g/t Au y 18 g/t Ag, o sea, cerca de 20 Moz (600 t) de oro y más de 100 Moz (3600 t) de plata. Por sus pasadas producciones, así como por el estado de sus reservas, Pueblo Viejo se considera como uno de los más importantes yacimientos de oro y plata del mundo.

falla de desgarre "Río-Yabon". Hacia el Norte queda en parte oculta por la cobertura sedimentaria plio-pleistoceno de los Haïtises. Hacia el Sur se encuentra recubierta por la Fm de las Calizas de Hatillo (Aptiano-Albanio), o directamente por las turbiditas de la Fm Las Guayabas (Cretácico Superior), incluso hasta por los recubrimientos cuaternarios de la Planicie Costera del Mar Caribe.

2.1.1.1 La Formación Los Ranchos en la zona del distrito minero de Pueblo Viejo

En 1991, Kesler S.E. *et al* propusieron una organización litostratigráfica de la formation, basada esencialmente en los trabajos de cartografía realizados en la periferia del yacimiento de Pueblo Viejo. La Fm Los Ranchos se subdividió en seis miembros superpuestos :

- en la base, el Miembro Cotui formado por flujos de lavas submarinas basálticas ;
- el Miembro Quita Sueño, representa un episodio volcánico ácido con presencia de lavas, pisoclásticas e intrusivas ;
- el Miembro Meladito se caracteriza por potentes acumulaciones de rocas volcanoclásticas ;
- el Miembro Platanal/Navisa marca un nuevo episodio eruptivo, con predominancia de basaltos y de andesitas ;
- en el techo se encuentran las brechas del Miembro Zambrana además de los sedimentos volcanoclásticos finos del Miembro Pueblo Viejo, relleno del cráter de una caldera volcánica. Estas facies particulares constituyen el encajante principal del yacimiento aurífero. En los niveles finos limo-areniscos y carbonatados del Miembro Pueblo Viejo, Smiley C.J. (1982) describió los vegetales fósiles atribuidos al Neocomiano.

Recientemente, los trabajos de Nelson C.E. (2000) vienen a contradecir la aparente simplicidad de esta organización estratificada. En efecto, la cartografía detallada a la escala del distrito minero y la interpretación de numerosos sondeos realizados en el yacimiento de Pueblo Viejo, condujeron a Nelson C.E. a considerar la existencia de tres facies principales más o menos sincrónicas, que se interdigitan a escala del yacimiento

imposibilitando la defcorrelación de estratigrafía. En el seno de la formación, Nelson C.E. distinguió :

- volcanitas de composición andesítica, incluyen términos lávicos, piroclastitos e intrusivos ;
- un conjunto de rocas epiclásticas, con brechas gruesas, tobas medios y finos; la facies más gruesa corresponde al Miembro Meladito, la más fina al Miembro Pueblo Viejo ;
- volcanitas ácidas de composición dacítica, con intrusiones y productos piroclásticos.

Todas estas facies son más o menos contemporáneas. Las epiclastitas son el resultado del desmantelamiento de las domos, coladas y/o productos piroclásticos, que son de composición andesítica o dacítica ; están repartidas en la periferia de los diferentes centros emisivos. De esta forma el autor explica la interdigitación de las diferentes facies, y las rápidas variaciones de potencia que presentan.

Las conclusiones de los diferentes trabajos realizados en el distrito de Pueblo Viejo (Kesler S.E. *et al*, 1991 ; Nelson C.E., 2000) muestran lo difícil que resulta encontrar unanimidad en lo concerniente la naturaleza, la disposición y la interpretación de las diferentes facies que constituyen la Formación Los Ranchos.

2.1.1.2 La Formación Los Ranchos en la Cordillera Oriental

Hasta ahora no existía una descripción geológica muy detallada de la Fm Los Ranchos a escala de la Cordillera Oriental. Los datos cartográficos recogidos en los "Special Paper 262 - plates 2B et 3" se obtuvieron, esencialmente de la tesis de Bourdon L. (1985). No se hizo distinción alguna en la Formación Los Ranchos, representada bajo el calificativo de "indiferenciada". Las únicas distinciones eran las concernientes al distrito de Pueblo Viejo, del que ya hablamos previamente (Kesler S.E. *et al*, 1991)

En el marco del Proyecto SYSMIN, la Formación Los Ranchos ha sido reconocida y cartografiada en las Hojas de Sabana Grande de Boyá, Monte Plata, Antón Sánchez, Bayaguana, El Valle, Hato Mayor del Rey y Miches.

De forma general, se pueden diferenciar tres sub-conjuntos principales en la Formación :

- un Miembro Inferior, reconocido principalmente en las Hojas de Sabana Grande y de El Valle, compuesto principalmente de brechas piroclásticas poligénicas en las cuales se intercalan frecuentes niveles de lavas básica (basaltos, menos frecuentemente andesitas), así como horizontes volcanoclásticos finos, bien estratificados. Las brechas que afloran, generalmente en bolos de varios metros de diámetro, son de muy variada granulometría, textura y composición. La potencia de este conjunto es superior a 1500 m. El muro no es conocido, pues las zonas más profundas están en contacto con las intrusiones tonalíticas.
- un Miembro Intermedio, bien individualizado en las Hojas de Sabana Grande, Bayaguana, Antón Sánchez, y en menor medida en las de Hato Mayor y El Valle. Está compuesto por lavas ácidas, dacíticas y riódacíticas, a las que se asocian productos piroclásticos tobáceos y epiclastitas, con predominantemente ácidos. Esta unidad, es de espesor variable según los sectores. Lenticular en la Hoja de El Valle, puede alcanzar más de 1000 m en ciertas zonas de las Hojas de Sabana Grande y Bayaguana. Es muy característica dada la naturaleza y el color de las rocas que la componen, generalmente de tonos beige-amarillentos a rosáceos. También presenta una cobertura vegetal muy particular producto de la riqueza silíceo de las rocas que la componen.
- un Miembro Superior compuesto por productos piroclásticos andesíticos, principalmente brechas y aglomerados monogénicos, pero también con intervalos masivos más o menos importantes de andesitas y de basaltos porfídicos. Estos últimos están bien definidos en la Hoja de Bayaguana (El Pan de Azúcar), así como en la Hoja de Hato Mayor y en el ángulo SE de la Hoja de El Valle, justo bajo la cobertura discordante de la Formación Calizas de Hatillo.

Tomando en consideración la excepcional importancia económica de la Formación Los Ranchos, es muy probable que numerosos trabajos geológicos vengan a completar, confirmar y/o anular estas conclusiones e interpretaciones.

2.1.2 La Fm Los Ranchos en la Hoja de Bayaguana

En la franja Norte de la Hoja Bayaguana se encuentran los tres miembros principales que caracterizan la Fm Los Ranchos, y especialmente el miembro intermedio donde predominan las volcanitas y las volcanoclastitas ácidas. Esquemáticamente, estas unidades constituyen franjas estrechas orientadas de O.NO-E.SE a NO-SE limitadas y compartimentadas por fallas longitudinales en la misma dirección.

2.1.2.1 Fm Los Ranchos. Mb Inferior indiferenciado. Conjunto de brechas volcánicas poligénicas y coladas de lavas básicas y/o intermedias (2). Cretácico Inferior.

K₁

Los afloramientos reconocidos en el ángulo NE de la Hoja, comprendidos entre Trinidad y Guaymarote Arriba han sido representados como formando parte del Mb inferior indiferenciado de la Fm Los Ranchos.

Corresponden a brechas piroclásticas poligénicas, de fragmentos de composición andesítica y/o dacítica, y a lavas alteradas de tinte verde-marrón, con disyunción en bloques generalizada. El grano es de fino a medio, punteado por finos cristales y restos marrón-herrumbroso cuando se trata de ferromagnesios alterados, y beige-blancuzco cuando son feldespatos alterados. En su mayoría estas lavas son de composición básica, según atestiguan los productos de alteración supergénica de epidota-clorita, siempre reconocibles macroscópicamente debido a su color.

Localmente estas facies están intruidas por diques y pequeños domos de volcanitas ácidas.

2.1.2.2 Fm Los Ranchos. Mb Inferior. Predominio de lavas básicas masivas (3). Cretácico Inferior. K₁

Esta facies caracteriza una estrecha franja de terreno que, se prolonga desde el pueblo de Comatillo hacia el NO, en dirección del lugar conocido por Los Pegueros en la Hoja Antón Sánchez.

La facies tipo (JM-9350 y 9358) corresponde a una andesita porfídica constituida por fenocristales de feldespato y de clinopiroxeno en una mesostasia de textura microlítica,

fuertemente alterada a clorita y sericita. En la cabeza del río Sabana, en el Rancho Mariu, la lava está puntuada por vesículas planas, milimétricas, rellenas de cuarzo tardío.

2.1.2.3 Fm Los Ranchos. Mb Intermedio. Conjunto de brechas piroclásticas hidrotermalizadas, de composición ácida (4). Cretácico Inferior. K₁

El núcleo de la Loma de Managua y de Loma Guaymarote está conformado por un conjunto de roca cuarzo-feldespática de tinte claro, gris-beige a rosado, con aspecto de escoria, y pátina herrumbrosa.

La estratificación es raramente visible; el afloramiento presenta una estructura caótica, brechoide, donde es difícil identificar el contorno de los elementos que se confunden con la matriz. Predomina la sílice, con cristales y clastos milimétricos, pero sobre todo en impregnación, lo que confiere a la roca un aspecto poroso, escoriáceo, bien destacado por el juego de la alteración meteórica. La pirita está presente en agregados xenomorfos y en cristales sub-automorfos inframilimétricos. Su alteración es al origen de las pátinas superficiales de color ocre-amarilla- herrumbrosa.

La observación microscópica no aporta muchos más. Confirma la presencia constante de sílice, en cristales e impregnación hidrotermal, la existencia de sericita y de un mineral incoloro, de relieve medio y de polarización elevada que podría corresponder a alunita (JM-9339).

Estos depósitos representan acumulaciones volcánicas de composición ácida, del tipo brecha de explosión, brecha de colapso de domos, brecha de nube ardiente, etc, concentradas en la periferia de centros emisivos. Probablemente hidrotermalizadas, silicificadas como resultado de procesos contemporáneos o ligeramente tardíos en relación a su emplazamiento.

2.1.2.4 Fm Los Ranchos. Mb Intermedio. Coladas y productos volcanoclásticos ácidos bien estratificados (5). Cretácico Inferior. K₁

La asociación de estas facies caracteriza un nivel de 300-400 m de espesor, que se extiende varios kilómetros, equivalente lateral de las volcanitas y brechas piroclásticas

ácidas, descritas anteriormente. Este nivel constituye un buen punto de referencia, reconocido también en las Hojas vecinas de Sabana Grande de Boyá y Antón Sánchez.

En la Hoja de Bayaguana, el afloramiento más representativo es una cantera con actividad intermitente (Afl. JM-9365), situada en la plantación de cítricos "Cítricos Tropicales S.A.", aproximadamente a 7 km al Norte de Bayaguana. Se trata de una riodacita, gris beige. Es visible su estructura fluidal, subrayada por alternancias de colores, en tintes beige-rosáceos, que limitas a bandas de espesor milimétrico a decimétrico. Esta estratificación es perpendicular a las superficies de disyunción prismática. En lámina delgada, se trata de una lava homogénea, con textura porfídica, con fenocristales de cuarzo globular y de feldespatos, en una mesostasia de igual naturaleza que presenta un inicio de alteración sericitica.

En la unión NE de las Hojas Bayaguana y Hato Mayor, son visibles facies equivalentes a lo largo del camino que une los pueblos de El Puerto y Trinidad. Son lavas y tobas piroclásticas ácidas, de color beige amarillento, regularmente laminados, con una potencia cercana a los 400 m de espesor. Se localizan en la prolongación de los domos y las brechas piroclásticas ácidas de la Loma de Guaymarote.

2.1.2.5 Fm Los Ranchos. Mb Intermedio. Macizos de dacitas-riodacitas (6). Cretácico Inferior. K₁

Localmente la facies dominante del miembro medio de la Fm Los Ranchos es una dacita porfídica. Los afloramientos de más fácil acceso, están situados :

- al NO de la Loma de Guaymarote, en la cantera de feldespatos del Bebedero (JM-9394),
- al pie de la antena telefónica en lo alto de la colina de La Mata del Jíbaro (JM-9290 y 9300)

Se trata de una lava masiva y homogénea muy blanca, con textura porfídica, de cristales de cuarzo de sub a automorfos, unas veces globulares y otras de sección cuadrada, de varios milímetros de diámetro. La mesostasia es blanca, predominando la albita.

Se han descubierto otros afloramientos, siempre en la Loma de Guaymarote, al SE de la cantera de El Bebedero, demostrando así una extensión importante de esta facies que constituye el núcleo del domo volcánico de Guaymarote (JM-9401, 9405 y 9487). La roca es gris verdusco, está constituida por cristales de plagioclasa y de cuarzo, en una mesostasia microlítica de cuarzo, plagioclasa, clorita y productos ferrotitaníferos. Sin embargo, estos afloramientos no presentan, en superficie, el trazo de alteración hidrotermal (albitización) que parece ser la característica del material extraído de la mencionada cantera.

2.1.2.6 Fm Los Ranchos. Mb Superior. Lavas indiferenciadas de composición básica y/o intermedia (7). Cretácico Inferior. K₁

Bajo esta denominación, se reagrupa un cierto número de afloramientos de lava andesítica, estratigráficamente situadas sobre volcanitas ácidas. Este es el caso de las facies observadas en los taludes de los accesos a “Cítricos Tropicales S.A.”, al SE de la Loma de Mogeá

La facies tipo es una andesita porfídica de color gris claro, transformada en arena suelta por la alteración supergénica, granuda, comparable a la desarrollada sobre granitoides.

2.1.2.7 Fm Los Ranchos. Mb Superior. Andesitas porfídicas del “Pan de Azúcar” (8). Cretácico Inferior. K₁

El “Pan de Azúcar” corresponde a un domo o un pitón (neck) de andesita porfídica, cuya morfología “en cresta” le ha dado su denominación. Está localizado a 3 km al NE de Comatillo.

Corresponde probablemente a un centro fósil de emisión volcánica, puesto al descubierto por la erosión y actualmente rodeado por una envoltura de bloques rodados, empastados por arcillas de alteración laterítica.

Macroscópicamente la facies tipo (JM-9320, 9323) es una roca verde, con alineaciones centimétricas negras, dispersas en una matriz de grano fino. En lámina delgada, se trata de una lava masiva y homogénea con textura porfídica, de fenocristales automorfos de clinopiroxeno y de plagioclasa. La mesostasia microlítica está ligeramente alterada a clorita,

prehnite y pumpelita. Esta facies es espectacular y, en el futuro, pudiera suscitar interés como piedra ornamental. Se clasifica como “pórfido andesítico de clinopiroxeno”.

2.1.2.8 Fm Los Ranchos. Mb Superior. Epiclastitas con material carbonoso, en el flanco sur de la Loma de Guaymarote (9). ¿ Cretácico Inferior ? K₁

Es una facies particular de esta Hoja, cuya extensión cartográfica se limita al flanco sur de la Loma de Guaymarote.

Es un conjunto irregularmente estratificado, de color rosa o gris-beige, que comprende areniscas cuarzo-feldespáticas gruesas, areniscas finas y silto-pelitas localmente rica en restos vegetales. En la base esta unidad descansa sobre las volcanitas ácidas a través de algunos horizontes métricos de micro conglomerados. Hacia la parte alta, las facies evolucionan y se parecen un poco a las de la base del Cretácico Superior.

Las areniscas (JM-9032, 9033, 9468, 9470, 9571) están compuestas por fragmentos líticos angulosos de cuarzo y de feldespato, incompletamente cementados por la matriz silícea. Estos componentes son de origen volcánico y provienen del desmantelamiento de las volcanitas ácidas de la unidad subyacente. No parecen haber sufrido transporte ni maduración importantes. Presentan granoclasificación y cada banco corresponde a una secuencia sedimentaria de 5 -10 cm de espesor.

Los niveles silto-pelíticos (JM-9035, 9277) están intensamente deformados por micro estructuras de deslizamiento (slumping), mostrando así la inestabilidad del medio en el cual se han depositado. Localmente son ricas en restos vegetales transformados en productos carbonosos. Por su presencia se puede ver en esta facies un equivalente de las epiclastitas finas del Mb de Pueblo Viejo, definido en este yacimiento, aunque es difícil de asegurar con los datos actuales.

La atribución estratigráfica de esta entidad litológica no está totalmente definida :

- desde un punto de vista puramente geométrico, la unidad yace bajo las calizas de la Fm Hatillo de la Loma Doña Isabel, lo que justificaría su atribución al techo de la Fm Los Ranchos, al Cretácico Inferior ;

- no obstante, una muestra de silto-pelita (JM-9572), tomada en la parte superior de la unidad, revela la presencia de numerosos especímenes de foraminíferos de pequeño tamaño, con frecuencia silicificados y recristalizados, donde las Globotruncanidae, militan en favor de una atribución al Cretácico Superior.

Las tentativas de determinar los restos vegetales no permitieron aclarar la duda en cuanto a la edad de este conjunto (JM-9035).

Habrá oportunidad de volver a esta unidad en el capítulo dedicado a los yacimientos minerales, pues en la actualidad es objeto de trabajos de prospección para la búsqueda de oro y plata.

2.2 LA FM CALIZA DE HATILLO – APTIANO-ALBIANO

2.2.1 Generalidades

La localidad tipo para la defcorrelación de la formación es el pueblo de Hatillo (Bowin C., 1966), situado en el extremo oeste de la Cordillera Oriental (UTM, X: 04645; Y: 20790). La base de la formación es una superficie de disconformidad que superpone calizas o delgados horizontes de brechas sobre rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Los Ranchos. El techo es un contacto discordante entre calizas y areniscas de granos volcánicos pertenecientes a la Formación Las Guayabas.

La Formación Hatillo aflora entre los pueblos de Bayaguana y Hato Mayor como una franja estrecha de 40 km de largo con buzamiento hacia el Sur (Figura 4). Debido a su inclinación tectónica, la Caliza de Hatillo termina hacia el Norte erosionada y hacia el Sur se sumerge a varios kilómetros de profundidad, sin que existan datos de su continuidad en el subsuelo. No obstante, es previsible que existan variaciones de espesor significativas de Norte a Sur como las observadas en sentido Este-Oeste a lo largo de la Cordillera. En el mapa de Hato Mayor se estima un espesor de 400-500 metros al Oeste del pueblo de La Clara, alrededor de 100 m en el centro-norte de la cartografía entre La Clara y Los Cacaos, escasos metros en el río Guamira y unos 150 m de espesor en la Loma del Chivo situada en la esquina NE de la cartografía. El cambio de espesor puede ser brusco en los bloques de fallas NE-SO como el caso de La Clara, o fallas NO-SE y E-O al sur de la Loma del Chivo. Aunque estas

fallas pueden haber sido activas durante la sedimentación de la Caliza de Hatillo, más posiblemente evidencian la discordancia del Cretácico Superior.

La Formación Hatillo se define usualmente por su litología principal, calizas masivas con rudistas y corales, pero la sucesión completa agrupa hasta cuatro tipos de litofacies dispuestas en tres tramos:

Tramo 1.- Brechas basales y areniscas. Han sido descritas por Russell N. y Kesler S.E. (1991) en cortes mineros de la mina Rosario Dominicana cercana al pueblo de Hatillo. Las lutitas carbonosas del techo de la Formación Los Ranchos están cubiertas por un conglomerado de espesor menor a 10 m, con un contenido máximo de 50% de cantos de sílex englobado en una matriz de grano fino. Sobre el conglomerado yace una capa uniforme de arenisca (3-10 m) cortada por una red de fracturas tapizadas por concreciones de óxidos de hierro y sílice, interpretadas como paleosuperficies de alteración. Encima hay lutitas calcáreas y areniscas con fragmentos de fósiles marinos, cubiertos por la caliza masiva del tramo-2. Para Russell N. y Kesler S.E. (1991) se trata de un depósito transgresivo sobre la Formación Los Ranchos. Estos autores citan en esta localidad fauna de equínidos de edad ¿Albiano Superior?-Cenomaniano. En la Hoja de Hato Mayor existe un afloramiento situado 2250 metros al Noreste del pueblo de La Clara. El yacente son más de cien metros de conglomerados de rocas volcánicas que coronan la Formación Los Ranchos. El tramo basal de la Formación Hatillo se consiste en unos 40 metros de brechas en una matriz de lutita con oxidaciones, capas centimétricas de lutitas con cantos, areniscas calcáreas con fauna marina y conglomerados. El techo son capas gruesas de calcarenitas del tramo-2.

Tramo 2.- Sobre los depósitos de conglomerado descritos, o en su ausencia directamente sobre la Fm Los Ranchos, existen dos litofacies lateralmente relacionadas: a.- caliza masiva gris “*wackestone*”, con fauna de rudistas, corales, equinodermos, gasterópodos, lamelibranquios y orbitolínidos; y b.- calizas con bioclastos, litoclastos y grava de rocas volcánicas. La primera se ha depositado en la zona protegida de una plataforma de carbonatos y la segunda como barras costeras en áreas de oleaje. En muchas áreas el tramo-2 termina por un contacto litológico brusco bajo areniscas del Cretácico Superior. Bourdon L. (1985) cita en el corte de la Loma del Chivo la siguiente microfauna: *Orbitolina* sp., *Mesorbitolina* (O) *subconca*, *Paracoskinolina sunnilandensis*, *Spiraplectaminoides* (*Cuneolina*) *scarsellai*, que determina una edad Aptiano terminal - base del Albiano. Las

calizas situadas al Oeste del pueblo de La Clara recientemente identificadas como Fm Hatillo contienen *Orbitolina* sp., *Acicularia* sp., *Pseudotextularia?* sp. La fauna de rudistas determinada por Rojas y Skelton (*com. pers.* 1997 en Escuder Viruete J. *et al.*, 2002) ciñen la edad de este tramo al Albiano Inferior-Medio.

Tramo 3.- La serie se completa con calizas oscuras bien estratificadas con nódulos de sílex, bioclastos, pellets, espículas, radiolarios y grava de rocas volcánicas. Hay áreas, como el cauce del río Guamira al NO de Hato Mayor, donde la Formación Hatillo consta únicamente de este tramo. Se interpretan como carbonatos de plataforma externa, progresivamente más profunda. Si el tramo-3 está preservado, el tránsito a la Formación Las Guayabas aparenta ser transicional. Bourdon L. (1985) cita el foraminífero *Colomiella recta*, que caracteriza al Aptiano Superior-Albiano.

2.2.2 La Fm Hatillo en la Hoja de Bayaguana. Calizas arrecifales masivas (10). Aptiano-Albiano. K₁

A escala de la Hoja, las calizas "Hatillo" se han reconocido en cuatro sectores diferentes bajo su facies clásica de origen arrecifal. Se trata de una caliza masiva, con pátina blanca de color gris-beige, con numerosas conchas de rudistas, gruesas y bien conservadas.

A diferencia de la Hoja vecina de Hato Mayor, estas no constituyen un horizonte continuo, sino que se presentan bajo la forma de masas lenticulares de extensión y espesor muy variables. Sin embargo, las relaciones entre estas lentejones y las formaciones situadas en el techo (Fm Las Guayabas) y al muro (Fm Los Ranchos) no se han podido observar. Se cree que se trata de relaciones de origen esencialmente sedimentario, por contacto erosivo, discordancia angular, biselado, etc., sub-contemporáneos de los depósitos. Lo cual no sería nada excepcional en depósitos arrecifales.

Al Noroeste de la Hoja, cerca del lugar llamado Las Cruces, la formación está señalada por varios pináculos de caliza que parecen "flotar" sobre el sustrato andesítico de la Fm Los Ranchos. Dibujan una lentejón con un contorno muy irregular, de menos de 2 km de extensión NO-SE y de espesor indeterminado.

En el Centro Norte, las calizas Hatillo constituyen el núcleo de la Loma de Media Cara. Aproximadamente 2 km en dirección E-O, el lentejón tendría una potencia próxima a los

750 m. Disminuye su espesor y desaparece muy rápidamente hacia el Oeste bajo los conglomerados de la Fm Don Juan y, hacia el Este, bajo los recubrimientos cuaternarios.

Hacia el Este, a nivel de la Loma Doña Isabel, las calizas Hatillo forman un lentejón NO-SE, de aproximadamente 4 km de largo y 1 km (¿?) de anchura, al parecer en total discordancia en las facies volcánicas de la Fm Los Ranchos.

Para finalizar este punto, se atribuyen igualmente a la Fm Hatillo, varios pináculos de calizas que emergen de la plataforma cuaternaria en la prolongación SE de la Loma Isabel, en los lugares conocidos como Cerro Haití Grande, Las Matas y Laguna Clara.

2.3 EL CRETÁCICO SUPERIOR

2.3.1 Generalidades

En la Cordillera Oriental, el Cretácico Superior está representado por potentes series de rocas volcanoclásticas agrupadas mayoritariamente en la Formación Las Guayabas (Lebrón M.C. y Mann P., 1991) (Figura 4). Los afloramientos se extienden entre el cabalgamiento de Hatillo que limita con la Cordillera Central y la costa este de la isla. Entre Bayaguana y Monte Plata la Formación Las Guayabas ocupa un área deprimida cubierta por sedimentos recientes que impiden la observación de su techo. La sucesión más completa, de unos 6 km de espesor, está expuesta al Este de Hato Mayor (Figura 5) en los principales relieves de la Cordillera. Los estratos son en general más jóvenes hacia el Sur y se hallan plegados y cortados por fallas en dirección que ponen en contacto rocas de diferentes edades y facies, dificultando la correlación.

La secuencia del Cretácico Superior está limitada por dos discordancias. La inferior, sobre la Fm Caliza de Hatillo, es un contacto que asciende y desciende en la serie estratigráfica, con saltos bruscos que coinciden con fallas. La superior es una discordancia bajo la Formación Don Juan (Eoceno) (Bowin C., 1966 ; Bourdon L., 1985) que trunca pliegues contractivos, llegando a erosionar a todo el Cretácico Superior.

Dentro del conjunto mayoritariamente volcanoclástico se diferencian diversas litologías que permiten la subdivisión estratigráfica: areniscas epiclásticas y tobas, lavas, radiolaritas y calizas. Bourdon L. (1985) ha cartografiado y descrito estas litologías con el apoyo de

dataciones, agrupándolas en dos unidades, El Seibo y El Oro, separadas por un cabalgamiento este-oeste. Posteriormente, Lebrón M.C. y Mann P. (1991) proponen una nomenclatura estratigráfica formal que prescinde de la división de El Seibo y El Oro, pero no soluciona el problema de correlación a ambos lados del cabalgamiento. Las nuevas cartografías del proyecto SYSMIN (2003-2004) contienen avances en el conocimiento estructural y en la definición de los límites lito y cronostratigráficos de las unidades, que permiten por primera vez unificar la estratigrafía de la Cordillera Oriental.

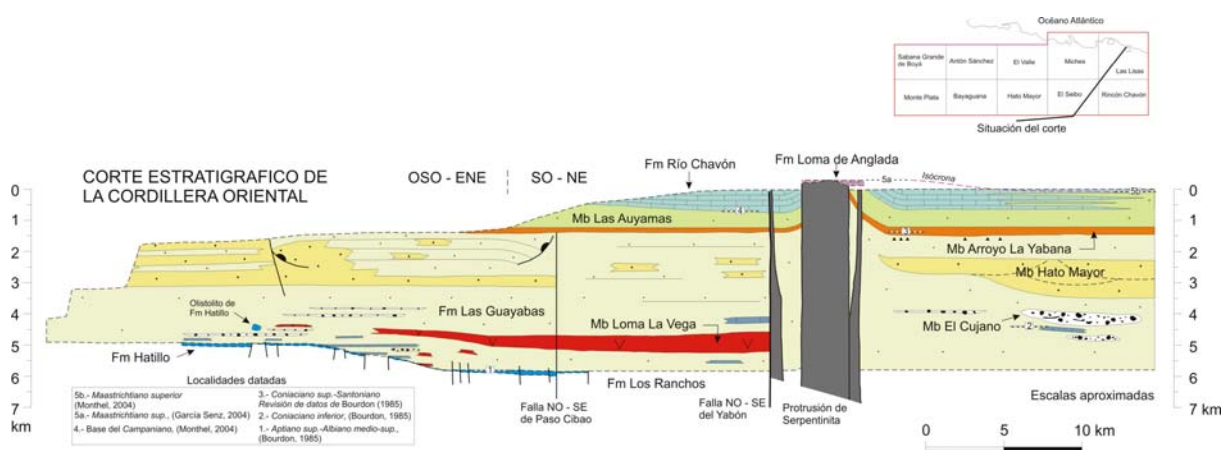


Figura 5 : Corte estratigráfico sintético de las unidades estratigráficas y las facies del Cretáceo Superior de la Cordillera Oriental. Se ha realizado con la información de la cartografía y cortes geológicos seriados.

Ahora, en el Cretáceo Superior, se diferencian (Figura 5) :

- la Fm Las Guayabas, con areniscas finas-medias de color oscuro, estratificadas en capas regulares planoparalelas. Dentro de esta Formación, las subdivisiones diferenciadas comprenden : el Mb Loma La Vega (lavas, brechas tobáceas y cineritas) ; el Mb El Cujano (conglomerados), el Mb Hato Mayor (brechas y areniscas gruesas, turbidíticas), el Mb Arroyo La Yabana (radiolaritas) y el Mb Las Auyamas (lutitas carbonatadas) ;
- la Fm Río Chavon, que consiste predominantemente en capas de calcarenitas y calizas margosas con intercalaciones de areniscas y lutitas ;
- la Fm Loma de Anglada, con areniscas carbonatadas y calizas masivas de plataforma.

La biostratigrafía del Cretácico Superior se basa en foraminíferos plantónicos, radiolarios y ammonoideos. Debido a la restricción batimétrica, los rudistas aparecen y son útiles únicamente al final del Cretácico. El piso Cenomaniano no se ha podido separar del Albiano. El Turoniano Inferior-Medio está representado por la zona de *Helveto-globotruncana helvética*, reconocida por Bourdon L. (1985) en una muestra de turbiditas calcáreas del tramo inferior de la Fm Río Chavón. Se trata con seguridad de fósiles resedimentados que yacen sobre depósitos asignados al Coniaciano por el mismo autor. El Coniaciano está representado en una serie dilatada que corresponde aproximadamente a la mitad del espesor total del Cretácico Superior. Ammonites del Coniaciano Inferior han sido citados en calizas intercaladas entre el Miembro El Cujano (Bourdon L. *et al.*, 1983 ;1984 ; Bourdon L.,1985) ; y una asociación de radiolarios del Coniaciano se ha reconocido en el Mb Arroyo La Yabana (Bourdon L., 1985). El estudio de foraminíferos plantónicos y radiolarios recogidos en sucesión vertical en la Hoja de El Seibo permite acotar el límite Santoniano-Campaniano próximo a la base de la Formación Río Chavón (Monthel J., 2004). Este dato contrasta una vez más con la fauna plantónica de edad coniaciano-santoniano citada por Bourdon L. (1985) en la Formación Río Chavón, sugiriendo ya sea que la fauna se halla resedimentada, o que la base de la Formación Río Chavón es más diacrónica de lo que hasta ahora se ha supuesto.

El Maastrichtiano se ha reconocido por fauna bentónica de sulcoperculinas y orbitoideos en la Formación Loma de Anglada (Bourdon L., 1985; García Senz J., 2004) y el Maastrichtiano Superior por rudistas de la asociación *Titanosarcolites* (J.M. Pons, *com. personal*). No es segura la presencia del globigerínido terciario *Acarinina* sp. en la parte superior de la Formación Loma de Anglada (det. L. Granados).

La sección estratigráfica está dominada por detríticos volcánicos. El volumen de detríticos de origen sedimentario es insignificante en unidades situadas bajo las radiolaritas del Miembro Arroyo La Yabana, pero se incrementa en rocas más recientes provenientes de una plataforma de carbonatos. Los foraminíferos plantónicos, radiolarios y ammonoideos presentes en la sección del Cretácico Superior indican un ambiente de mar profundo, con excepción de la Formación Loma de Anglada que termina el ciclo deposicional. Las estructuras sedimentarias son características de transporte por gravedad, ya sea por corrientes turbidíticas o por flujos en masa en abanicos submarinos. La escasez de datos de paleocorrientes y la dificultad de ordenar las variaciones de tamaño de grano en términos de proximal a distal impiden por el momento la reconstrucción de los sistemas deposicionales.

Se considera que el contexto tectónico y deposicional del sedimento del Cretácico Superior es una cuenca de antearco desarrollada sobre el arco volcánico de la Formación Los Ranchos (ej. Bourdon L., 1985 ; Mann P. *et al.*, 1991 y otros autores) y rellena por detríticos procedentes del arco volcánico y de un basamento metamórfico comparable al que actualmente existe en la Península de Samaná.

2.3.2 La Fm Las Guayabas en la Hoja de Bayaguana. Areniscas, grauvacas y lutitas en capas delgadas plano-paralelas (11). Cretácico Superior. K₂

Los afloramientos de la Fm Las Guayabas son pocos y están dispersos en las estribaciones de los relieves de la parte norte de la Hoja o localmente visibles en el lecho del río Comate. Es difícil precisar la organización general de la formación a escala de la Hoja. Según lo que se puede deducir de los cortes geológicos, su potencia es superior a los 3000 m. En el seno de esta formación, no se ha realizado distinción alguna. La serie es muy monótona, con predominancia de grauvacas, areniscas, siltitas y pelitas, de tinte marrón a gris-verduzco, organizados en secuencias elementares pluri-decimétricas.

La parte inferior, discordante sobre las calizas de la Fm Hatillo, o directamente transgresiva en los terrenos volcánicos de la Fm Los Ranchos, está compuesta por litosparitas y literanitas feldespáticas en bancos mal organizados, de potencia decimétrica a métrica, separados por niveles finos, arcillo-siltosos, de espesor centimétrico. Su color es gris verduzco a marrón.

En lámina delgada la roca es heterogénea, compuesta esencialmente por fragmentos de rocas volcánicas (basalto) y por restos de feldespatos. Pero no es raro observar también restos de caliza peri-arrecifal y micrita. El conjunto está cementado por una argamasa feldespática micro-cristalina. La textura es soldada a subsoldada. La biofase es inexistente o excepcional (muestra JM 9314 – Globotruncanidae indeterminables).

Hacia el techo de la serie, predominan los términos finos. Litarenitas, siltitas y pelitas alternan y se organizan en bancos bien definidos de espesor regular, decimétricos a centimétricos. La estratificación es nítida y no es raro observar intercalaciones centimétricas de biomicrita laminada y muy bioturbada.

Desde el punto de vista de la edad, dos muestras tomadas en los términos relativamente elevados de la serie, pueden datarse por su contenido en microfósiles :

- muestra JM-9432 (Lat.18.78876 ; Long. -69.71417) : biomicrita muy rica en foraminíferos planctónicos, datada del Turoniano Medio por la presencia de *Helvetotruncana helvetica* (intervalo -92 Ma a -91 Ma) ;
- muestra JM-9578 (Lat. 18.75142 ; Long. -69.60977) : litarenita laminadas, con micro fauna planctónica que contiene *Heterohelix globulosa* (EHRENBERG), característica del intervalo Turoniano Medio a Santoniano (-92 Ma a 83,5 Ma)

Sedimentológicamente, las diferentes facies observadas corresponden a depósitos de origen turbidítico. Los restos de feldespatos y los fragmentos de rocas volcánicas (basalto) que caracterizan las facies más gruesas, provienen sin duda del desmantelamiento de un arco insular. Siempre igual en estas facies, los restos de caliza tienen un probable origen en la erosión de la plataforma carbonatada arrecifal de la Fm Calizas de Hatillo sobre la cual, la Fm Las Guayabas, es discordante.

2.4 LA FM DON JUAN - EOCENO

2.4.1 Generalidades

Como consecuencia de las deformaciones acaecidas a principios del Terciario, los sedimentos cenozoicos del bloque oriental se disponen discordantemente sobre el irregular paleorrelieve integrado por el conjunto volcánico-sedimentario cretácico y sus intrusiones asociadas.

La Fm Don Juan constituye la unidad la más típica del conjunto paleógeno de la región, fácilmente identificable tanto por sus características litológicas como por sus tonos rojizos de tendencias violáceas. Su denominación como Fm Don Juan se debe a Bowin C. (1966) que agrupó en ella un conjunto de rocas sedimentarias con niveles de tobas, aflorante entre el cabalgamiento de Hatillo y la localidad de Don Juan.

En la misma zona, Boisseau M. (1987) identificó un conglomerado basal derivado de la denudación de rocas volcánicas, cuyo depósito relacionó con una fase de deformación

finicretácica, sobre el que se dispone una serie detrítica asignada al Paleoceno Inferior-Medio; discordante sobre él, describió una serie eminentemente calcárea del Paleoceno Medio que, al menos en parte, correlacionó con la Fm Loma Caballero (Bowin C., 1966). Casi simultáneamente, Domínguez H.S. (1987) agrupó las litologías descritas en una Fm Don Juan caracterizada por tres tramos : basal, constituido por conglomerados, limos y areniscas ; intermedio, formado por calizas, limos y areniscas ; y superior, integrado por areniscas de origen volcanoclástico y limolitas oscuras. Esta división se mantuvo, con ciertas modificaciones, en la ejecución de las Hojas a escala 1:50 000 de Hatillo y Villa Altagracia correspondientes al Proyecto C de Cartografía Geotemática (Martín M., 2000, y Hernaiz Huerta P.P., 2000, respectivamente).

La tesis doctoral de Bourdon L. (1985) aporta una cartografía de la Cordillera Oriental en la que se identifican varios afloramientos de conglomerados atribuibles a la Fm Don Juan, datando cantos de la serie terciaria de Yabón que indican que la formación se nutrió de materiales del Eoceno Inferior, lo que permite acotar la edad del conjunto, al menos en dicha zona.

2.4.2 La Fm Don Juan en la Hoja de Bayaguana. Conglomerados con cantos dominantes de caliza, areniscas y arcillas moradas (12). Eoceno. P₂

Comparada con las demás Hojas, los terrenos de la Fm Don Juan tienen amplia representación en el territorio de la Hoja Bayaguana :

- hacia el Oeste, constituyen el núcleo de la Loma Saltadero, cuya particular morfología “kárstica”, cubre varios kilómetros cuadrados de superficie ;
- al centro-norte, arman las primeras estribaciones de la Cordillera Oriental, por una parte y otra de los caminos Bayaguana-Platanal y Bayaguana-Comatillo ;
- hacia el Este, mucho menos desarrollada, se han encontrado arcillas violáceas de la formación cerca de la cabeza del arroyo Bebedero, al pie de las colinas de “Las Siete Lomas”.

Naturalmente, las facies que componen la Formación afloran mal. Sin embargo los conglomerados de cantos rodados calizos de la base de la serie son, o han sido, explotados

en numerosos lugares, dando así acceso a varios afloramientos. Las canteras más importantes están situadas cerca de Comatillo.

A escala de la Hoja, la Fm Don Juan se caracteriza por dos grandes conjuntos, cuyo límite no es posible cartografiar :

- en la base, niveles conglomeráticos muy gruesos, englobados por arcillas rojo-violáceas o grisáceas,
- en el techo, alternancias arenisco-pelíticas verde-amarillentas a marrón, en ocasiones difícil de distinguir de la Fm Las Guayabas del Cretácico Superior.

Globalmente se constata una granoclasificación positiva en la Fm Don Juan, con facies esencialmente gruesas en su base y hacia el techo, una predominancia de silto-pelitas que, no obstante, todavía presentan algunas recurrencias conglomeráticas cuyo color rojizo permite caracterizarlas como pertenecientes a la formación.

2.4.2.1 Los conglomerados y arcillas violáceas de la base de la Formación

La base de la formación se caracteriza por niveles de conglomerados, de areniscas gruesas y arcillas rojo púrpura a violáceas, que forman un lecho de varios cientos de metros de espesor que reposa en discordancia sobre los terrenos del Cretácico Superior.

La discordancia angular es muy importante en la región de Comatillo donde todas las mediciones indican que los conglomerados de la Fm Don Juan están a contra-buzamiento con los terrenos más antiguos. En este sector los buzamientos medidos en las areniscas cretácicas de la Fm Las Guayabas, tienen orientación sur, entre 30 y 40°, mientras que los recogidos de las alternancias arenisco-conglomeráticas de la Fm Don Juan, tienen una pendiente de 20 a 50° hacia el Norte. A pesar de esto la discordancia no es visible en el afloramiento.

Al pie de la Loma Saltadero, en las antiguas canteras del Batey Santa Alicia, la discordancia angular no es tampoco evidente. Los buzamientos medidos en las dos formaciones están orientados, en su mayoría, hacia el Norte con bruscas variaciones que muestran la existencia de una disarmonía.

La facies tipo corresponde a una pudinga heterométrica, casi monogénica, con matriz arcillo-arenisca, rojo-violácea o grisácea, poco endurecida. Aflora en bancos macizos, poco o nada estratificados, con potencia de varios decímetros a algunos metros. En el seno de estos bancos no se percibe, en general, clasificación granulométrica. El tamaño de los elementos es muy variable, algunos pueden alcanzar varias decenas de centímetros, siempre bien redondeados.

Entre los cantos reconocemos, por orden de abundancia :

- cantos de micrita caliza, gris, localmente fosilífera. Constituyen más del 80% de los elementos. La facies recuerda las calizas para-arrecifales de la Fm Hatillo, pero ciertos cantos provendrían igualmente de micrita del Cretácico Superior, datado por su contenido en fósiles de rudistas (M. A. Iturralde Vinent, com. oral) ;
- cantos de areniscas silicificadas gris-verdusco y de chert laminado, sin duda tomados de las series del Cretácico Superior ;
- cantos de origen volcánico (lava microlítica y porfídica).

La matriz, que engloba a los elementos soportados, es de color rojo-violáceo o grisáceo. Está poco endurecida y los elementos se descalzan fácilmente. Corresponde a una literanita feldespática muy heterogénea de cemento arcilloso, rica en fragmentos y restos de cuarzo, de feldespato y laminillas de micas. La proporción de arcilla varía muy rápido, de uno a otro punto de observación, en el mismo banco.

Localmente, y en el seno de este conjunto arcillo-conglomerático, existen niveles de potencia decimétrica, compuestos por grauvacas, areniscas feldespáticas y siltitas arcillosas cuyo tinte verde amarillento contrasta con el dominante rojo-violáceo del conjunto. El análisis microscópico de un nivel de siltita arcillosa (muestra JM-9329) reveló la presencia de una biofase de especímenes muy recristalizados de Globotruncanidae y de Heterohelicidae. Estas especies desaparecieron en el límite Cretácico-Terciario, por lo que puede tratarse de elementos modificados provenientes de la erosión de sedimentos cretácicos y de su redepósito durante el Eoceno. Otra posible hipótesis es que esos niveles de fauna cretácea corresponden a olistolitos del Cretácico, sedimentados en el seno de los depósitos eocenos.

2.4.2.2 Las alternancias arenisco-pelíticas del techo de la Formación

Los términos más elevados de la Fm Don Juan fueron observados en el contorno SE de la Loma Saltadero, en dos pequeñas canteras artesanales (JM-9439 y 9440).

Se trata de pelitas bien estratificadas, de tinte marrón, en las cuales se intercalan bancos decimétricos de micro conglomerados y de areniscas endurecidas gris beige, con estructura laminada. Cada una de las láminas, de espesor centimétrico, corresponde a una micro secuencia de granoclasificación, rica en fragmentos líticos angulosos. Los fósiles son abundantes, en particular formas cónicas de gasterópodos (con mayor precisión, del tipo *Nerinea*). La presencia de intercalaciones de pelita y de arenisca arcillosa rojo-violácea es lo que permite atribuir estas facies a la Fm Don Juan. En ausencia de estas referencias, las facies del techo tienen mucha similitud con las alternancias arenisco-pelíticas de la Fm Las Guayabas del Cretácico Superior.

Se efectuó un levigado de marga (JM-9439) que no reveló ningún criterio bio-estratigráfico preciso. Pero existe una fuerte presunción de un intervalo Eoceno-Oligoceno basal, debido a la posible presencia de foraminíferos planctónicos del tipo *Pseudohastigerina* sp.

2.5 ROCAS PLUTÓNICAS DE EDAD Y ASIGNACIÓN IMPRECISAS. TONALITA DE GRANO GRUESO, CON BIOTITA (1)

Se trata de una roca plutónica profundamente modificada por la alteración meteórica, que se observa únicamente en dos puntos precisos y alejados unos de otros :

- al NO, en el arroyo Toro Prieto, afluente del río Boyá (Afl. JM-9455),
- en el camino que lleva a Media Cara, en el cruce con el arroyo Esperanza (Afl. JM-9307).

Estos dos afloramientos se caracterizan por una alteración en bolas y una arenización muy importante. La roca presenta una facies de grano muy grueso, con biotita abundante. Las otras especies mineralógicas están muy alteradas para poder ser identificadas macroscópicamente. No se pudo recoger ninguna muestra suficientemente fresca para el examen microscópico y la determinación litológica precisa.

Esta facies evoca las tonalitas oscuras, gabroicos, que se conocen en el borde de los plutones tonalíticos del Cretácico Inferior, en las Hojas vecinas Sabana Grande de Boyá y El Valle. Sin embargo, los dos afloramientos están situados en un medio con predominancia de arenisca del Cretácico Superior, y no en los terrenos de la Fm Los Ranchos, del Cretácico Inferior. Es posible que correspondan a intrusivos más tardíos, post-Cretácico Superior.

2.6 LOS HAITISES – PLIOCENO-PLEISTOCENO

2.6.1 Generalidades

Los sedimentos del Plioceno-Pleistoceno pertenecen a las amplias plataformas carbonatadas que se extienden en los dos flancos de la Cordillera Oriental (Figura 4). Al Norte, en la región de Los Haitises (Hojas a escala 1:50.000 de Sabana Grande de Boyá, Antón Sánchez, Bayaguana, El Valle y Hato Mayor del Rey), la plataforma, que llega a confundirse con los relieves de la Cordillera, se encuentra afectada por un espectacular karst tropical maduro; aparece inclinada hacia el Norte, de manera que desciende desde cotas superiores a los 300 m hasta el nivel del mar en la Bahía de Samaná. Al Sur, en la Llanura Costera del Caribe (Hojas a escala 1:50.000 de Monte Plata, Bayaguana, Hato Mayor del Rey, El Seibo y Las Lisas), se conserva mucho mejor el carácter de plataforma, contrastando sensiblemente con los relieves de la Cordillera; su descenso hacia el Sur se produce escalonadamente desde cotas cercanas a 100 m hasta alcanzar el litoral del Caribe.

Pese al indudable atractivo que ofrece la región de Los Haitises como dominio geológico peculiar, especialmente por el desarrollo de un extraordinaria karst tropical maduro, son escasos los trabajos elaborados sobre ella y en la mayoría de los casos están relacionados con la minería del ámbar. La razón principal es su inaccesibilidad, derivada de la presencia de una exuberante vegetación tropical desarrollada sobre un típico relieve en “caja de huevos” integrado por infinidad de montículos (hums o haitises) entre los que se distribuye una densa red de depresiones (dolinas y uvalas), en ocasiones con desniveles superiores a 200 m. Dichos trabajos aluden a la estratigrafía de las tradicionales calizas de Los Haitises de forma marginal, bien por tratarse de trabajos de índole regional o bien porque abordan específicamente la minería del ámbar, centrada en el perímetro de la región.

De entre los trabajos que describen la estratigrafía de la región de Los Haitises, cabe destacar el de Brouwer S.B. y Brouwer P.A. (1980), relativo al ámbar, en el que se describen cuatro unidades superpuestas, de muro a techo : conglomerado basal, Fm Yanigua (que alberga el ámbar), caliza de Cevicos y caliza de Los Haitises. Iturralde Vinent M.A. (2001), en un nuevo estudio sobre la geología del ámbar en el ámbito caribeño, considera que el conglomerado basal constituye en realidad intercalaciones dentro de la Fm Yanigua, sugiriendo otro tanto para las calizas de la Fm Cevicos, por lo que simplifica el esquema estratigráfico que queda reducido a dos unidades : la Fm Yanigua, constituida por margas entre las que se intercalan niveles de conglomerados y de calizas, además de albergar masas discontinuas de ámbar y lignito; y la Fm Los Haitises, dispuesta sobre la anterior e integrada por las típicas calizas arrecifales que constituyen los característicos afloramientos de la mayor parte de la región. Más recientemente, el estudio de la minería artesanal de la República Dominicana (Espy J.A., 2000), elaborado dentro del Programa SYSMIN, aporta nuevos datos sobre la Fm Yanigua, si bien desde un punto de vista minero.

En el presente trabajo se han adoptado los criterios generales propuestos por Iturralde Vinent M.A., con dos unidades principales : la Fm Yanigua (Hojas de Sabana Grande de Boyá, Antón Sánchez, Bayaguana, El Valle y Hato Mayor del Rey), como un conjunto margoso que alberga pequeñas masas de lignito y ámbar, en el que se intercalan niveles carbonatados de orden métrico, así como conglomerados, más frecuentes hacia la base, existiendo casos en los que su alta proporción ha sugerido su diferenciación cartográfica (Hoja de Sabana Grande de Boyá); y la Fm Los Haitises (Hojas de Sabana Grande de Boyá, Antón Sánchez, El Valle ¿y Hato Mayor del Rey?), constituida por calizas arrecifales masivas, habiéndose diferenciado dos tramos dentro de ella, en función del mayor o menor contenido margoso de las calizas.

No existe unanimidad en cuanto a la edad del conjunto : Brouwer S.B. y Brouwer P.A. (1980) enmarcan la Fm Yanigua en el Mioceno ; Bourdon L. (1985) asigna el conjunto calcáreo al Mioceno Superior-actualidad ; Toloczyki M. y Ramírez I. (1991) atribuyen la Fm Yanigua al Mioceno Superior-Plioceno y la Fm Los Haitises, al Plioceno-Cuaternario ; y por último, Iturralde Vinent M.A. (2001), propone el Mioceno Inferior-Medio para la Fm Yanigua y el Mioceno Medio-Superior para la Fm Los Haitises. En cualquier caso, el hallazgo durante la realización del presente trabajo de asociaciones faunísticas características del Plioceno dentro de la Fm Yanigua (Hoja de Antón Sánchez) ha sido el criterio seguido para establecer

la cronoestratigrafía de la zona, completada con la asignación de la Fm Los Haitises al Plioceno-Pleistoceno.

Los afloramientos de la Fm Yanigua se distribuyen por el borde de la región, soterrándose bajo los de la Fm Los Haitises, sin que pueda asegurarse si hacia el Norte existe entre ellos una relación de cambio de facies mediante la cual la primera se adelgaza o incluso desaparece en favor de la segunda. La Fm Yanigua se interpreta en un contexto marino-lagunar de baja energía, en tanto que la Fm Los Haitises representa una plataforma carbonatada con frecuentes construcciones arrecifales.

En conjunto se apoyan sobre un paleorrelieve muy irregular integrado fundamentalmente por materiales cretácicos y tonalíticos asociados a ellos, algunos de los cuales “emergen” en el seno de la plataforma calcárea, lo que indica un contexto en el que la Cordillera Oriental estaría reducida a una serie de isleos. Posteriormente, el progresivo ascenso de la región, dentro del contexto de la elevación de La Española, provocaría el retroceso de la línea de costa y del complejo arrecifal hacia la Bahía de Samaná, hasta alcanzar la disposición actual. De acuerdo con este esquema, aunque las calizas de la Fm Los Haitises constituyen un conjunto de extraordinaria uniformidad, poseerían carácter diacrónico, más antiguo en el sector meridional (Plioceno) y prácticamente actual en el ámbito de la bahía.

En cuanto a la plataforma carbonatada de la Llanura Costera del Caribe, no existen estudios geológicos específicos sobre ella, tratándose en todos los casos de referencias marginales. Aunque tradicionalmente ambas plataformas carbonatadas han sido tratadas independientemente, su estrecha relación parece un hecho como sugieren su aparente conexión física al NE de Bayaguana y la que se intuye debido a la continuidad de la plataforma meridional por el extremo oriental de la Cordillera hasta las proximidades de Nisibón.

En la zona de estudio, la plataforma meridional está integrada por un conjunto monótono de margas entre las que se intercalan calizas y calizas margosas que ocasionalmente pueden constituir la litología dominante. Muestra grandes semejanzas con la Fm Yanigua, por lo que se han atribuido a ella (Hojas de Monte Plata, Bayaguana, Hato Mayor del Rey, El Seibo y Las Lisas), hecho apoyado por la conexión espacial de ambas plataformas señalada anteriormente.

2.6.2 Los Haitises en la Hoja de Bayaguana. Margas y calizas margosas (13 y 14). Plioceno-Pleistoceno. N₂ - Q₁₋₃

En la Hoja Bayaguana se reconocieron, en diferentes sectores, la Fm Haitises y su equivalente lito-estratigráfico de la Llanura Costera del Caribe, puntualmente visibles a través de la cubierta cuaternaria que hace de pantalla. Las condiciones de afloramiento son muy mediocres. Luego del examen de las fotografías aéreas, se atribuyó una importante extensión a esta formación, particularmente en la parte SO de la Hoja.

En su mayoría, se trata de niveles de margas muy arcillosas, amarillentas, ricas en nódulos y concreciones de caliza biodetrítica y en fósiles arrecifales. En superficie, las margas generan suelos muy arcillosos, de color marrón oscuro a negro.

Las facies carbonatadas, equivalentes a las de la parte inferior de la Fm Cevicos, están constituidas por material proveniente de la destrucción de organismos calizos. Este es el caso de las brechas de acumulación, compuestas por el acumulamiento de fragmentos de tallos de Poliperos ramificados, mal cementados en una matriz arcillo-carbonatada. Estas facies se ven :

- en el lecho del río Yuvina, cerca del cruce con la carretera Bayaguana-El Puerto (JM-9036). Se observan niveles plurimétricos constituidos por restos de Poliperos ramificados y localmente cúpulas de Madreporarios en posición de vida ;
- en el lecho del río Socoa (JM-9442), en el ángulo NO de la Hoja, se trata de un estrato cercano a los dos metros de espesor, de calizas modulosas y de calizas garcillosas blanco-amarillentas groseramente estratificadas, ricas en fragmentos de Poliperos y en conchas de Lamelibranquios (Dicerias ?).

2.7 LAS FORMACIONES SUPERFICIALES CUATERNARIAS

2.7.1 Abanicos aluviales de baja pendiente. Lutitas, limos, arenas y gravas con alteración laterítica (15). Pleistoceno – Holoceno. Q₁₋₃ – Q₄

La zona tabular que cubre cerca de 2/3 del territorio al Sur de la Hoja de Bayaguana no presenta afloramiento. Está recubierta por esparcimientos y suelos, en su mayoría arcillosos

o arcillo-arenosos finos, atípicos, de color marrón-ocre a rojizo, excepcionalmente con niveles y cordones de gravas y guijarros. El origen de estos materiales provienen de la alteración meteórica de los relieves cretácicos situados al Norte de la Hoja. Luego fueron arrastrados y más tarde sedimentados bajo el efecto de paleo-corrientes fluviales Su espesor no se conoce con precisión; este está controlado por la morfología del paisaje y por la red de ríos, que en la época de los depósitos, drenaron la zona.

Estos sedimentos superficiales son afectados por una alteración ferralítica o laterítica, originada por el clima tropical actual. En superficie, esto se expresa por la presencia local :

- de horizonte de gravillas lateríticas y fragmentos ferruginosos redondeados, embebidos por suelos arenoso-arcillosos marrones, bastante sueltos (JM-9044),
- de horizontes endurecidos, ricos en hidróxidos de hierro, constituidos por arcilla compacta, de color rojo-violáceo a rojo-ladrillo (JM-9020),
- de arcillas moteadas y de horizontes arcillosos muy pulverizados, gris-beige, con manchas ocre herrumbrosos.

Una cartografía más precisa de estos diferentes tipos de suelo dependería más de la edafología que de la geología y se saldría del marco de este proyecto.

2.7.2 Conos de deyección y abanicos aluviales. Limos, arenas y cantos (16). Pleistoceno – Holoceno. Q₁₋₃ – Q₄

Los flancos y los pies de los relieves actuales están cubiertos, en general, por una película de guijarros, gravas, limos y arcilla. El espesor de estos coluviones es mínimo, sobre todo en la parte alta de las vertientes y en las cabeceras de los arroyos, donde son eliminados regularmente por los arroyadas ; sin embargo puede alcanzar varios metros en las partes bajas. Debe significarse que a menudo es difícil establecer su límite con la alteración in situ del sustrato.

Estos depósitos están compuestos por materiales locales, débilmente transportados bajo el efecto de la alteración meteórica y del flujo de agua. La naturaleza de estos materiales está condicionada por la del sustrato. En general se trata de coluviones arcillo-arenosos, con

fragmentos líticos, originados por la modificación de las alteritas desarrolladas en la volcanitas del Cretácico Inferior o las formaciones detríticas del Cretácico Superior y Eoceno.

2.7.3 Fondos de valle. Cantos, arenas y gravas (17). Pleistoceno – Holoceno.

Q₁₋₃ – Q₄

Los numerosos ríos que drenan la zona tabular del Sur de la Hoja, tienen su trazado jalonado, y en parte colmado, por cordones aluvionarios de naturaleza, extensión y espesor muy variables. Río arriba, los aluviones están compuestos por bloques pluridecimétricos redondeados, de guijarros y gravas. Río abajo, estos aluviones están constituidos en general por materiales finos, limosos o limo-arenosos, con frecuencia ricos en materia orgánica que encierran lentejones de arenas y gravas embebidas en una matriz arcillosa.

Hoja de Bayaguana - 6272-II				
Numero	Coordenadas geograficas		Coordenadas UTM - NAD 27	
	Latitud	Longitud	XXXX (m)	YYYY (m)
JM-9020	18,74748	-69,59087	437 716	2 072 866
JM-9032	18,80792	-69,51793	445 424	2 079 529
JM-9033	18,80628	-69,51782	445 435	2 079 347
JM-9035	18,80488	-69,51239	446 007	2 079 191
JM-9036	18,76280	-69,54271	442 798	2 074 544
JM-9044	18,73100	-69,73493	422 522	2 071 099
JM-9277	18,80541	-69,51165	446 085	2 079 250
JM-9290	18,80933	-69,57085	439 848	2 079 702
JM-9300	18,81224	-69,57353	439 567	2 080 026
JM-9307	18,76779	-69,57944	438 928	2 075 109
JM-9314	18,78426	-69,58038	438 835	2 076 932
JM-9320	18,82021	-69,58484	438 378	2 080 911
JM-9323	18,81457	-69,58029	438 855	2 080 285
JM-9329	18,79633	-69,62896	433 720	2 078 284
JM-9339	18,82318	-69,62452	434 198	2 081 254
JM-9350	18,82381	-69,64503	432 037	2 081 331
JM-9358	18,82573	-69,65807	430 664	2 081 549
JM-9365	18,81589	-69,65626	430 851	2 080 459
JM-9394	18,82806	-69,56401	440 575	2 081 772
JM-9401	18,81983	-69,55171	441 868	2 080 858
JM-9405	18,81489	-69,54685	442 379	2 080 310
JM-9432	18,78876	-69,71417	424 737	2 077 480
JM-9439	18,80598	-69,70345	425 874	2 079 382
JM-9440	18,80897	-69,70106	426 127	2 079 712
JM-9442	18,79387	-69,73717	422 315	2 078 057
JM-9455	18,80803	-69,74385	421 617	2 079 626
JM-9468	18,80065	-69,53488	443 636	2 078 730
JM-9470	18,80277	-69,53506	443 618	2 078 965
JM-9487	18,80999	-69,54128	442 965	2 079 766
JM-9571	18,80587	-69,51811	445 404	2 079 303
JM-9572	18,79702	-69,51156	446 092	2 078 322
JM-9578	18,75142	-69,60977	435 725	2 073 308

Tabla 1 : Localización de los afloramientos citados en el texto.

3 GEOQUÍMICA Y DATACIONES ABSOLUTAS

3.1 INTRODUCCIÓN Y TÉCNICAS ANALÍTICAS GEOQUÍMICAS

Para la realización del estudio geoquímico, todas las muestras fueron inicialmente machacadas, cuarteadas a 250 grs y pulverizadas en un molino de ágata hasta que el 95% de la muestra pasara por la malla 150 (106 micras), en los talleres del Departamento de Petrología y Geoquímica de la Universidad Complutense de Madrid. El polvo fue enviado para proceder a el análisis químico de elementos mayores, traza y tierras raras a ACME Laboratories (Vancouver, Canada). Los elementos (y límites de detección) analizados por ICP (inductively coupled plasma) mediante fusión con LiBO_2 fueron: SiO_2 (0.02%), Al_2O_3 (0.03%), Fe_2O_3 (0.04%), CaO (0.01%), MgO (0.01%), Na_2O (0.01%), K_2O (0.04%), MnO (0.01%), TiO_2 (0.01%), P_2O_5 (0.01%), Cr_2O_3 (0.001%), LOI (0.1%), C (0.01%), S (0.01%), Ba (5 ppm), Ni (30 ppm), Sc (1 ppm), Sr (10 ppm), Y (10 ppm) y Zr (10 ppm). Los elementos (y límites de detección) analizados por ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry) mediante fusión con LiBO_2 fueron: Ag^* (0.1 ppm), As^* (1 ppm), Au^* (0.5 ppb), Ba (0.5 ppm), Bi^* (0.1 ppm), Cd^* (0.1 ppm), Co (0.5 ppm), Cs (0.1 ppm), Cu^* (0.1 ppm), Ga (0.5 ppm), Hf (0.5 ppm), Hg (0.1 ppm), Mo^* (0.1 ppm), Nb (0.5 ppm), Ni^* (0.1 ppm), Pb^* (0.1 ppm), Rb (0.5 ppm), Sb^* (0.1 ppm), Se (0.5 ppm), Sn (1 ppm), Sr (0.5 ppm), Ta (0.1 ppm), Th (0.1 ppm), Ti^* (0.1 ppm), U (0.1 ppm), V (5 ppm), W (0.1 ppm), Y (0.1 ppm), Zn^* (1 ppm), Zr (0.5 ppm), La (0.5 ppm), Ce (0.5 ppm), Pr (0.02 ppm), Nd (0.4 ppm), Sm (0.1 ppm), Eu (0.05 ppm), Gd (0.05 ppm), Tb (0.01 ppm), Dy (0.05 ppm), Ho (0.05 ppm), Er (0.05 ppm), Tm (0.05 ppm), Yb (0.05 ppm) y Lu (0.01 ppm). (*) Los metales preciosos y metales de base fueron determinados a partir de una digestión en agua regia. El error analítico fue determinado a partir de análisis realizados en una roca patrón estandar.

El Fe procedente de los análisis fue $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$ (Fe total como Fe_2O_3), por lo que fue recalculado como $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{t} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} \times 1,11135$ y $\text{FeOcalc} = \text{FeO} / (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$. Todas las muestras fueron recalculadas a una base anhidra, si la suma de los lementos mayores (SiO_2 a P_2O_5) fue menor de 99,98%. El número de Mg, o Mg#, fue calculado como $100 \cdot \text{mol MgO} / (\text{mol MgO} + \text{mol FeO})$, donde $\text{FeO} = 0.8 \times \text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$ y $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,2 \times \text{Fe}_2\text{O}_3\text{t}$. Las composiciones de referencia utilizadas para la condrita (C), el manto primordial (MP), y los basaltos promedio N-MORB, E-MORB y OIB son propuestas por Sun y MacDonough (1989).

Gran parte de las rocas volcánicas y plutónicas estudiadas han experimentado procesos de alteración tardi- y post-magmática, así como un metamorfismo de baja-T en condiciones propias de la facies de los esquistos verdes y subesquistos verdes, que han modificado las concentraciones primarias de varios elementos mayores y traza. Por ejemplo, en el diagrama K_2O+Na_2O versus $K_2O/(K_2O+Na_2O)$ de Hughes (1973), que puede ser utilizado para visualizar rocas espilitizadas o que han sufrido un metasomatismo potásico, gran parte de las rocas caen fuera del campo de los basaltos “normales” no alterados. Por ejemplo, resulta frecuente que las tobas hayan experimentado un extenso metasomatismo potásico. Por otro lado, algunos elementos mayores (Si, K, Na y Ca) y trazas (Cs, Rb, Ba y Sr) son fácilmente movilizados durante la deformación y el metamorfismo. Por lo tanto, la interpretación geoquímica basada en estos elementos plantea muchas incertidumbres. Sin embargo, resulta improbable que los Mg# relativamente altos obtenidos se atribuyan a procesos post-deposicionales, ya que ha sido demostrado que la relación MgO/FeO no cambia significativamente durante la alteración espilitica en el fondo oceánico (Humphris y Thompson, 1978), reflejando por tanto los procesos ígneos primarios. Análogamente, muchos investigadores concluyen que los high field strength elements (HFSE: Nb, Ta, Y, Zr, Hf, TiO₂), el Th, los elementos de transición (Cr, Ni, V, Sc) y las tierras raras (rare earth elements; REE) son esencialmente inmóviles en un amplio rango de condiciones metamórficas (Pearce J.A., 1975; Luden *et al.*, 1982). Por lo tanto, en este trabajo la clasificación de las rocas estudiadas, su asignación a determinadas series magmáticas y su interpretación petrogenética y de el posible entorno tectonomagmático de formación están basadas en las variaciones de estos elementos.

Con el fin de caracterizar los diferentes grupos geoquímicos de rocas se han utilizado diagramas extendidos de tierras raras (REE) normalizados respecto al Manto Primordial (MP; Sun y MacDonough, 1989), los cuales proporcionan un método útil de comparar estas rocas entre sí y respecto a otros tipos de rocas similares. Estos diagramas también proporcionan información de los procesos petrogenéticos que han tenido lugar, ya que la concentración de elementos traza y REE (ordenados en un orden de incompatibilidad decreciente con respecto a la lherzolita) cambia de forma predecible durante los procesos de fusión y cristalización fraccionada.

En el conjunto de todas las rocas estudiadas es posible distinguir tres grandes episodios de formación de rocas volcánicas y plutónicas: el magmatismo del Cretácico Inferior, representado por la Fm Los Ranchos; el magmatismo del Cretácico Superior, representado

por la Fm Las Guajabas ; y un conjunto de granitoides tonalíticos y cuarzo-dioríticos, intrusivos, tipo "Pluton de El Valle.

3.2 ESTUDIO GEOQUÍMICO DE MUESTRAS DE LA FM LOS RANCHOS

Las rocas básicas de la Formación Los Ranchos utilizadas para determinar las características geoquímicas fueron aquellas que no presentan texturas de cumulos ígneos o una gran abundancia de fenocristales. Por lo tanto, las rocas utilizadas en este estudio fueron aquellas que se interpreta mejor representan la composición de un líquido magmático: diques, rocas volcánicas (flujos y rocas volcanoclásticas) y granitoides. Las facies de gabros bandeados o masivos son incluidas en los diagramas como comparación. Sin embargo, los contenidos en elementos traza muy similares que presentan respecto a las facies de diques y depósitos volcánicos, sugiere que los minerales acumulados que contienen han preservado las características de los magmas de los que proceden.

En un diagrama Nb/Y versus Zr/TiO₂ (Winchester J.A. y Floyd P.A., 1977), las rocas muestreadas de la Formación Los Ranchos gradúan en composición desde basaltos subalcalinos hasta composiciones andesíticas y riolitas/riodacitas, observándose una cierta ausencia de composiciones intermedias basáltico/andesíticas intermedias en el diagrama (Figura 6). En este estudio se incluyen también los intrusivos en la Fm Los Ranchos de composición tonalítica y cuarzodiorítica, que son relacionados con las rocas volcánicas ácidas. Estas muestras proceden de los macizos de El Valle (JM-9070), Haitises (HH-9044) y Sabana Grande de Boyá (JM-9177, JM-9176 y JM-9181). En los diagramas Yb versus Th y Zr versus Y (Barrett y MacLean, 1999) las rocas máficas son subalcalinas y muestran en particular una afinidad toleítica. En la Figura 7 se muestra la variación de algunos óxidos y elementos traza seleccionados respecto al MgO (% en peso) en las diferentes unidades litoestratigráficas de rocas volcánicas en la Formación Los Ranchos e intrusiones relacionadas. En los diagramas se observa también la ausencia de composiciones intermedias, distinguiéndose dos grupos composicionales: rocas volcánicas basálticas, basáltico-andesíticas y andesíticas, intrusiones de gabros y microgabros y el Mb La Naviza (%MgO>3,3); y rocas volcánicas riolíticas e intrusiones cuarzodioríticas y tonalíticas (%MgO<1,4).

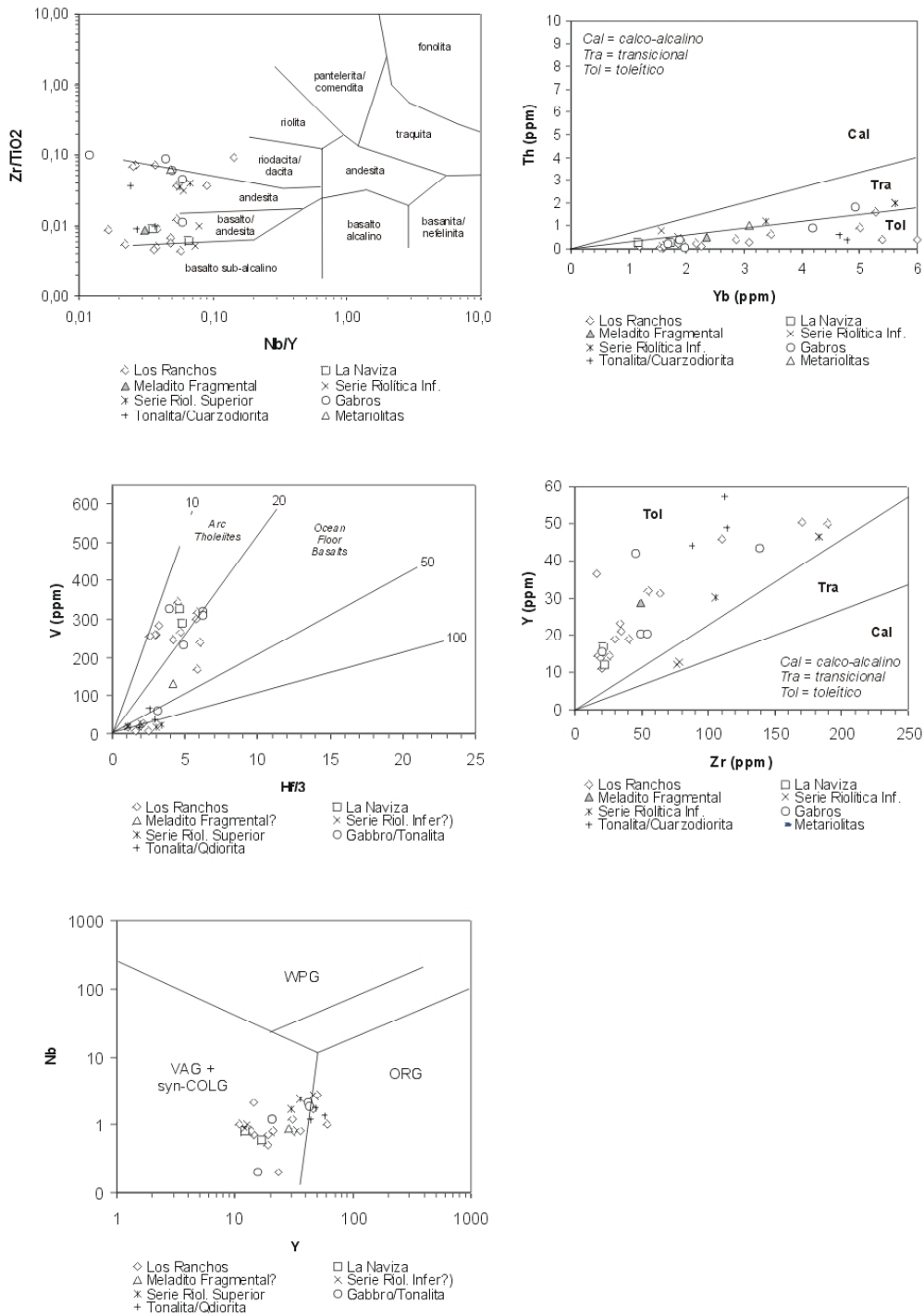


Figura 6 : Proyección de las rocas de la Fm Los Ranchos en los diagramas Nb/Y versus Zr/TiO₂ (Winchester J.A. y Floyd P.A., 1977), Yb-Th y Zr-Y (Barrett y MacLean, 1999), Ti/1000-V de Shervais J.W. (1982) e Y-Nb de discriminación de granitoides (Pearce J.A. et al., 1984).

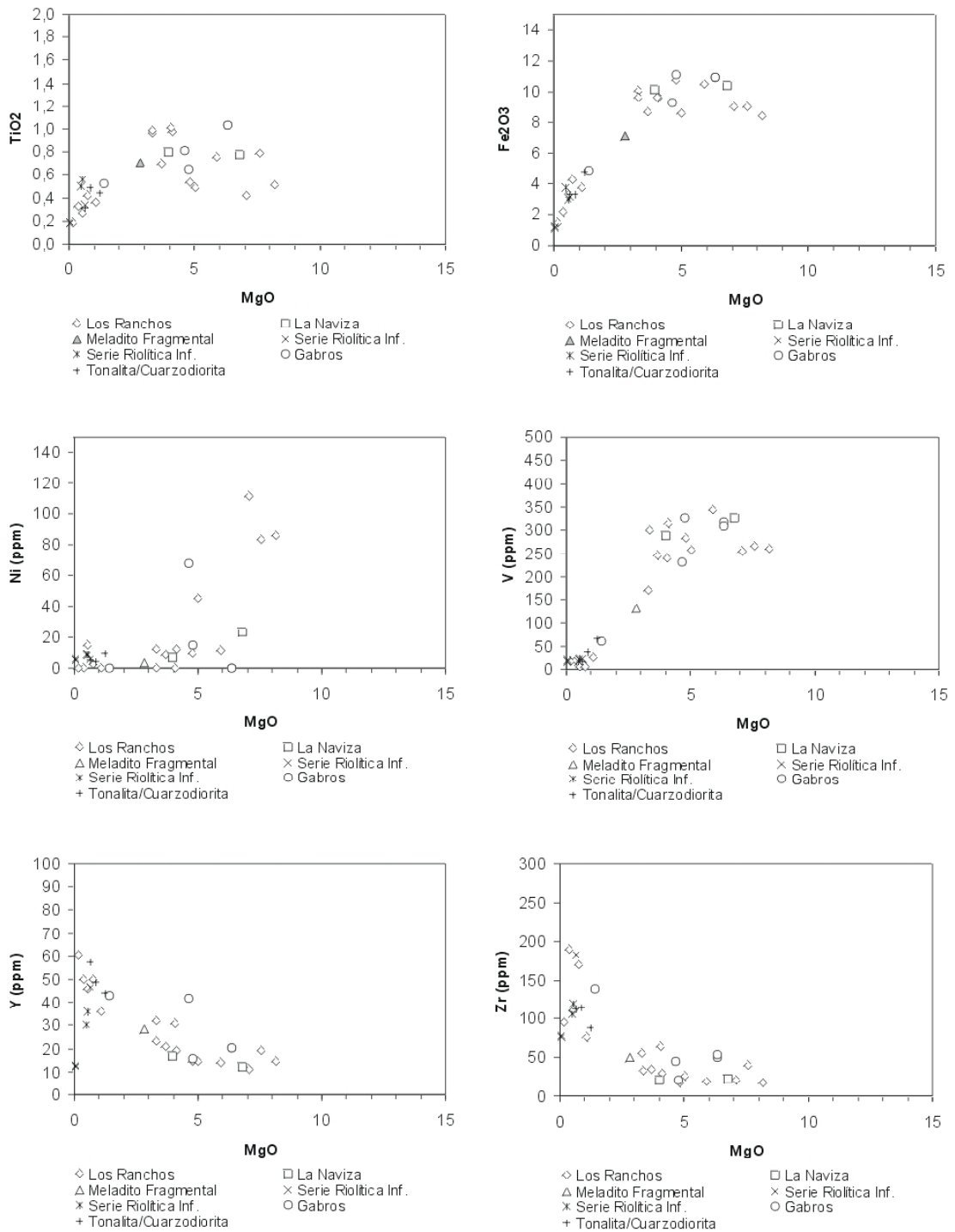


Figura 7 : Diagramas binarios frente al MgO para las rocas de la Fm Los Ranchos.

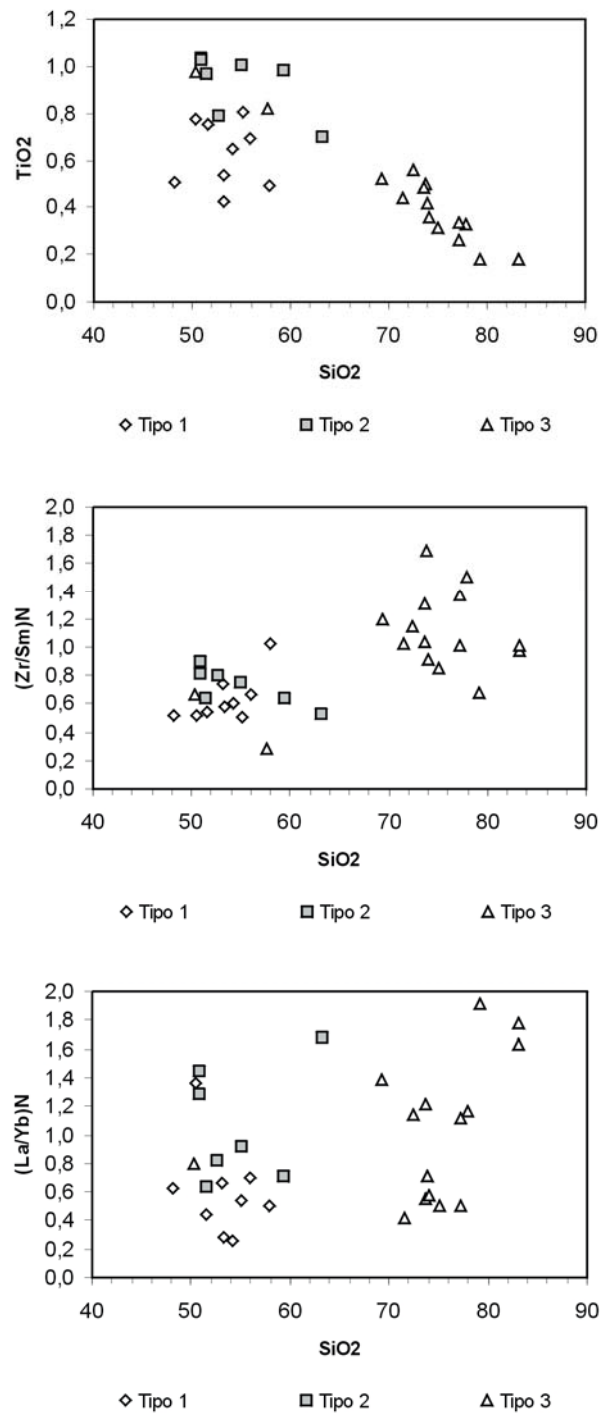


Figura 8 : Diagramas binarios SiO₂ versus TiO₂, (Zr/Sm)_N y (La/Yb)_N para las rocas de la Fm Los Ranchos.

La comparación de muestras de la Formación Los Ranchos con un similar grado de fraccionación (o Mg#) revela la existencia de una gran variación tanto la abundancia de elementos traza como en el tipo de diagrama de REE extendido resultante al normalizar los análisis respecto al mano primordial (Figura 9). En una primera aproximación, todas las rocas de la Fm Los Ranchos son de carácter toleítico (ver después) y presentan una pronunciada anomalía negativa de Nb (y de Ta) indicativa de un origen relacionado con subducción. Como las tierras raras pesadas (HREE) y los HFSE (Ti, Zr, Hf, Ta y Nb) no resultan afectados por el componente relacionado con subducción en magmas de arco (Pearce J.A. y Peate, 1995), estos elementos pueden ser utilizados como una guía de la composición del manto del cual derivaron las rocas magmáticas estudiadas. En los diagramas, la pendiente negativa de los HFSE aumenta con el grado de empobrecimiento del manto y la abundancia de las HREE (a grados equivalentes de fraccionación) refleja cuantitativamente el grado de fusión parcial. Estos aspectos importantes de los diagramas de REE extendidos quedan reflejados en relaciones de elementos trazas normalizados respecto al MP (Figura 8) : la relación $(Zr/Sm)_N$ refleja la naturaleza de la anomalía del Zr (y Hf) y la relación $(La/Yb)_N$ refleja el grado de enriquecimiento o empobrecimiento en las tierras raras ligeras (LREE). Valores bajos de ambas relaciones indican una fuente mantélica más empobrecida, previamente al metasomatismo en el manto relacionado con los procesos de subducción. El Mg# y el contenido en TiO_2 proporcionan de forma cuantitativa información sobre el grado de fraccionación y empobrecimiento de la fuente, respectivamente, excepto cuando las anomalías positiva o negativa del Ti en el diagrama de REE extendido indica que el contenido en Ti ha sido afectado por procesos de fraccionación cristalina. Como puede observarse en la Figura 9, todos los patrones de distribución de REE de las rocas de la Fm Los Ranchos indican una fuente para los magmas de carácter similar a la de los N-MORB y más empobrecida.

En el presente trabajo se han distinguido dos series geoquímicas de rocas básicas en la Formación Los Ranchos, entendiendo que en la realidad existen composiciones transicionales entre ellas. Estos dos tipos de rocas básicas son: (tipo I) toleitas de arco isla (IAT) pobres en Ti y LREE; y (tipo II) toleitas de arco isla (IAT) normales y pobres en Ti. Un tercer grupo está constituido por las rocas félsicas, que incluye las rocas volcánicas ácidas de la Fm Los Ranchos y los intrusivos de composición tonalítica y cuarzodiorítica genéticamente relacionados.

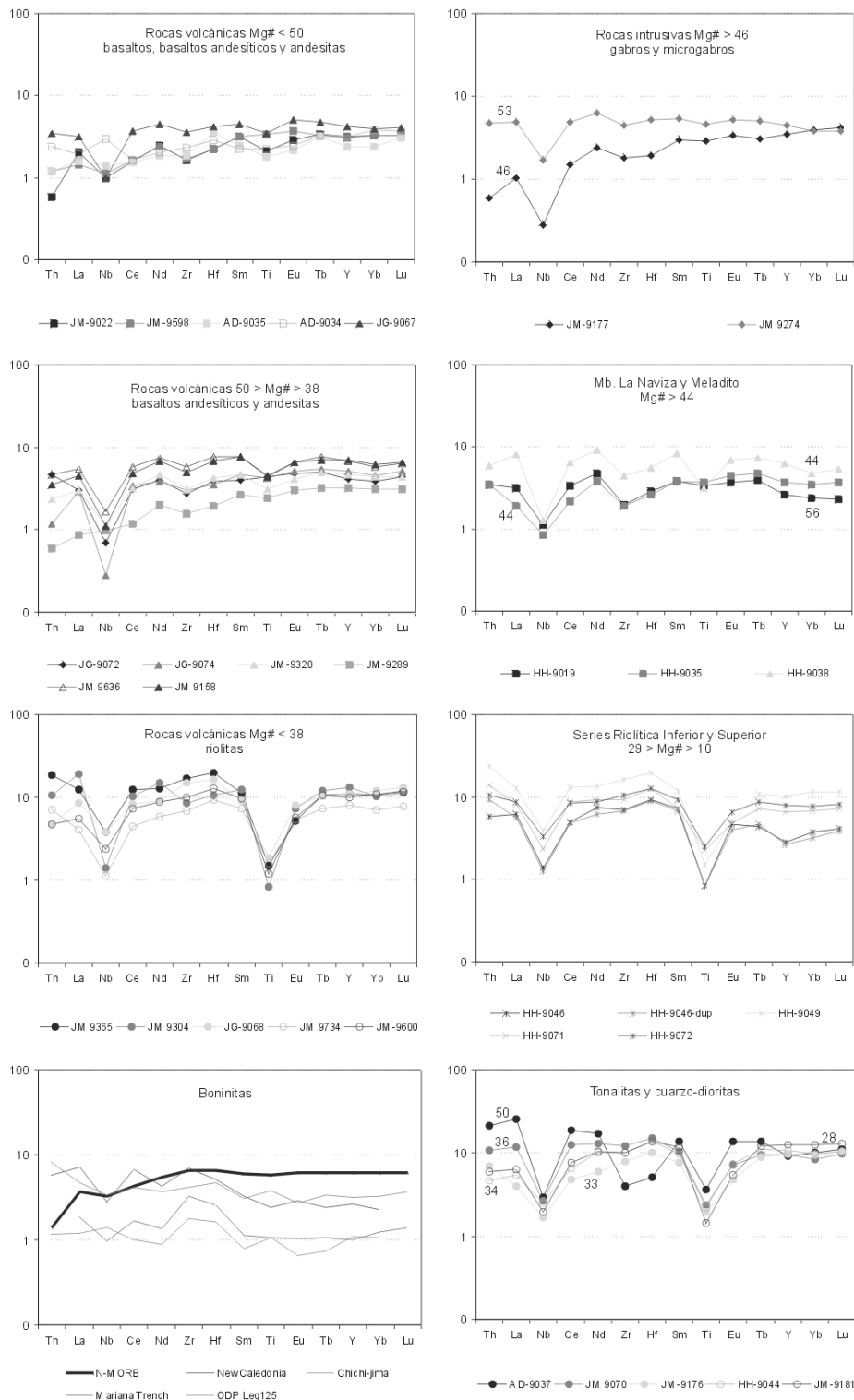


Figura 9 : Diagramas extendidos de REE para los distintos tipos de rocas diferenciados en Fm Los Ranchos agrupados en función del Mg#. Símbolos: Tipo 1 y Mb La Naviza=cuadrados; Tipo 2 y Mb Meladito=triángulos; Tipo 3 o series riolíticas=círculos y cruces; microgabros (Tipo 1)= rombos); y tonalitas y cuarzo-dioritas (Tipo 3)=círculos.

3.2.1 Tipo I: Toleitas de arco isla (IAT) pobres en Ti y LREE

Este grupo está representado por las rocas volcánicas máficas de la Fm Los Ranchos (basaltos y basaltos andesíticos), las rocas volcánicas del Mb La Naviza y los gabros masivos y diques máficos microgabroicos intrusivos. Algunas de las rocas volcánicas tienen composiciones de basaltos ricos en Mg ($MgO > 8\%$) e incluyen las composiciones menos fraccionadas de todas las muestras ($Mg\# > 50$). Los intrusivos son rocas también poco fraccionadas ($Mg\# > 46$). En un diagrama de REE extendido (Figura 9), muchas de las rocas del tipo I muestran un empobrecimiento en LREE (con $(La/Yb)_N$ entre 0,28 y 0,69) y anomalías negativas de Zr y Hf (relación $(Zr/Sm)_N$ entre 0,50 y 1,03). De forma general, todas las muestras tienen una anomalía negativa de Nb. En algún caso no se observan anomalías de Th y Nb, por lo que estas rocas no tienen un significativo componente de subducción, aunque las concentraciones medidas para estos elementos están próximas al límite de detección. El TiO_2 en este grupo es $< 0,8$ para abundancias absolutas de las HREE inferiores a las del tipo II (entre 2,2 y 4,5 x manto primitivo). Los patrones de REE extendidas para los gabros son muy similares a los de las rocas volcánicas (Figura 9), sugiriendo una conexión genética entre ambos tipos de rocas. Algunas muestras (JM9022 de Sabana Grande, JG9067 de Hato Mayor, AD9034 y AD9035 de Miches) presentan rangos composicionales propios de rocas boniniticas ($SiO_2 > 53\%$, $MgO > 8\%$, $TiO_2 < 0,5$; sensu Crawford et al., 1989), aunque los elementos mayores pueden haber sido movilizados. El patrón de REE extendido del Mb La Naviza es, por ejemplo, muy similar a boninitas muestreadas en el ODP Leg 125. En cualquier caso, el empobrecimiento en LREE, bajos contenidos en TiO_2 , niveles de HREE y altos $Mg\#$ que muestran las rocas de este grupo sugiere una fuente mantélica muy empobrecida y altas tasas de fusión parcial.

3.2.2 Tipo II: Toleitas de arco isla (IAT) normales y pobres en Ti

Este grupo está representado por las rocas volcánicas de composición basaltos andesíticos y andesitas de la Fm Los Ranchos. Presentan composiciones de basaltos toleíticos ricos en Fe ($> 9,6\%$) y están bastante fraccionadas ($Mg\#$ de 38 a 50). El TiO_2 en este grupo es bajo oscilando entre 0,7 y 1,03%. El patrón en un diagrama de REE extendido (Figura 9) es muy similar al que presentan las IAT modernas para abundancias absolutas similares (HREE de 4 a 8 x manto primitivo). Presentan un ligero empobrecimiento o enriquecimiento de LREE (con $(La/Yb)_N$ entre 0,7 y 1,4), una fuerte anomalía negativa en Nb, anomalía positiva en Th en ocasiones, ligeras anomalías negativas de Zr y Hf (relación $(Zr/Sm)_N$ entre 0,5 y 0,9) y

HREE planas. Estas características sugieren también una fuente mantélica muy empobrecida para estas rocas (similar o incluso más empobrecida que la de los N-MORB), para tasas de fusión parcial algo menores que en el tipo I, en la que el granate no estuvo presente como fase residual ya que este mineral es el que fracciona las HREE.

3.2.3 Tipo III: Rocas félsicas

Este tipo agrupa las rocas volcánicas ácidas de la Fm Los Ranchos, incluyendo las muestras de las Series Riolíticas Inferior y Superior, las cuales son comparadas con los intrusivos en la Formación de composición tonalítica y cuarzodiorítica. En los diagramas Yb versus Th y Zr versus Y de Barrett y MacLean (1999) caen dentro del campo de las series toleíticas y, en algún caso, en el límite con las series transicionales. En función de su alto contenido en SiO₂ las rocas volcánicas son de composición riodacítica y fundamentalmente riolítica (SiO₂ entre 72 y 83%). El rango de composiciones más intermedias de las tonalitas y cuarzo-dioritas (SiO₂ entre 58 y 75%) está probablemente dominado por la presencia de plagioclasas rica en Ca y cuarzo como cumulos, confirmando las observaciones realizadas en las láminas delgadas, la menor relación CaO/(CaO+Na₂O) y menor Mg# (de 28-36 frente a 10-30 para las volcánicas ácidas). Todas las rocas félsicas del grupo III caen dentro en un diagrama SiO₂-K₂O del campo pobre en K, siendo el K₂O<0.94 en las rocas tonalíticas y cuarzodioríticas. Los contenidos en Zr y P₂O₅ son también muy bajos en comparación con las rocas félsicas típicamente calco-alcalinas. Los contenidos en TiO₂ son también muy bajos, entre 0,56 y 0,18. Los patrones de REE extendidas para las rocas volcánicas e intrusivos tonalíticos/cuarzo-dioríticos en la Fm Los Ranchos son muy similares para rangos de Mg# <38 (Figura 9), lo que establece una clara conexión genética entre ambos tipos de rocas. Las riolitas presentan una distribución plana o ligeramente enriquecida en LREE (La/Yb)_N =1,1 a 1,8 y las tonalitas de plana a ligeramente empobrecida en LREE (La/Yb)_N =0,4 a 0,6, en contraste con las rocas félsicas calco-alcalinas que exhiben un moderado a fuerte enriquecimiento en LREE, reforzando su afinidad toleítica. El carácter toleítico frente al calco-alcalino de todas las rocas de la Fm Los Ranchos, queda claramente definido en el diagramas de discriminación tectonomagmática Hf/3-Th-Nb/16 de Wood D.A. (1980) (Figura 10).

Aunque la composición de elementos mayores de estas rocas es similar a la de plagiogranitos formados en centros de apertura oceánica, en los diagramas de discriminación tectónica muchas de las rocas volcánicas félsicas y tonalitas caen en el campo de los granitos de arco volcánico (VAG; Pearce J.A. *et al.*, 1984). Esto es compatible

con la fuerte anomalía negativa en Nb observada en los diagramas extendidos de REE, característica de las rocas relacionadas subducción. Algunas rocas tienen una anomalía positiva en Th y en Hf (relación $(Zr/Sm)_N$ entre 0,8 y 1,5). Estas rocas félsicas ricas en SiO_2 y pobres en K_2O son generalmente interpretadas como los productos de fusión parcial, en oposición a una fraccionación, de rocas máficas (Drummond y Defant, 1990; Jenner y Swinden, 1993; Rapp, 1995; Smith et al., 2003). Este aspecto es compatible con la ausencia de rocas volcánicas de una cierta composición intermedia en la Fm Los Ranchos. La abundancia de anfíboles magmáticos indica también que estos magmas fueron hidratados.

En resumen, las dos series geoquímicas de rocas básicas en la Formación Los Ranchos y las rocas félsicas genéticamente relacionadas, incluyendo las rocas volcánicas ácidas y los intrusivos de composición tonalítica y cuarzodiorítica, se relacionan con los primeros estadios de la formación de un arco isla intraoceánico en el Cretácico Inferior.

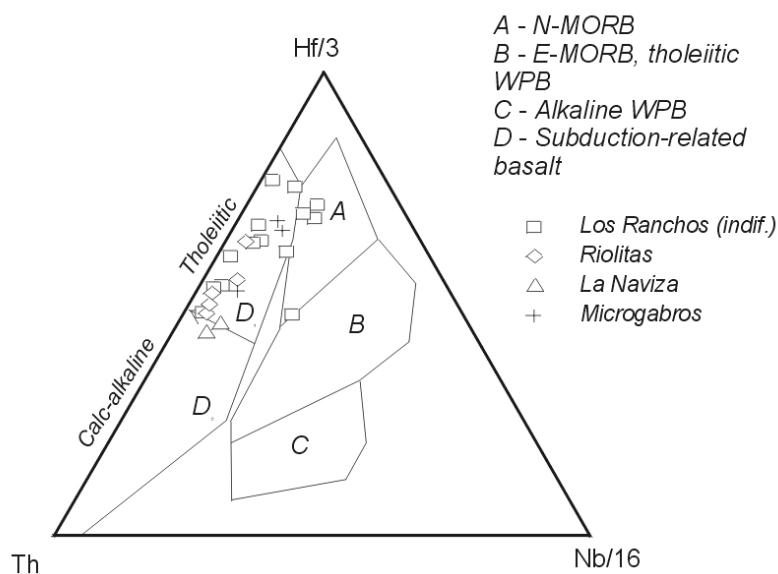


Figura 10 : Diagramas triangular Hf/3-Th-Nb/16 de Wood D.A. (1980) para las rocas de la Fm Los Ranchos.

3.3 ESTUDIO GEOQUÍMICO DE MUESTRAS DE TONALITAS Y CUARZO-DIORITAS

En la Fm Los Ranchos intruye un conjunto de granitoides de composición tonalítica y cuarzodiorítica, muestreados en las Hojas de Sabana Grande de Boyá (JM9176 y JM9181), Antón Sanchez (HH9044) y Hato Mayor del Rey (AD9037). En las Figura 6 a Figura 10, estos granitoides son también comparados con las rocas del Plutón de El Valle (JM9070) y las rocas félsicas de la Fm Los Ranchos, con las que se relacionan geoquímicamente.

Las tonalitas y cuarzo-dioritas presentan un rango composicional intermedio, con SiO_2 entre 58 y 75%, que probablemente está dominado por la presencia de plagioclasas cálcicas y cuarzo como cumulos, confirmando las observaciones realizadas en las láminas delgadas. Respecto a las rocas volcánicas de la Fm Los Ranchos presentan una menor relación $\text{CaO}/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})$ y menor Mg#, entre 28-36 frente a 10-30 para las volcánicas ácidas. Como las rocas félsicas del grupo III de la Fm Los Ranchos, caen dentro en un diagrama SiO_2 - K_2O del campo pobre en K, siendo el $\text{K}_2\text{O}<0.94$ en las tonalitas y cuarzodioritas. Los contenidos en Zr y P_2O_5 son también muy bajos en comparación con las rocas félsicas típicamente calco-alcalinas. Los contenidos en TiO_2 son también muy bajos, entre 0,56 y 0,18. En los diagramas Yb versus Th y Zr versus Y de Barrett y MacLean (1999) los granitoides caen dentro del campo de las series toleíticas. Los patrones de REE extendidas para las tonalitas y cuarzodioritas y las rocas volcánicas de la Fm Los Ranchos son muy similares para rangos de Mg# <38 (Figura 9), lo que establece una clara conexión genética entre ambos tipos de rocas. Las tonalitas presentan una distribución plana o ligeramente empobrecida en LREE ($\text{La/Yb})_N = 0,4$ a 0,6, en contraste con las rocas félsicas calco-alcalinas que exhiben un moderado a fuerte enriquecimiento en LREE, reforzando su afinidad toleítica. Esta queda claramente definida en el diagrama de discriminación tectonomagmática $\text{Hf}/3$ -Th-Nb/16 de Wood D.A. (1980) (Figura 10).

Aunque la composición de elementos mayores de estas rocas es similar a la de plagiogranitos formados en centros de apertura oceánica, en los diagramas de discriminación tectónica muchas de las rocas volcánicas félsicas y tonalitas caen en el límite entre los granitos de arco volcánico y orogénicos (VAG y ORG; Pearce J.A. *et al.*, 1984). Esto es compatible con la fuerte anomalía negativa en Nb observada en los diagramas extendidos de REE, característica de las rocas relacionadas subducción. Algunas rocas

tienen una anomalía positiva en Th y en Hf (relación (Zr/Sm)_N entre 0,8 y 1,5). Estas rocas félsicas ricas en SiO₂ y pobres en K₂O son generalmente interpretadas como los productos de fusión parcial, en oposición a una fraccionación, de rocas máficas (Drummond y Defant, 1990; Jenner y Swinden, 1993; Rapp, 1995; Smith et al., 2003). La abundancia de anfíboles magmáticos indica también que estos magmas fueron hidratados.

En resumen, los intrusivos de composición tonalítica y cuarzodiorítica están genéticamente relacionadas con las rocas volcánicas ácidas de la Formación Los Ranchos y el Plutón de El Valle, todas ellas, se relacionan con los primeros estadios de la formación de un arco isla toleítico intraoceánico en el Cretácico Inferior.

3.4 ESTUDIO GEOQUÍMICO DE MUESTRAS DE LA FM LAS GUAYABAS

La Formación Las Guayabas se sitúa estratigráficamente por encima de la Formación Calizas de El Hatillo, de edad Aptiano-Albiano. Esencialmente está constituida por tobas y rocas sedimentarias volcanogénicas, con conglomerados de clastos volcánicos y sedimentarios (Lebron M.C. y Perfit M.R., 1994). En la parte inferior de la Fm Las Guayabas se distingue una intercalación de flujos volcánicos más masivos con alguna pequeña intrusión sin-volcánica relacionada, denominada Miembro Loma la Vega, de edad Cenomaniano-Turoniano (Bourdon L., 1985 ; Lebrón M.C., 1989).

Las muestras estudiadas pertenecen las Hojas de Hato Mayor (JG9058 y JG9070), Monte Plata (HH9039) y El Seibo (JM9062, JM9101, JM9167, JM9239 y JM9274), siendo las primeras de andesitas del Mb Loma La Vega, la segunda de una intrusión tonalítica a cuarzodiorítica relacionada y las terceras de lavas félsicas y brechas monogénicas. Se incluyen también como comparación los análisis contenidos en el trabajo de Lebrón M.C. y Perfit M.R. (1994), relativos a muestras del sector de la Loma La Vega (Hojas de Hato Mayor y El Seibo) y que incluyen tipos litológicos de depósitos volcánicos como: flujos de lavas andesíticas de textura traquítica, brechas volcánicas y tobas ricas en cristales.

Composicionalmente se trata de un grupo de basaltos andesíticos, andesitas y dacitas, relativamente bastante fraccionadas (Mg# de 44 a 20) y muy ricas en K₂O (entre 2,7 y 12%; 8,1% de promedio) y en Na₂O (entre 2,6 y 5,8%; 4,2 de promedio). Presentan contenidos altos en Al₂O₃ (entre 16,5 y 21,0%; los términos más básicos serían basaltos ricos en alúmina), Rb y Sr, y bajos en TiO₂ (<1,0%) y MgO (<1,65%), incluyendo los basaltos

andesíticos del Mb Loma La Vega donde son de 2,5 y 2,7% (Figura 11). En un diagrama $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ estas rocas de composición fundamentalmente intermedia caen en el campo de las andesitas con alto K y shoshoníticas (Gill, 1981). Sin embargo, los altos contenidos en álcalis y otros elementos mayores pueden ser debidos a la alteración y la movilidad de ciertos elementos, por lo que es necesario considerar a los elementos considerados inmóviles durante los procesos de alteración y/o metamorfismo. En el diagrama Nb/Y versus Zr/TiO_2 de Winchester J.A. y Floyd P.A. (1977) caen en el campo de los basaltos/andesitas y las muestras del Mb La Vega y las tonalitas/cuarzodioritas en el campo de los basaltos subalcalinos. Los términos basálticos muestran una clara afinidad transicional y calco-alcalina en los diagramas Yb versus Th y Zr versus Y (Barrett y MacLean, 1999), diferenciándose claramente de las toleitas pobres en K (IAT) de la Fm Los Ranchos infrayacente (Lebron M.C. y Perfit M.R., 1994). En el diagrama triangular Hf/3-Th-Nb/16 de Wood D.A. (1980) los basaltos caen en el campo de los basaltos de relacionados con subducción en el subcampo calco-alcalino, también a diferencia de los basaltos de la Fm Los Ranchos que caen en el campo toleítico y de dos basaltos de la Formación Peralvillo Sur que caen en el campo de los N-MORB próximos al de las IAT.

En un diagrama multielemental normalizado frente a N-MORB (Figura 12), los basaltos andesíticos y andesitas calco-alcalinas presentan un fuerte enriquecimiento en elementos LILE (Cs, Rb, Ba, Pb, Sr), K, U y Th, junto a un empobrecimiento en HFSE (Nb, Ta, Zr, Ti, Y, Yb) y REE, en especial, HREE (entre 0,6-0,9 x N-MORB). Estas características geoquímicas y el perfil con una fuerte pendiente negativa se conservan y acentúan incluso en los términos ácidos de dacitas muy ricas en K de la Formación (HREE entre 1,0-2,2 x N-MORB). Numerosos estudios han demostrado que las rocas volcánicas emitidas en arcos magmáticos se caracterizan por un enriquecimiento en LILE y empobrecimiento en HFSE relativos a las LREE (Pearce J.A. y Norry M.J., 1979 ; Wood D.A., 1980; Briqueau et al., 1984; Tatsumi et al., 1986). Por lo tanto, valores altos en las relaciones LILE/LREE ($\text{Th/La}=0,19\text{-}0,25$; $\text{Ba/La}=52\text{-}155$) y bajos en las relaciones HFSE/LREE ($\text{Nb/La}=0,16\text{-}0,38$, $\text{Ti/Eu}=1600\text{-}3200$) en las rocas basálticas de la Fm Las Guajabas, comparados con los valores típicos para basaltos N-MORB (0,05; 2,5; 0,93 y 7451, respectivamente; Sun y MacDonough, 1989), sugiere que estas rocas fueron generadas por encima de una zona de subducción. Las rocas caen en el campo de basaltos de arco en los diagramas de discriminación tectonomagmática y presentan contenidos altos en Th y una anomalía negativa en Nb y Ta, particularmente en las rocas menos fraccionadas, característica de magmas de zonas de subducción.

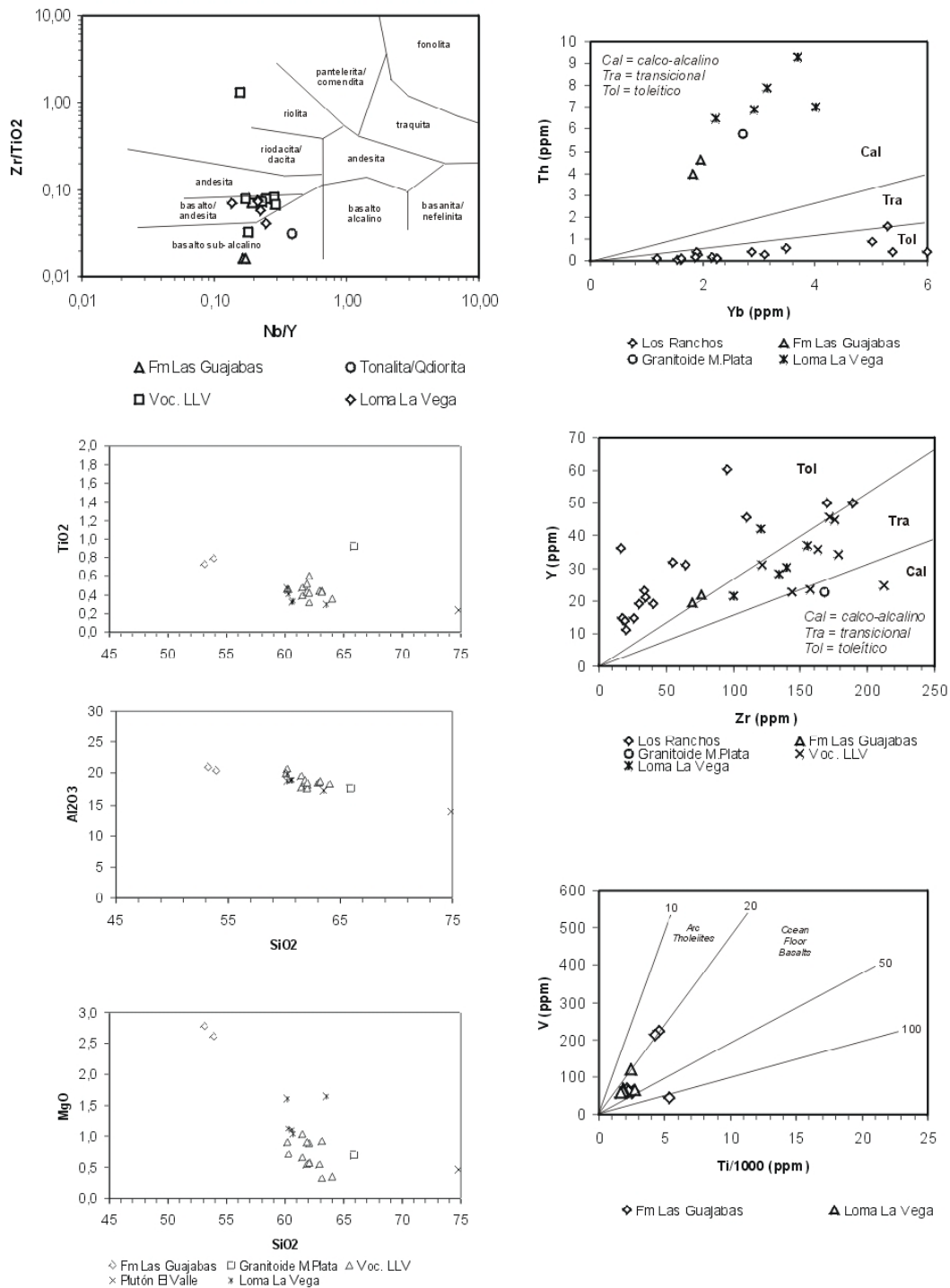


Figura 11 : Proyección de las rocas de la Fm Las Guajabas en los diagramas Nb/Y versus Zr/TiO₂ (Winchester J.A. y Floyd P.A., 1977), Yb-Th y Zr-Y (Barrett y MacLean, 1999), Ti/1000-V de Shervais J.W. (1982), diagrama triangular Hf/3-Th-Nb/16 de Wood D.A. (1980) y los diagramas binarios SiO₂ frente a TiO₂, Al₂O₃, MgO y K₂O. Notar las posición de las muestras del Mb Loma La Vega y de los granitoides del sector de Monte Plata en los distintos diagramas.

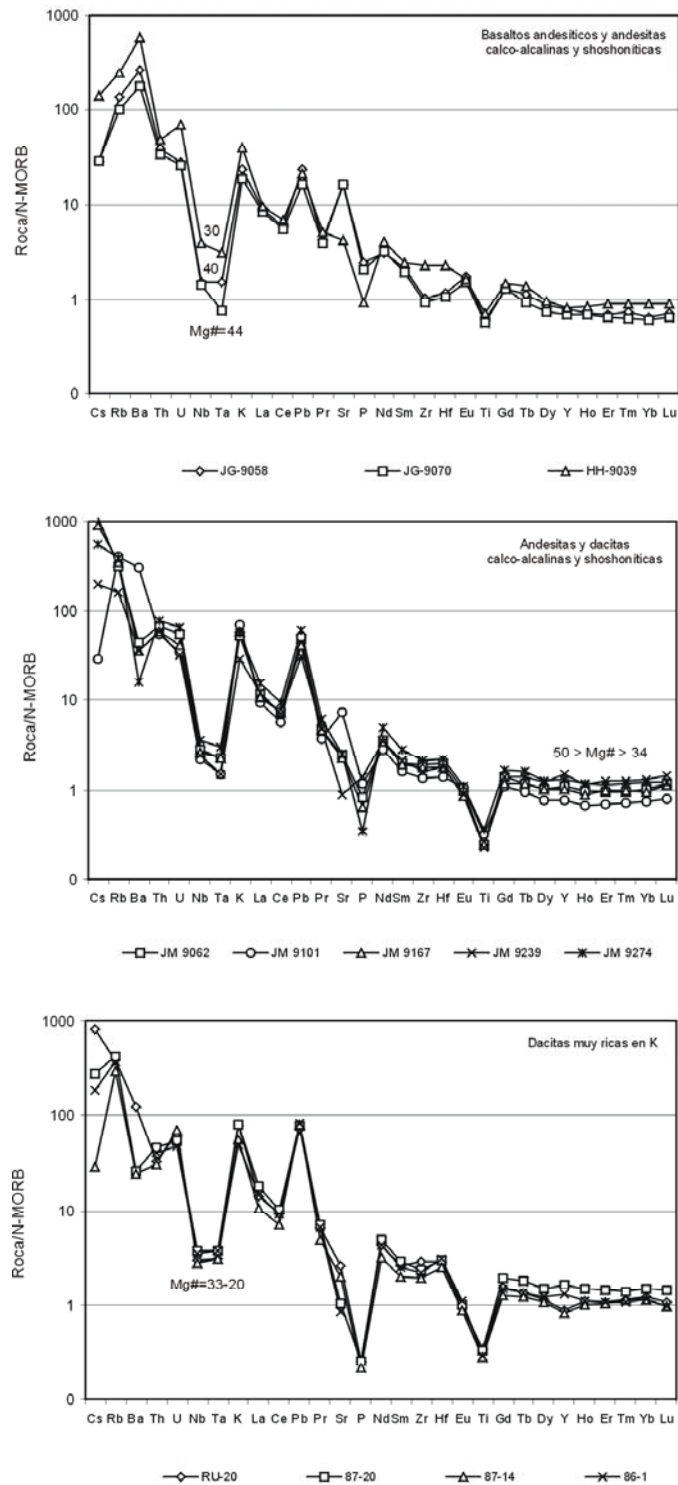


Figura 12 : Diagramas multielementales para las rocas de la Fm Las Guajabas y Mb Loma La Vega agrupados en basaltos andesíticos, amdesitas y dacitas muy ricas en K. Mg# es el número de Mg.

Análogamente, en un diagrama extendido de REE normalizado respecto al manto primordial (Figura 13), todas las rocas de la Fm Las Guajabas se caracterizan por un patrón de pendiente negativa [(La/Yb)_N=6,2-8,3 para Mg#>30; (La/Yb)_N=5,5-7,6 para Mg#<30], un marcado enriquecimiento en Th y LREE, y anomalías negativas en Nb y Ti, especialmente en las rocas más fraccionadas, típicos de rocas basálticas e intermedias relacionadas con subducción. Los valores promedio de la relación (Zr/Sm)_N=0,96 y HREE con una ligera pendiente negativa, sugieren una fuente mantélica empobrecida para los basaltos, similar a la de los N-MORB.

En resumen, los datos de elementos mayores, trazas y REE de las rocas intermedias y ácidas indican que las rocas ígneas de Fm Las Guayabas, incluido el Mb Loma La Vega, presentan una gran similitud con las series calco-alcalinas de medio y alto contenido en K a shoshonítica, y fueron emitidas en un contexto tectónico de margen activo relacionado con subducción.

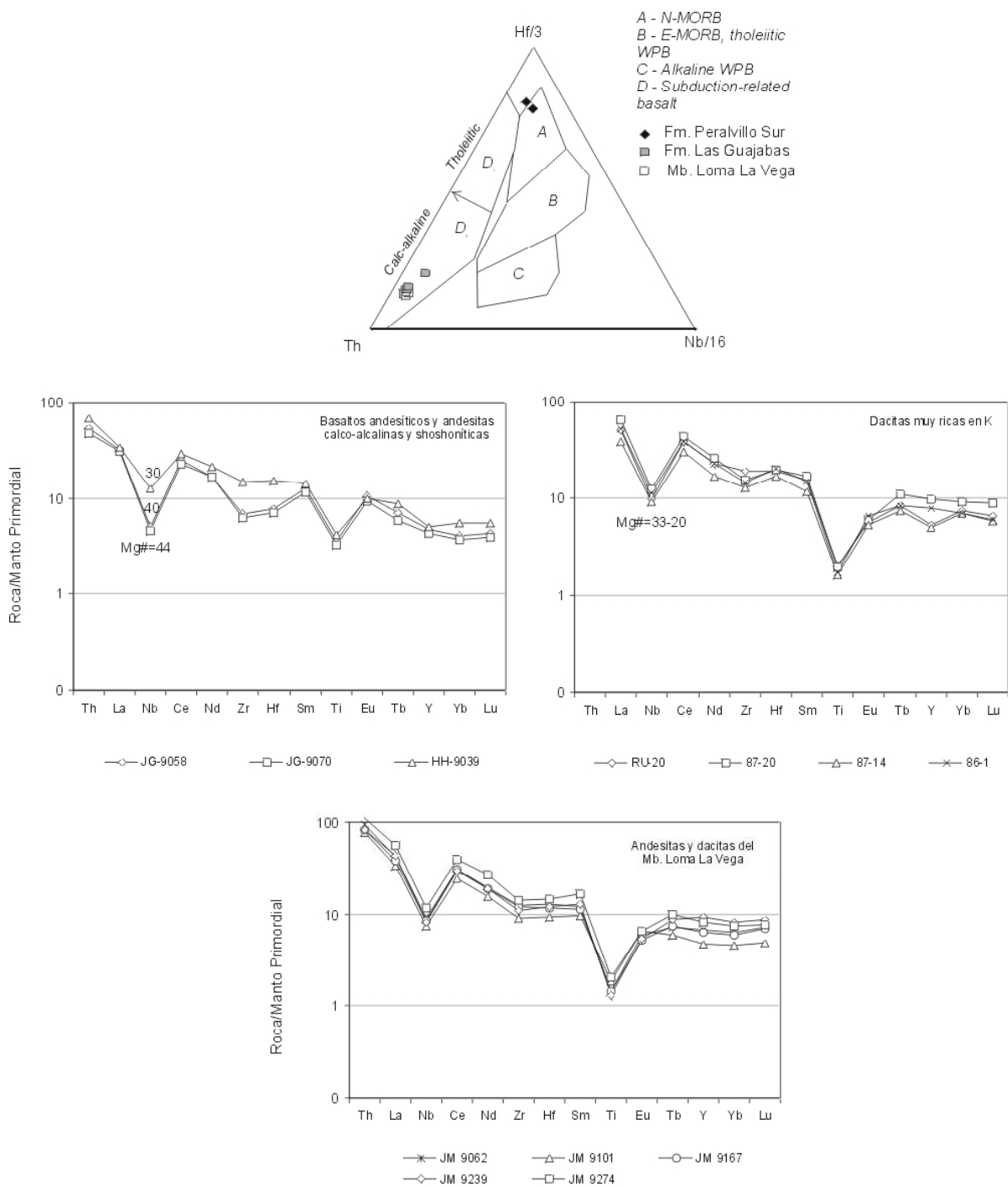


Figura 13 : Diagramas extendidos de REE para las rocas de la Fm LasGuajabas y Mb Loma La Vega agrupados en basaltos andesíticos, amdesitas y dacitas muy ricas en K. Mg# es el número de Mg.

3.5 DATACIONES ABSOLUTAS

En el marco del presente Proyecto, 8 muestras de rocas magmáticas, intrusivas o efusivas, de la Cordillera Oriental Dominicana, se han analizado en el *Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research, Earth and Ocean Sciences*, de la Universidad de British Columbia, en Vancouver (Canadá), por los Drs. T. Ullrich (Ar/Ar) y R. Friedman (U/Pb), bajo la dirección del Profesor J. Mortensen.

Las técnicas de datación utilizadas corresponden al método U/Pb sobre circones y al método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ por calentamiento escalonado en minerales separados (horblenda o feldespatos potásicos). Existen informes originales datados que describen las técnicas utilizadas y los resultados obtenidos (Friedman, 2004; Ulrich, 2004). A continuación se presenta un resumen de los mismos, que incluye breves comentarios sobre sus implicaciones geológicas.

La localización y la naturaleza de las muestras, así como las técnicas analíticas utilizadas y las edades obtenidas aparecen en la Figura 14.

3.5.1 Descripción de las técnicas analíticas

3.5.1.1 Técnica analítica por el método U/Pb

Los circones y otros minerales accesorios se extrajeron de las muestras mediante técnicas convencionales de machacado y de separación mediante tabla Wilfley, a las que siguió una concentración final mediante líquidos pesados y separación magnética. Las fracciones minerales a analizar se seleccionaron en función de la calidad del grano, tamaño, susceptibilidad magnética y morfología. Con el objeto de minimizar los efectos de la pérdida de Pb próxima a la superficie de los granos, todas las fracciones de circones se sometieron, previamente a su disolución, a una abrasión por aire usando la técnica de Krogh (1982). Posteriormente se disolvieron en una solución extrapura 3N de HNO_3 , lavadas con acetona bajo su punto de ebullición y pesadas (hasta $\pm 2\mu\text{g}$). Los circones se disolvieron en microcápsulas de PTFE o PFA de 300 μl con 100 μl de HF 29N y de $\sim 15\mu\text{l}$ de HNO_3 14N bajo punto de ebullición, en presencia de un trazador mixto de $^{233-235}\text{U}$ - ^{205}Pb y durante 40 horas a 240°C.

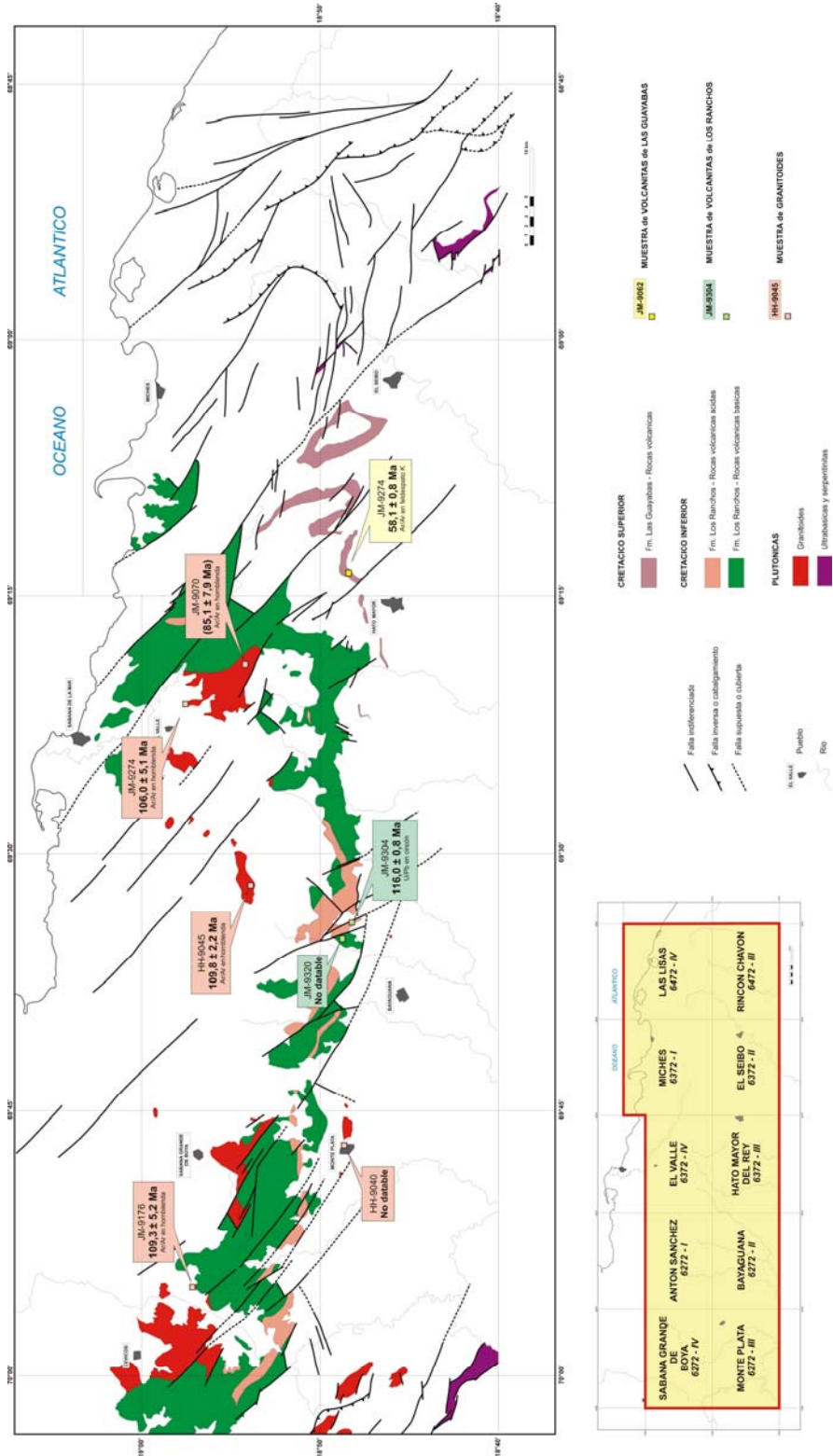


Figura 14 : Localización de los afloramientos muestreados para dataciones absolutas. Principales resultados. (Proyecto L-Este).

La disolución se llevó a cabo en bombas de acero inoxidable Parr con líneas PTFE de teflón de 250 ml. Posteriormente las soluciones fueron secadas de sales y re-bombadas en ~200 µl de solución de HCl 3.1N ultrapuro durante 12 horas a 210°C. Estas soluciones se secaron de nuevo de sales en una placa calentada a unos 125°C y se redisolviéron en una solución de 0.5 ml de 3.1 HCl durante un mínimo de 8 horas. Para la separación del Pb y U se emplearon técnicas de columnas de intercambio iónico similares a las descritas por Parrish et al. (1987). El Pb y U se separaron secuencialmente en el mismo recipiente, donde se les añadió 2µl de ácido fosfórico extrapuro 1,0 M. Cada muestra se cargó en un único filamento de Re usando un exhalador de gel de sílice fosfórico (SiCl₄). Las relaciones isotópicas se midieron con un espectrómetro de masas de ionización termal VG-54R, modificado con un único colector y equipado con un fotomultiplicador analógico Daly. Tanto el U como el Pb se procesaron a 1450°C en modo de encendido-en pico del detector Daly.

La fraccionación de U se determinó directamente en procesos individuales utilizando el trazador ²³³⁻²³⁵U, y las relaciones isotópicas de Pb se corrigieron para una fraccionación del 0,37 %/amu, en base a análisis duplicados del estándar de Pb NBS-981 y los valores recomendados por Thirlwall (2000). Los blancos analíticos para el U y el Pb fueron menores de 1 y 3 pg, respectivamente. La composición isotópica del Pb común fue derivada del modelo de Stacey y Kramers (1975). Todos los errores analíticos fueron propagados numéricamente a lo largo del cálculo completo de la edad siguiendo la técnica de Roddick (1987). Las edades de intersección con la curva de concordia y los errores asociados se calcularon usando una versión modificada del modelo de regresión York-II (donde los errores York-II se multiplican por el MSWD) y el algoritmo de Ludwig (1980). Todas las edades se refieren al nivel 2σ de incertidumbre.

3.5.1.2 Técnica analítica por el método 40Ar/39Ar

Cada muestra se machacó, hasta reducirla a fragmentos de entre 0.1 y 0.5 mm de diámetro y, posteriormen, se pesó bajo un imán manualmente para eliminar los minerales magnéticos y las esquirlas metálicas de la machacadora. Las muestras se lavaron posteriormente en agua desionizada, se aclararon y se sacaron en aire seco a temperatura ambiente. Los minerales de interés se sapeararon a mano, se envolvieron en papel de aluminio y se guardaron en una cápsula de irradiación junto a otras muestras de edad similar y a monitores del flujo de neutrones (sanidinas de la Toba Fish Canyon de 28,02 Ma; Renne *et*

al., 1998). Las muestras se irradiaron los días 27 y 28 de Mayo de 2004 en el reactor nuclear de McMaster en Hamilton, Ontario, a 56 MWH y un flujo de neutrones de 3×10^{16} neutrones/cm², aproximadamente. El análisis (n=54) de las posiciones del flujo de neutrones 18 produjo errores de <0.5% en el valor J. Las muestras fueron analizadas entre el 19 y el 26 de Julio de 2004, en el *Noble Gas Laboratory del Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research de la University of British Columbia, Vancouver, Canada*. Los separados minerales se calentaron a intervalos crecientes mediante un rayo laser desenfocado de 10W CO₂ (New Wave Research MIR10), hasta su fusión. Los gases emitidos en cada intervalo de temperatura se analizaron en un espectrómetro de masas VG5400, equipado con un multiplicador de electrones contador de iones. Todas las medidas se corrigieron respecto a las variaciones en la sensibilidad del espectrómetro de masas, la discriminación de masas, y la descomposición radioactiva durante y después de la irradiación, así como a la interferencia de Ar debida a contaminación atmosférica y la irradiación de Ca, Cl y K (relaciones de producción isotópica: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, K=0.0302; $^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, Ca=1416.4306; $^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, Ca=0.3952; Ca/K=1.83, $^{37}\text{ArCa}/^{39}\text{ArK}$).

Las edades de *plateau* y por correlación inversa (método de la isocrona inversa) se han calculado utilizando el programa ISOPLOT versión 3.09 (Ludwig, 2003). Los errores se refieren al nivel 2σ (95% de confianza) e incluye la propagación de los errores procedentes de todas las fuentes, a excepción de los procedentes de la sensibilidad del espectrómetro de masas y la edad del monitor de flujo. *Los "picos" para las edades obtenidas mediante correlación inversa y de plateau son arbitrarios y se deben considerar como tentativas, ya que el trabajo analítico se ha realizado sin conocer de forma directa el contexto geológico de las muestras. La interpretación de los resultados analíticos ha de hacerse en el contexto de la diferente temperatura de cierre del Ar en cada mineral analizado (hornblenda: 525-450°C; moscovita: 375-325°C; biotita: 350-260°C y feldespato-K: 350-125°C), junto a la naturaleza ígnea o metamórfica de la muestra.*

3.5.2 Resultados y discusión

Los resultados sintetizados en la Tabla 2 están comentados a continuación.

Muestra	Hoja 1:50 000		Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM - NAD 27		Formación Litología	Autores Laboratorio	Método	Datación	
	Nombre	Numero	Latitud	Longitud	XXXX (m)	YYYY (m)					
JM-9176	Sabana Grande de Boya	6272-IV	18.95001	-69.91480	403 638	2 095 351	Intrusivo - Tonalita	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	Ar/Ar en homblienda	"Plateau" Isocrona inversa	109,3 ± 5,2 Ma 119 ± 15 Ma
HH-9040	Monte Plata	6272-III			417 701	2 080 001	Intrusivo - Tonalita	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	U/Pb en circon		No datable
HH-9045	Antón Sanchez	6272-I			444 700	2 089 305	Intrusivo - Tonalita	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	Ar/Ar en homblienda	"Plateau" Isocrona inversa	109,8 ± 2,2 Ma 106 ± 28 Ma
JM-9304	Bayaguana	6272-II	18.80655	-69.57068	439 865	2 079 395	Fm Los Ranchos Riodactila	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	U/Pb en circon		116,0 ± 0,8 Ma
JM-9320	Bayaguana	6272-II	18.82021	-69.58484	438 378	2 080 911	Fm Los Ranchos Andesita	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	Ar/Ar en homblienda		No datable
JM-9070	El Valle	6372-IV	18.90401	-69.32211	466 078	2 090 112	Intrusivo - Tonalita	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	Ar/Ar en homblienda	"Plateau" Isocrona inversa	(85.1 ± 7.9 Ma) 93 ± 25 Ma
JM-9274	El Valle	6372-IV	18.95843	-69.35665	462 452	2 096 140	Intrusivo - Microgabro	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	Ar/Ar en homblienda (1)	"Plateau" Isocrona inversa	106,0 ± 5,1 Ma 115 ± 17 Ma
									Ar/Ar en homblienda (2)	"Plateau" Isocrona inversa	121,0 ± 5,4 Ma 123 ± 56 Ma
JM-9274	El Selbo	6372-II	18.81547	-69.22071	476 745	2 080 299	Fm Las Guayabas Andesita	J. Mortensen, T. Ulrich, R. Friedman POIGR	Ar/Ar en feldespatio potasico	"Plateau" Isocrona inversa	58,1 ± 0,8 Ma 59,0 ± 2,3 Ma

Tabla 2 : Dataciones absolutas realizadas en el Proyecto L-Este.

3.5.2.1 Muestras de la Fm Los Ranchos

Sólo una muestra de la Fm. Los Ranchos (de las dos analizadas) se ha podido datar, por método U/Pb. Se trata de una dacita porfídica (JM-9304), muestreada en la Hoja de Bayaguana ; la facies es característica de las protrusiones ácidas del miembro intermedio de la Fm Los Ranchos. De los cinco fragmentes de circón analizados, tres definen una edad de $116 \pm 0,8$ Ma (Aptiano) (Figura 15). Este resultado es coherente con la atribución al Neocomiano de los vegetales fósiles descritos por Smiley C.J. (1982) en los alrededores de Pueblo Viejo.

La muestra de andesita porfídica con clinopiroxeno (JM-9320) del “Pan de Azucar” (Hoja de Bayaguana) no se ha podido datar por método Ar/Ar, debido a la ausencia de K en los cristales de horblenda.

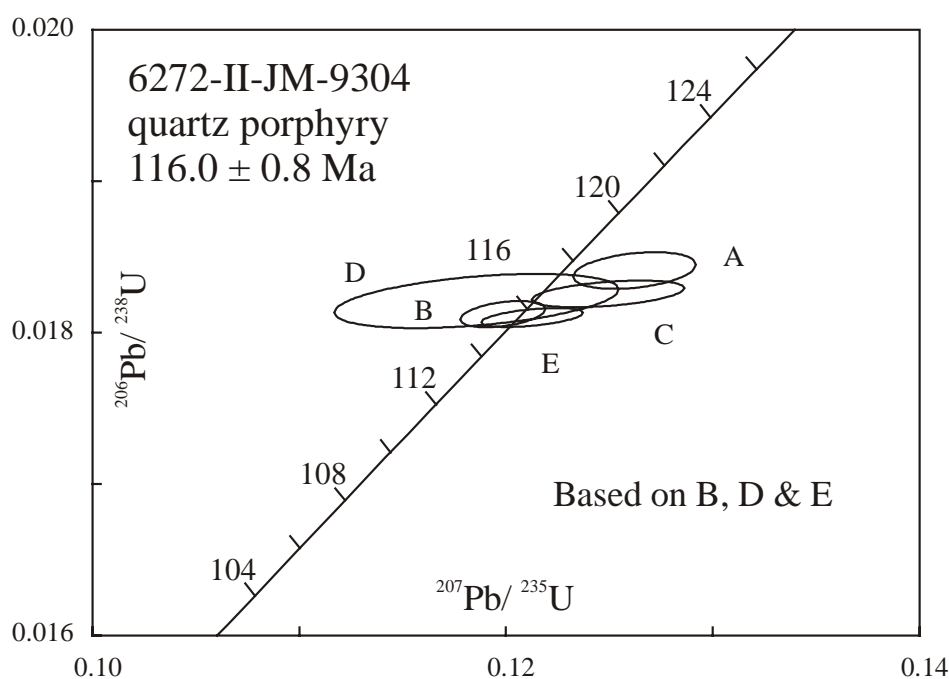


Figura 15 : Diagrama de concordia de la datación de la muestra JM-9304, realizada por el método U/Pb. (Hoja de Bayaguana - Proyecto-L-Este).

3.5.2.2 Intrusivos tonalíticos de Cevicos, Sabana Grande de Boyá y El Valle

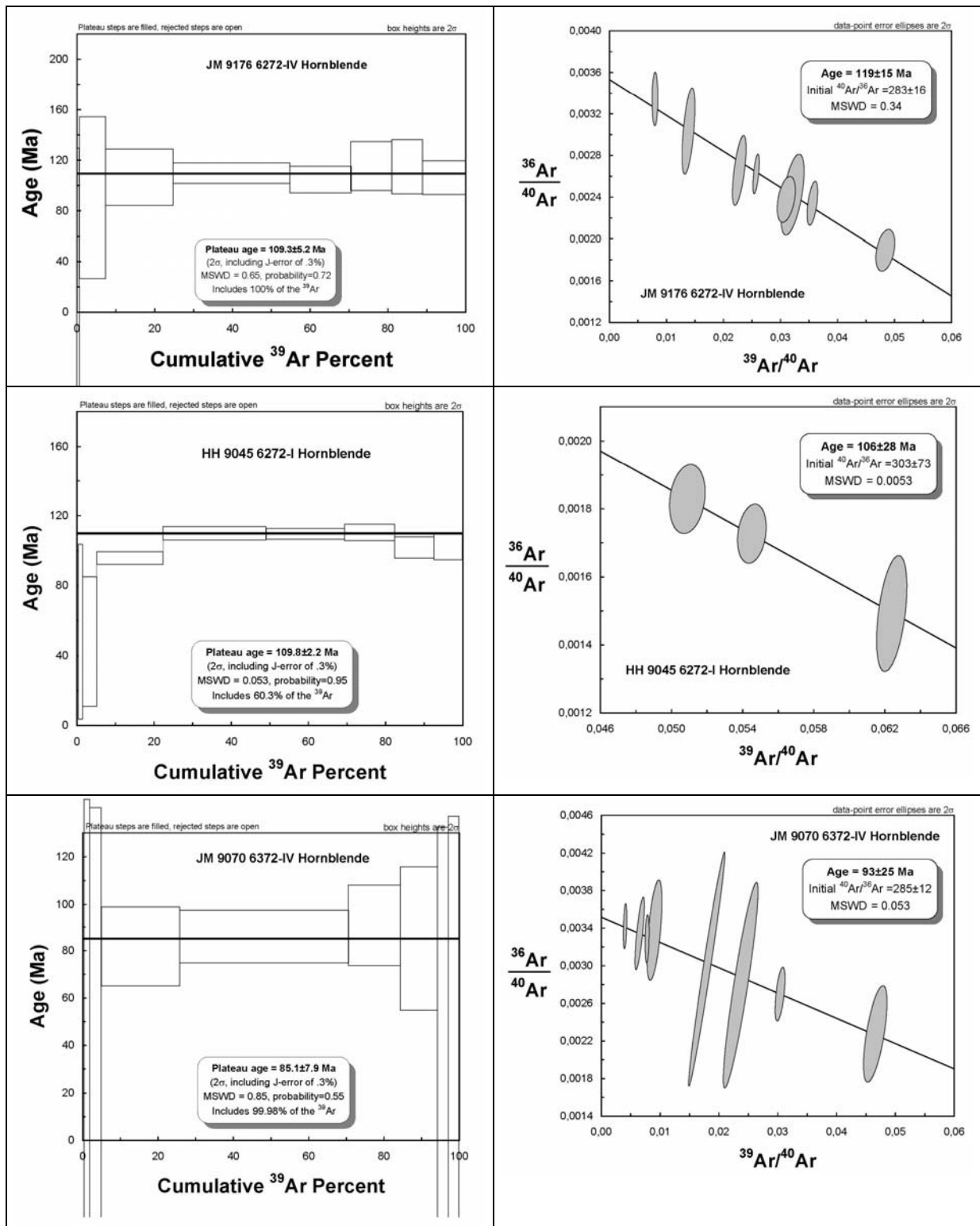
Los granitoides de composición tonalítica, intrusivos en los terrenos volcánicos de la Fm Los Ranchos, han sido muestreados en varios sectores de la Cordillera Oriental y datados por método Ar/Ar sobre hornblenda. :

- cuarzo-diorita de grano medio-grueso, isotropa, del batolito de Cevicos (muestra JM-9176, Hoja de Sabana Grande de Boyá) ;
- afloramiento de tonalita hornblendico-biotítica, de grano medio a grueso, que ocupa el núcleo de la Fm Los Ranchos aislado por la caliza de Los Haitises en la Hoja de Anton Sanchez (muestra HH-9045) ;
- tonalita de grano grueso, con textura isogranular (muestra JM-9070) y microgabro de grano fino (muestra JM-9274) del plutón de El Valle.

Excepto para la muestra JM-9070, las edades “plateau” obtenidas están bien definidas, comprendidas entre 106 y 121 Ma (Albiano-Aptiano) (Figura 16). Son comparables a la edad obtenida para las tonalitas del plutón de Zambrana ($115 \pm 0,3$ Ma, U/Pb en roca total) en la Hoja Hatillo, durante el anterior proyecto SYSMIN (Martín M., 2000).

Apoyan también la filiación geoquímica constatada entre los intrusivos tonalíticos y las facies volcánicas ácidas de la Fm Los Ranchos.

La edad de $85,1 \pm 7,9$ Ma obtenida con la muestra JM-9070 parece poco fiable, debido a la integración de los valores del conjunto de los escalones. Sin embargo se debe comparar a las dataciones realizadas anteriormente por Bellon H. *et al.* (1985) con dos muestras del macizo de El Valle (método $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ sobre roca total) : $95 \pm 4,8$ Ma y $87,3 \pm 4,4$ Ma. Estas edades, más recientes que los precedentes, reflejan probablemente el efecto del metamorfismo con pumpeleita-prehnita que afecta localmente la tonalita.



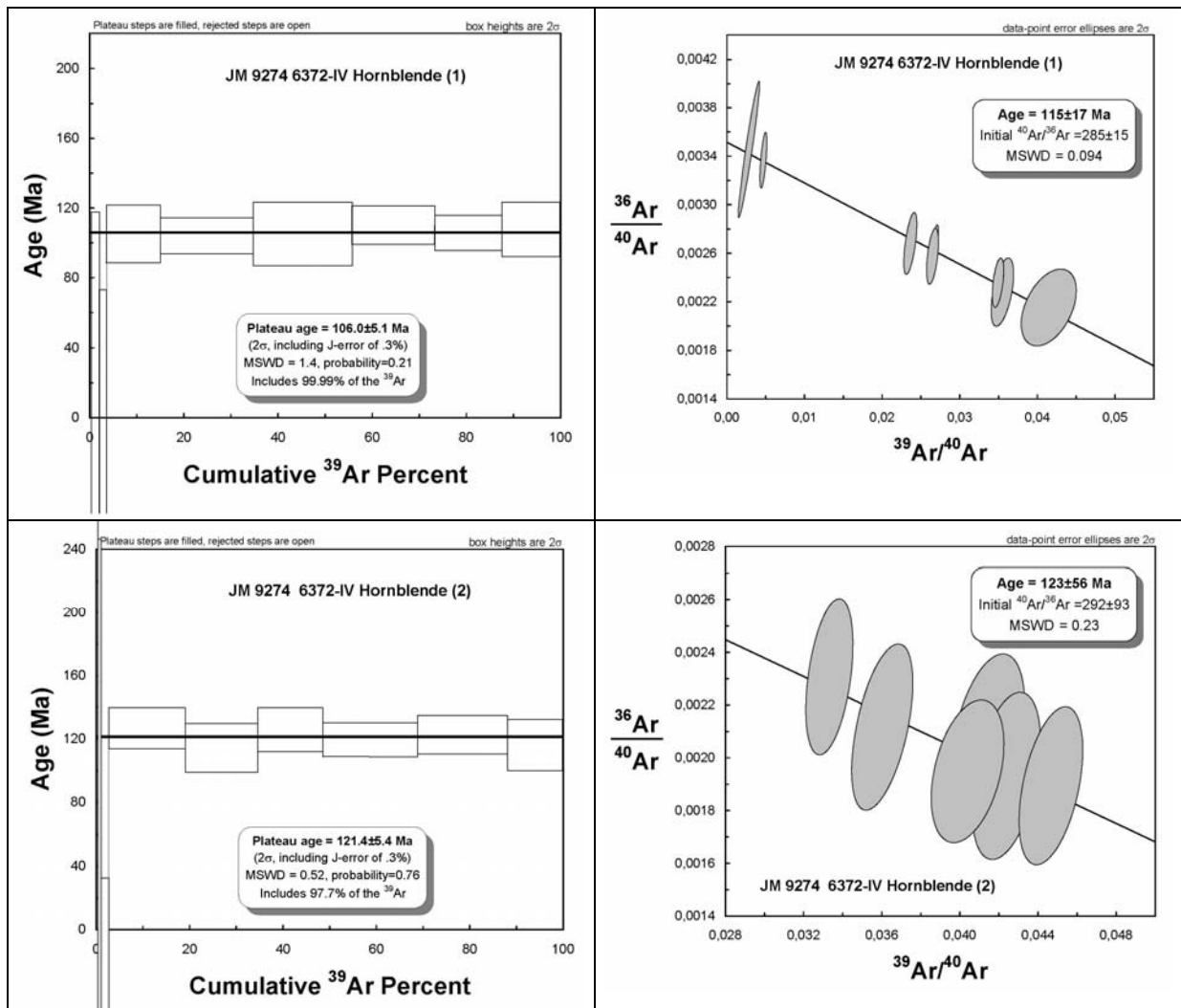


Figura 16 : Diagramas con las edades “plateau” y las isocronas realizadas por el método Ar/Ar de las muestras de granitoides (Proyecto L-Este).

3.5.2.3 Lava andesítica de la Fm Las Guayabas – Mb Loma La Vega

La muestra estudiada (JM-9274, Hoja de El Seibo) corresponde a una lava de composición andesítica, porfídica con una fábrica fluidal traquítica. En la ausencia de circón y horblenda, la datación se efectuó por método Ar/Ar sobre feldespatos potásicos.

La edad obtenida (Figura 17), de $58,1 \pm 0,8$ Ma, refleja muy probablemente el efecto de una alteración paleocena, mucho más reciente que la extrusión lávica. De hecho, las volcanitas del Mb Loma La Vega constituyen un horizonte bien definido, encajado en los sedimentos turbidíticos, datados de la base del Cretácico Superior por sus contenido faunístico.

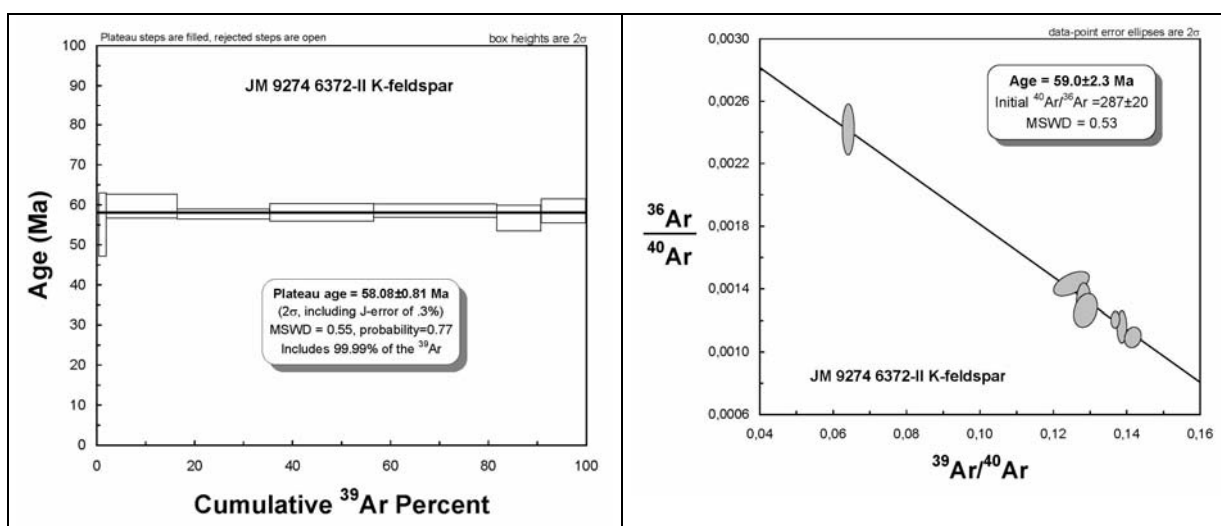


Figura 17 : Diagramas con la edad “plateau” y la isocrona realizadas por el método Ar/Ar de la muestra JM-9274 (Hoja de El Seibo - Proyecto L-Este).

4 TECTÓNICA

4.1 MARCO GEODINÁMICO

La isla de La Española forma parte del archipiélago de las Antillas Mayores. Desde el punto de vista geodinámico, esta región está ubicada en el límite norte de una pequeña placa, la Placa Caribe que desempeña el papel de una zona de tapón entre la Placa de América del Norte, la Placa de América del Sur y las pequeñas placas del Pacífico Este ; Placa Cocos y Placa Nazca. (Figura 18).

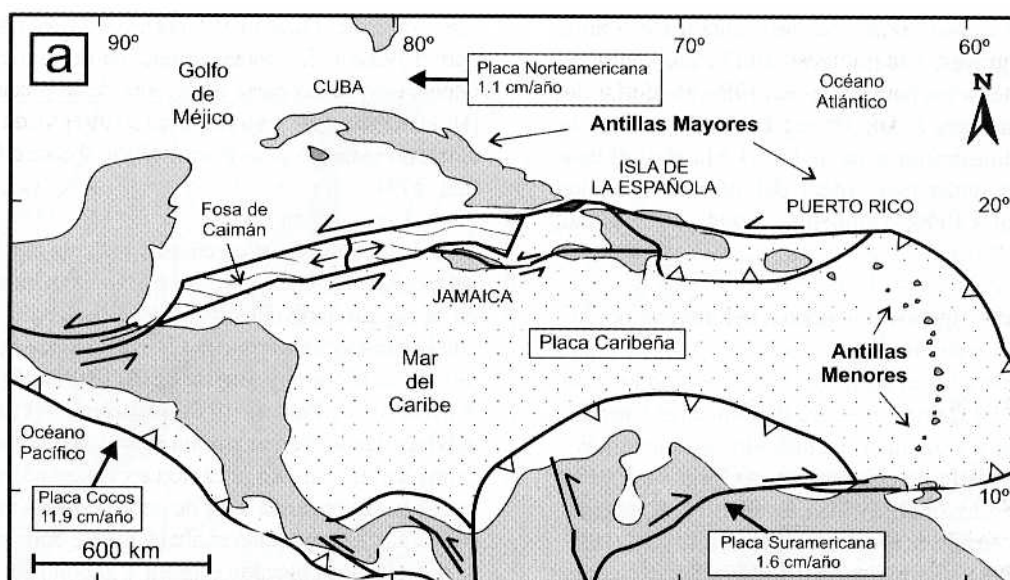


Figura 18 : Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre sinistral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. et al., 2002).

Las Antillas Mayores : Cuba, Jamaica, La Española y Puerto Rico pertenecen a la cadena norte-caribe cuya estructuración mayor corresponde a la colisión del margen sur de la Placa de América del Norte, con el arco volcánico de la «Proto-Placa» Caribe al final del Cretácico (Figura 19 y Figura 20).

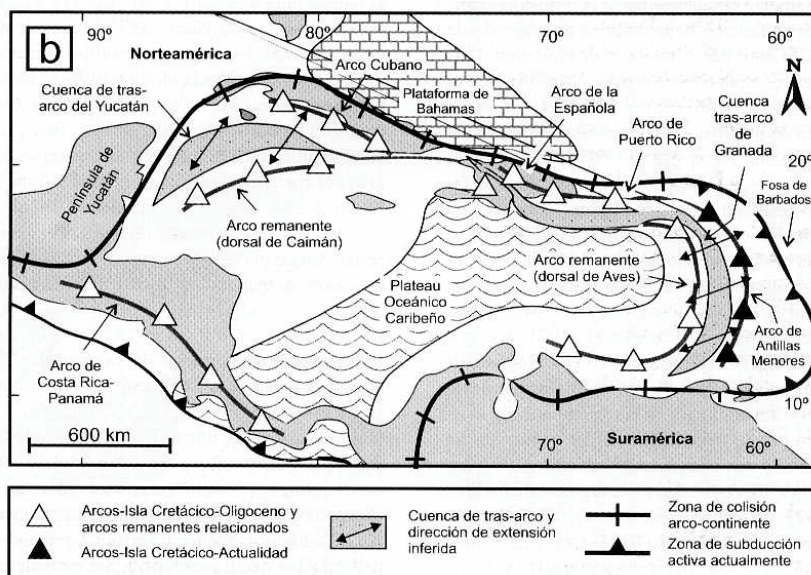


Figura 19 : Principales elementos tectónicos del sistema de arco-ista circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. et al., 2002).

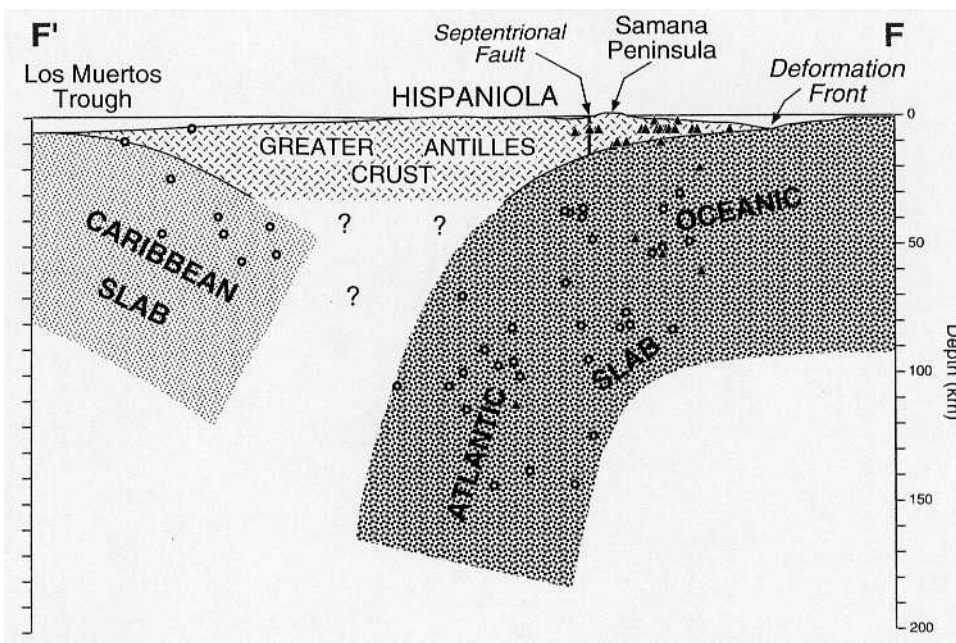


Figura 20 : Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. et al., 1998).

En su configuración actual (Figura 21), las Antillas Mayores están cortadas en tiras, separadas las unas de las otras por grandes desenganches sinestros con dirección general este-oeste. Estas estructuras se insertan en un sistema de fallas transformantes complejas, el sistema Polochic/Caimán, activo desde el Terciario y cuya evolución, hasta los tiempos actuales, arrastra una estructuración nueva de la cadena.

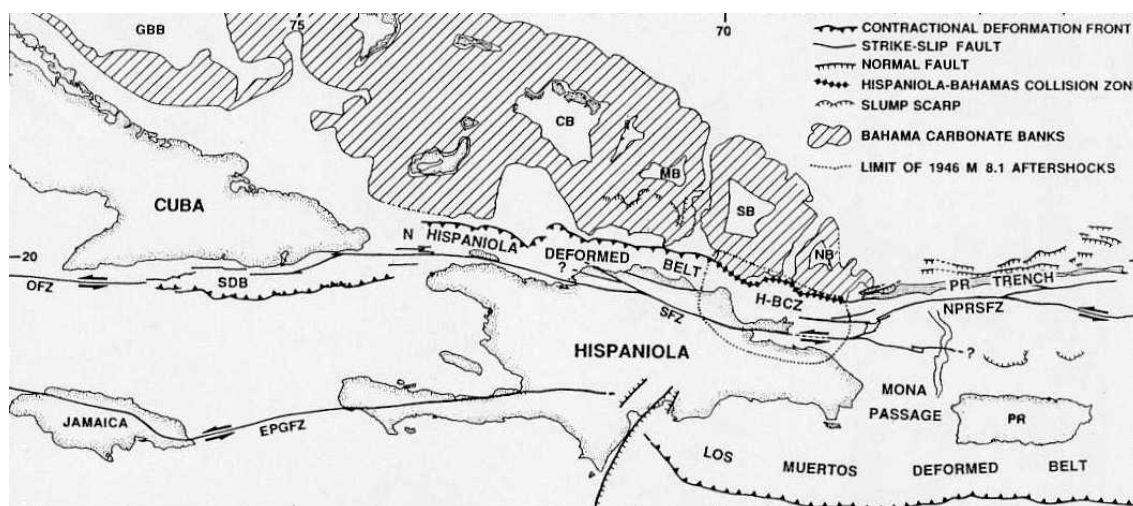


Figura 21 : Posición de La Isla de La Española y relación de los principales cizallamientos sinestros con la falla transformante Polochic/Caimán (Dolan J.F. et al, 1998).

El conocimiento y la interpretación de esta evolución geodinámica se apoyan en los trabajos de una comunidad internacional de científicos. Desde hace varios años han sido objeto de numerosos artículos publicados principalmente por :

- la Sociedad Geológica de América, en “Special Paper 262” en 1991 (Mann P., Draper G. y Lewis J.F.) y de “Special Paper 326” en 1998 (Dolan J.F. y Mann P.) ;
- el Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera” de la Universidad de Barcelona, en el volumen 37 del “Acta Geológica Hispánica” en 2002 (Pérez-Estaún A., Tavares I., García Cortés A. y Hernaiz Huerta P.P.).

Las diferentes figuras que ilustran nuestro propósito provienen de algunas de estas publicaciones.

4.2 ESTRUCTURA DE LA CORDILLERA ORIENTAL

La Cordillera Oriental se extiende Este-Oeste, con una longitud de unos 135 kilómetros y una anchura de unos 35 kilómetros, en el área adyacente a la costa sur de la Bahía de Samaná (Figura 4). Forma una sucesión de lomas incididas por una red de drenaje Norte-Sur que culminan a 736 metros de altura en Loma Vieja.

El límite norte de la Cordillera es la falla Meridional de Samaná que forma parte del sistema de fallas que se extienden hacia el NO a lo largo de la Cuenca del Cibao (Dixon T.H. y Daily M.I., 1981 ; de Zoeten R. y Mann P., 1991 ; Edgar N.T., 1991). Al Oeste se halla separada de las rocas cretácicas que forman el Cinturón Intermedio por el cabalgamiento de Hatillo (Bowin C., 1966). Hacia el Sur los relieves de la Cordillera Oriental disminuyen su altura y las rocas plegadas que la forman son cubiertas en discordancia por calizas arrecifales de edad plio-cuaternaria.

La evolución tectónica y sedimentaria es resultado de la subducción y colisión oblicua entre el borde norte de la placa del Caribe y la plataforma de las Bahamas (Burke K. *et al.*, 1978). Un corte geológico a través del límite de placas (Figura 22) sitúa la Cordillera Oriental como un gran bloque volcano-plutónico de edad cretácica adyacente a las fallas E-O que limitan la cuenca de la Bahía de Samaná, rellena por 2900 m de sedimentos plio-cuaternarios (Edgar N.T., 1991). El basamento de esta cuenca se cree formado por las mismas rocas cretácicas expuestas en la Cordillera Oriental y diferente de las rocas del complejo metamórfico que forma la Península de Samaná. La fosa entre la Península de Samaná y el Banco de Navidad está situada en el límite entre la placa del Caribe y la placa Norteamericana, como demuestra la actividad sísmica concentrada al Sur de la fosa (Dolan J.F. *et al.*, 1998).

Bowin C. (1975) presenta un mapa geológico y un mapa estructural de la isla de La Española que incluye por primera vez elementos estructurales de la Cordillera Oriental. Esta área permaneció sin embargo como una de las menos conocidas de la isla hasta el trabajo de Bourdon L. (1985), que integra una cartografía geológica 1:100.000, cortes geológicos seriados y análisis de orientaciones. L. Bourdon reconoce dos unidades principales, El Seibo y El Oro, cada una con distinta serie estratigráfica y diferente estilo de deformación. El mapa de Bourdon L. (1985) es reproducido casi sin cambios por Lebrón M.C. y Mann P. (1991), que aportan adicionalmente un corte geológico regional profundo, con pliegues de vergencia norte sobre una superficie de despegue situada a techo de la Formación Los Ranchos. Las

recientes cartografías geológicas 1:50.000 del proyecto SYSMIN 2003-2004 demuestran que las formaciones estratigráficas y los elementos estructurales cruzan los límites de las unidades del Seibo y del Oro y por tanto resulta innecesaria esta subdivisión, simplificando en gran medida la geología de la Cordillera.

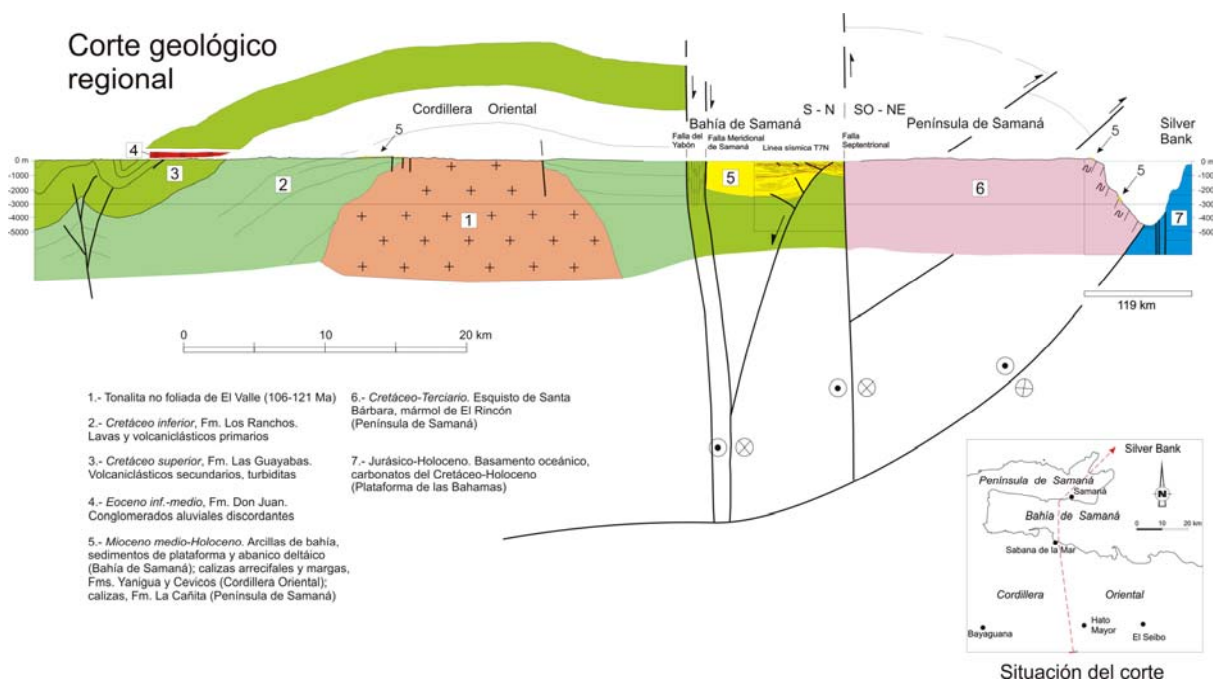


Figura 22 : Corte geológico regional entre la Cordillera Oriental Dominicana y la plataforma de las Bahamas. La interpretación de la línea sísmica T7N es de Edgar N.T. (1991), y se ha migrado usando los datos de velocidad del citado autor. El límite de placas marcado por focos de terremotos y la línea sísmica 12 se han extraído de Dolan J.F. et al. (1998). El perfil muestra la Fm Los Ranchos y la tonalita en el núcleo de la Cordillera, elevados sobre la placa subducida y erosionados por la Fm Don Juan (discordancia pre-Eoceno) y las fallas transformantes terciarias que limitan la Bahía de Samaná.

Las rocas más antiguas que afloran son más de 3000 metros de rocas volcánicas (Fm Los Ranchos), cubiertas por una delgada plataforma (<300 m) de carbonatos de edad cretácico medio (Fm Hatillo), seguida de unos 5500 metros de areniscas y calizas de origen esencialmente turbidítico (formaciones del Cretácico Superior). Presentan un metamorfismo de bajo grado en facies de prehnita-pumpellita (Bourdon L., 1985) y se hallan intruidas por granitoides de edad cretácico. El conjunto forma el basamento de cuencas terciarias y cuaternarias.

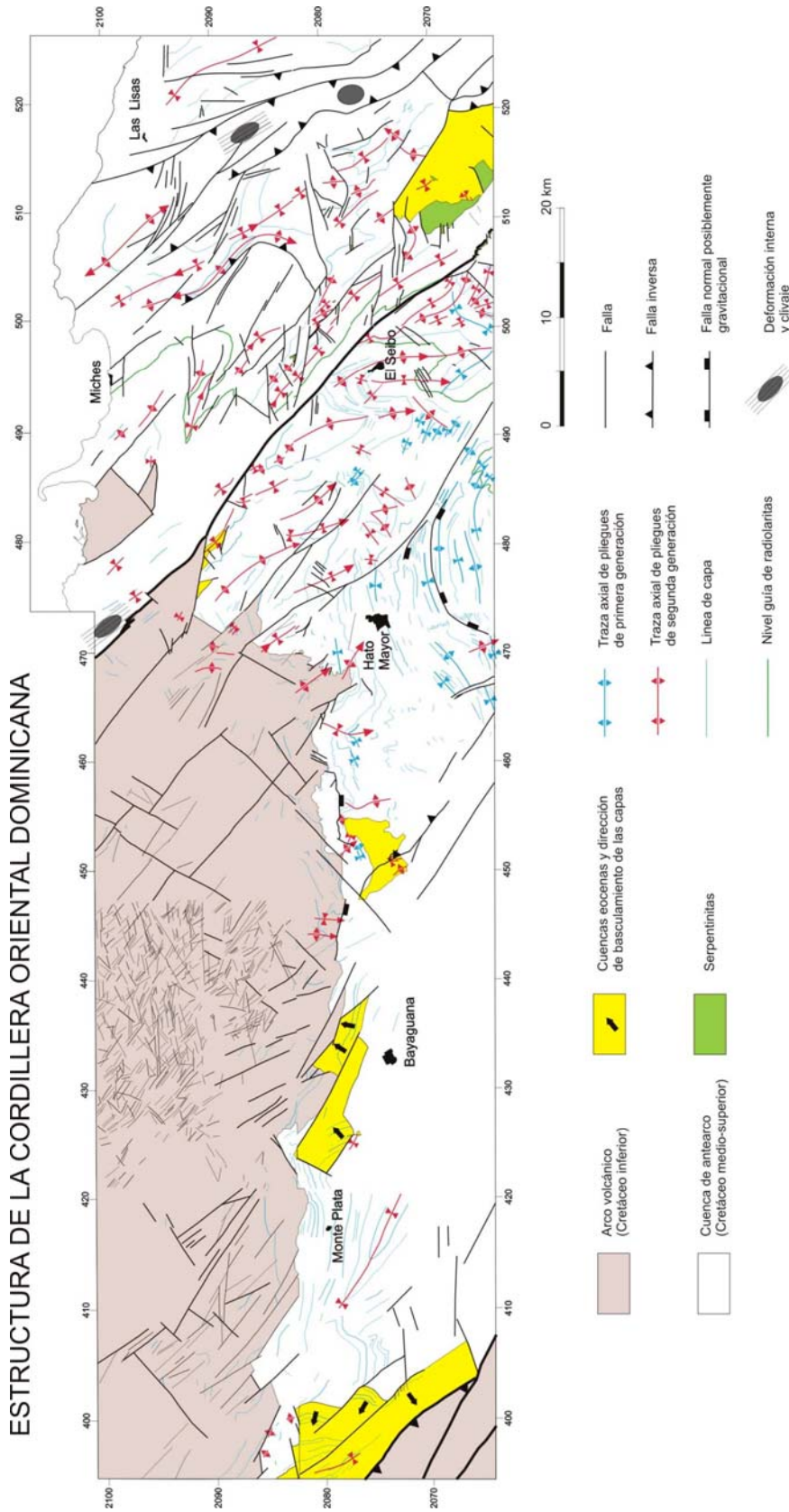


Figura 23 : Mapa tectónico de la Cordillera Oriental Dominicana con los principales elementos estructurales.

A escala regional, la Cordillera es un gran antiforme ONO-ESE, que cierra hacia el Este, definiendo una amplia zona de charnela (Figura 4, Figura 22, Figura 23). En el núcleo del antiforme están expuestas las rocas del Cretácico Inferior y los granitoides intrusivos, mientras que las rocas del Cretácico Superior forman las capas externas. El flanco norte está cortado por la falla meridional de la Bahía de Samaná. La estructura antiformal está complicada por pliegues y fallas de superficie casi vertical con cizallas en dirección y componentes inversos y normales. Los pliegues dominan en las series estratificadas del Cretácico Superior y son raros en la pila de rocas volcánicas de la Formación Los Ranchos y en los granitoides intrusivos del núcleo del antiforme, que se hallan principalmente fracturados. La fracturación es más evidente cuando una cobertera de calizas plio-pleistocenas cubre a la Formación Los Ranchos, por ejemplo en el área al Norte de Bayaguana (Figura 23).

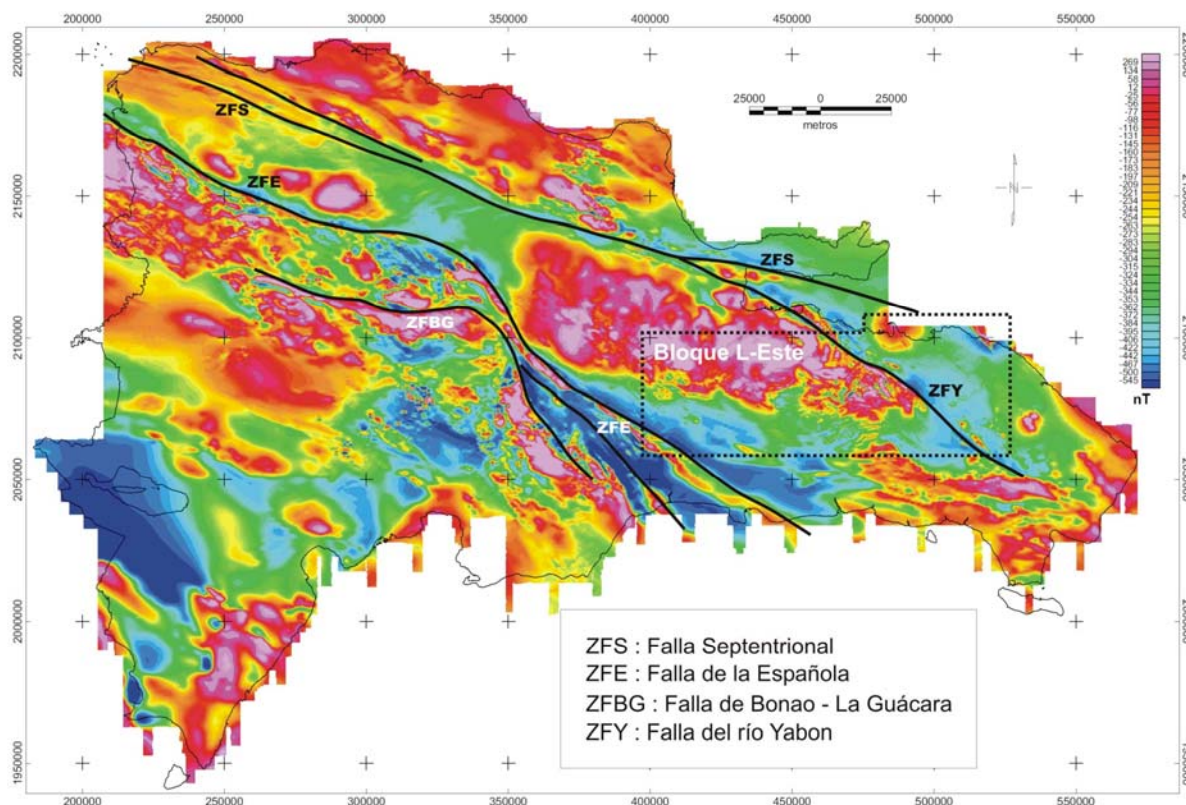


Figura 24 : Campo magnético total reducido al polo, localización del Bloque L-Este y de las principales zonas de falla de la República Dominicana.

Fuera del área de culminación antiformal, la Fm Los Ranchos aflora en un área reducida al Oeste del pueblo de Miches. Ambos afloramientos están separados por la falla NO-SE del Yabón, activa desde el Terciario como una falla en dirección levógira (Hernández J.B., 1980; Bourdon L., 1985). Esta falla produce una señal marcada en el mapa geomagnético (Figura

24) y tiene asociadas protrusiones (intrusiones tectónicas) de rocas ultramáficas de origen mantélico emplazadas en el Cretácico Superior. Se trata por tanto de una falla en dirección que ha evolucionado a partir de una falla crustal en la cuenca de ante-arco.

La existencia de fallas con larga historia de actividad es asimismo postulada por Draper G. *et al.* (1996) en el área de deformación intensa limitada al NE por el cabalgamiento de Hatillo. Estos autores consideran una fase de deformación por cabalgamientos de edad cretácico medio, previa a la sedimentación de la Formación de Hatillo y una reactivación tardía de las estructuras en el Eoceno Medio-Superior. Independientemente de estos argumentos, en la Cordillera Oriental no existe una severa deformación de la Formación Los Ranchos bajo la Caliza de Hatillo. La discordancia angular entre ambas formaciones resulta más bien compatible con una elevación vertical o una suave contracción longitudinal.

Un poco mejor caracterizada desde el punto de vista estructural es la discordancia de la base del Cretácico Superior entre la Caliza de Hatillo y la Formación Las Guayabas. Entre las poblaciones de Hato Mayor y Bayaguana hay familias de fallas NO-SE, NE-SO y E-O que muestran erosión en sus bloques, con cambios bruscos de espesor de la caliza de Hatillo, que puede estar totalmente omitida (Figura 4). Se interpretan como fallas que acomodan la ¿extensión? inicial en la cuenca de ante-arco. Otras fallas de una escala mayor cortan en rampa 1,2 km de la parte alta del Cretácico Superior al Sureste de Hato Mayor (Figura 23). Aunque la homogeneidad litológica de la Fm Las Guayabas impide reconocer la separación estratigráfica en ambos bloques, la opción más plausible es que se trata de fallas de perfil lístrico que extienden hacia el Sur los sedimentos en el talud submarino. Análogos de pequeña escala se observan en cortes de taludes en la Hoja de Monte Plata. Estas observaciones indican que las fallas extensivas gravitacionales de diferentes escalas son un elemento característico de la cuenca de ante-arco del Cretácico Superior, y que las más antiguas se asocian al evento erosional que trunca la Caliza de Hatillo y Los Ranchos.

Dos generaciones de pliegues contractivos se superponen (Figura 23). La primera, con un patrón concéntrico, es groseramente paralela al contacto cartográfico de las formaciones los Ranchos y Las Guayabas. Entre las poblaciones de Hato Mayor y Las Lisas está doblada por pliegues NO-SE y N-S de segunda generación, que producen estructuras de interferencia del tipo-I, caja de huevos de Ramsay J.G. (1967). El ejemplo más espectacular es la estructura sinformal de doble inmersión situada al Sureste de El Seibo.

El paralelismo de los pliegues de primera generación al contacto cartográfico entre Los Ranchos y las formaciones del Cretácico Superior sugiere una relación genética entre el plegamiento contractivo y el basculamiento monoclinial hacia el Sur y Sureste de las series cretácicas. Su efecto en la Cordillera Oriental fue la contracción, elevación y basculamiento hacia el arco del borde de la placa del Caribe sobre la placa subducida (Figura 22) y la protrusión hasta la superficie de rocas ultramáficas serpentinizadas. La deformación ocurrió antes del Eoceno (Bourdon L., 1985), edad del conglomerado de Don Juan, que erosiona terrenos más antiguos hacia el Norte, llegando a yacer sobre la Formación Los Ranchos al Oeste de Hato Mayor.

La deformación finicretácica en la Cordillera Oriental coincide con el cese de la principal actividad volcano-plutónica en La Española y es correlativa a la fase de deformación regional que afecta a las Antillas Mayores entre el Campaniano y el Eoceno, para la que se ha invocado diversos contextos geotectónicos (Bourdon L., 1985 ; Pindell J.L. y Barret S.F., 1990 ; Mann P. *et al.*, 1991 ; Draper G. y Lewis J.F., 1991).

Las rocas elevadas y erosionadas del arco volcánico del Cretácico Inferior y del ante-arco del Cretácico Superior, forman el basamento de los sedimentos eocenos, depositados en cuencas estrechas limitadas por fallas NO-SE, E-O y NO-SE (Figura 4, Figura 23). El perfil transversal de estas cuencas es de tipo semigraben, con estratos rotados hacia las fallas (Figura 25). Los primeros depósitos son conglomerados aluviales de la Formación Don Juan, provenientes de los relieves adyacentes a las fallas. Encima yacen generalmente calizas, areniscas y conglomerados marinos con diferencias estratigráficas entre cuencas que indican una evolución independiente. La generación de relieve en bloques elevados adyacentes a bloques deprimidos es típica de cuencas transpresivas.

Los pliegues de segunda generación y sistemas de cizallas asociadas que se desarrollaron entre el Eoceno y la Actualidad representan la deformación post-acrecional y post-colisión del arco de islas. Su frecuencia crece en la zona que rodea a la falla del Yabón, disminuye entre Hato Mayor y Monte Plata y vuelve a incrementarse en el área al Oeste de Monte Plata, por la deformación asociada a las zonas de cizalla que forman el límite NE de la Cordillera Central (Bowin C., 1966 ; Boisseau M., 1987 ; Draper G. *et al.*, 1996).

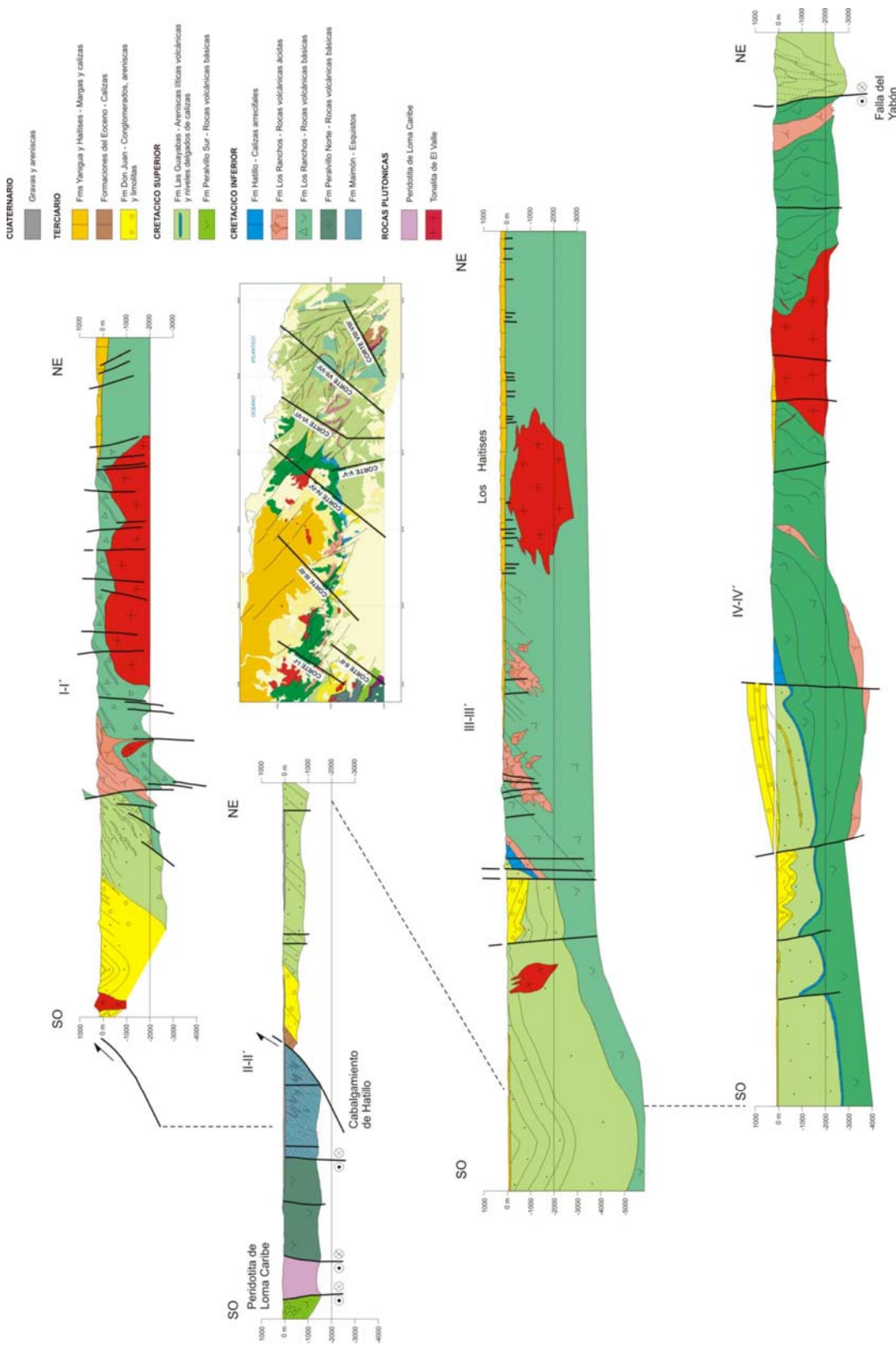


Figura 25 : Cortes geológicos seriados (I-I' a IV-IV') de la Cordillera Oriental Dominicana.

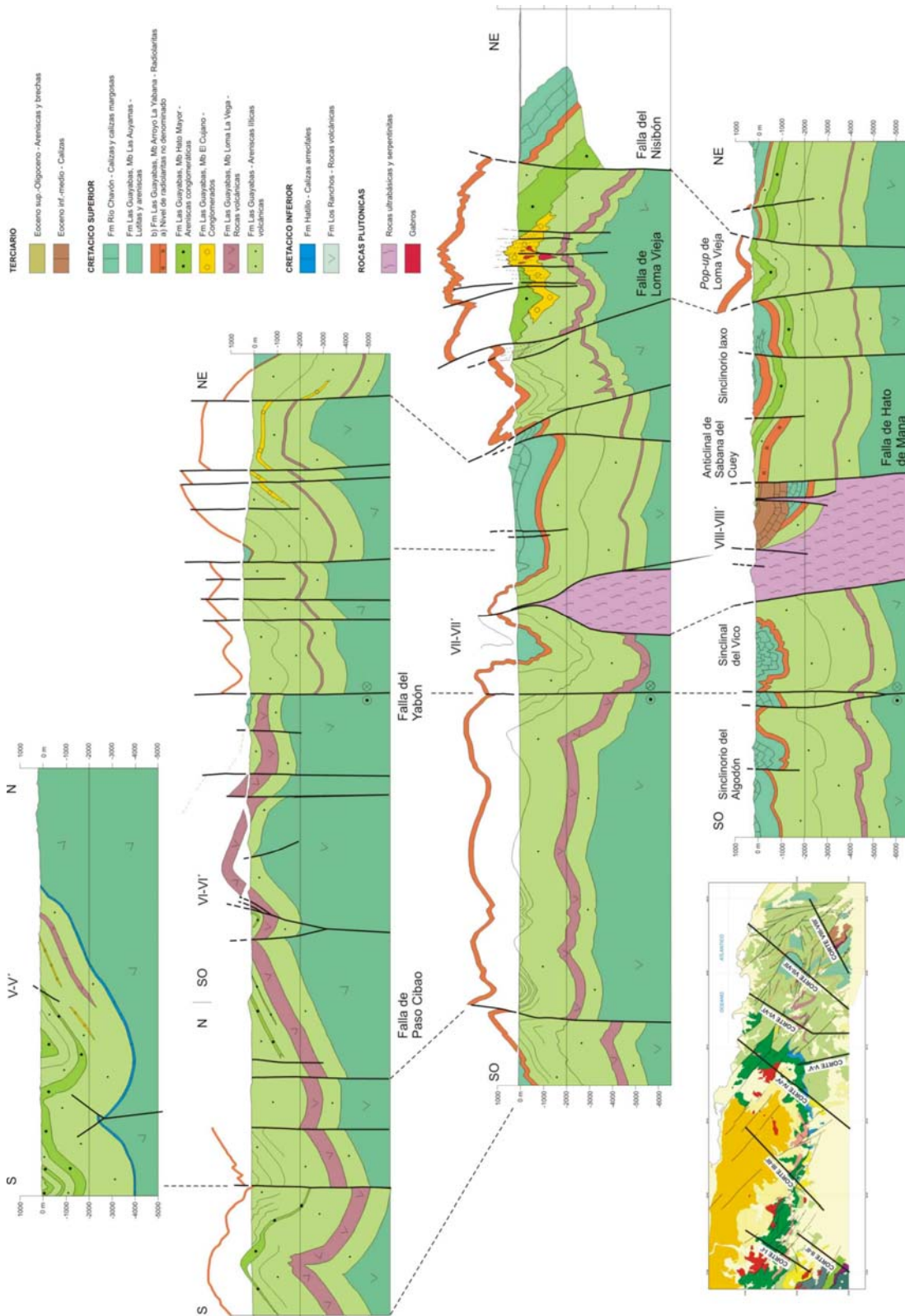


Figura 26 : Cortes geológicos seriados (V-V' a VIII-VIII') de la Cordillera Oriental Dominicana.

En el lado suroeste de la falla del Yabón los pliegues se disponen “en echelon” con un escalonamiento levógiro a ángulos de aproximadamente 20° respecto a la superficie de la falla, indicando un movimiento horizontal convergente levógiro. En contraste, los pliegues adyacentes al lado noreste son de traza subparalela. La falla y tal vez las diferencias reológicas del basamento en ambos bloques inducen la partición del esfuerzo de cizalla pura, resultando estructuras contractivas con desplazamiento oblicuo en el lado occidental de la falla y contractivas en el lado occidental. Otras fallas NO-SE a NNO-SSE entre las poblaciones de Miches y Las Lisas, exhiben en superficie una componente inversa notable y forman bloques elevados de doble vergencia como el de Loma Vieja, la máxima altura de la Cordillera. Adicionalmente, cizallas de Riedel ONO-ESE (con ligeros cambios de ángulo debidos a rotaciones) cortan a pliegues en el bloque nororiental de la falla del Yabón, que resultan deformados como domos, semi-anticlinales y semi-sinclinales, con un patrón similar al reproducido por Harding T.P. y Lowell J.D. (1979) en modelos de arcilla.

El perfil de los pliegues, generalmente abierto, cambia a apretado de tipo acordeón en el área adyacente a fallas importantes como la del Yabón, o en bloques empujados y elevados como el de Loma Vieja (Figura 25, Figura 26). La configuración del sinclinorio situado al Sureste de El Seibo es cónica, con líneas de charnela que divergen hacia el SE en la dirección de movimiento de la falla del Yabón. La mecánica del plegamiento por cizalla convergente que se invoca usualmente para explicar la formación de estos pliegues (ej. Silvester A.G., 1988) no requiere la existencia de una superficie de despegue somera a techo de la Formación Los Ranchos como proponen Mann P. *et al.* (1991).

La región de máximo acortamiento con desarrollo de clivaje se sitúa próxima a la costa norte, entre las poblaciones de Miches y Las Lisas. El clivaje prácticamente desaparece siguiendo el eje de los pliegues hacia el Sureste (Figura 23). Existe por tanto una variación de acortamiento subperpendicular a las superficies axiales, que Bourdon L. (1985) interpretó erróneamente como la evidencia de dos unidades, El Seibo y El Oro con una historia tectónica y estratigráfica diferente y que Mann P. *et al.* (1991) llevan a la categoría de “terrenos”

Para Burke K. *et al.* (1980), Mann P. *et al.*, (1984) y Dolan J.F. *et al.* (1998), la transpresión es resultado de la orientación E-O de las fallas de Samaná, que se separa de la dirección OSO-ENE del movimiento de las placas, lo que produce una restricción a la traslación lateral

de la placa del Caribe. En este contexto, las fallas E-O de Samaná constituyen la zona principal de cizalla, acomodando una parte importante de la traslación, mientras que los pliegues y fallas NO-SE de la Cordillera acomodan la mayor parte de la laminación mecánica y el acortamiento intraplaca.

En la actualidad, el borde norte de La Española es una zona activa de cizalla, con deformación y sismicidad. Edgar N.T. (1991) reconoce deformación reciente en las líneas sísmicas superficiales bajo el agua de la Bahía de Samaná y Winslow M.A. *et al.* (1991) en la continuidad de estas estructuras hacia tierra por el bloque de San Francisco. La actividad neotectónica en la Cordillera Oriental es evidente en la elevación del arrecife plio-cuaternario, que originalmente se extendía de costa a costa en el Este de la isla y actualmente presenta un relieve estructural superior a 400 metros. El plegamiento del arrecife es pasivo, adaptado a la componente vertical de movimiento de fallas de desgarre ONO-ESE y NE-SO. Entre los rasgos geomorfológicos destacan la superficie de erosión argilitizada al Sur de Miches, numerosos relieves de lomas paralelos a escarpes de fallas y el control de la red hidrográfica. Este último se evidencia a pequeña escala en el trazado rectilíneo de los arroyos y a gran escala en el drenaje dominante hacia el Sur. La causa última es la disimetría impuesta por las fallas bajo la Bahía de Samaná, que deprimen abruptamente el bloque norte adyacente al máximo relieve de la Cordillera.

4.3 CARÁCTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS Y UNIDADES TECTÓNICAS DE LA HOJA “BAYAGUANA”

La Hoja 1/50 000 Bayaguana presenta un importante recubrimiento cuaternario que no facilita la comprensión estructural de esta porción de la Cordillera Oriental. Las observaciones estructurales se limitan a la franja norte de la Hoja donde es posible visualizar, sobre todo, las estructuras frágiles que afectan los terrenos cretácicos y eocenos (Figura 27).

De forma muy global, el sustrato cretácico constituye un conjunto monoclinial de dirección E-O, con pendiente de unos 20 grados hacia el Sur, tal como se observa en los cortes geológicos del mapa. Este monoclinial está interceptado por fracturas pluri-direccionales. Los terrenos eocenos están preservados en estrechas cuencas cuya extensión está controlada por fracturas ONO-ESE y NNE-SSO.

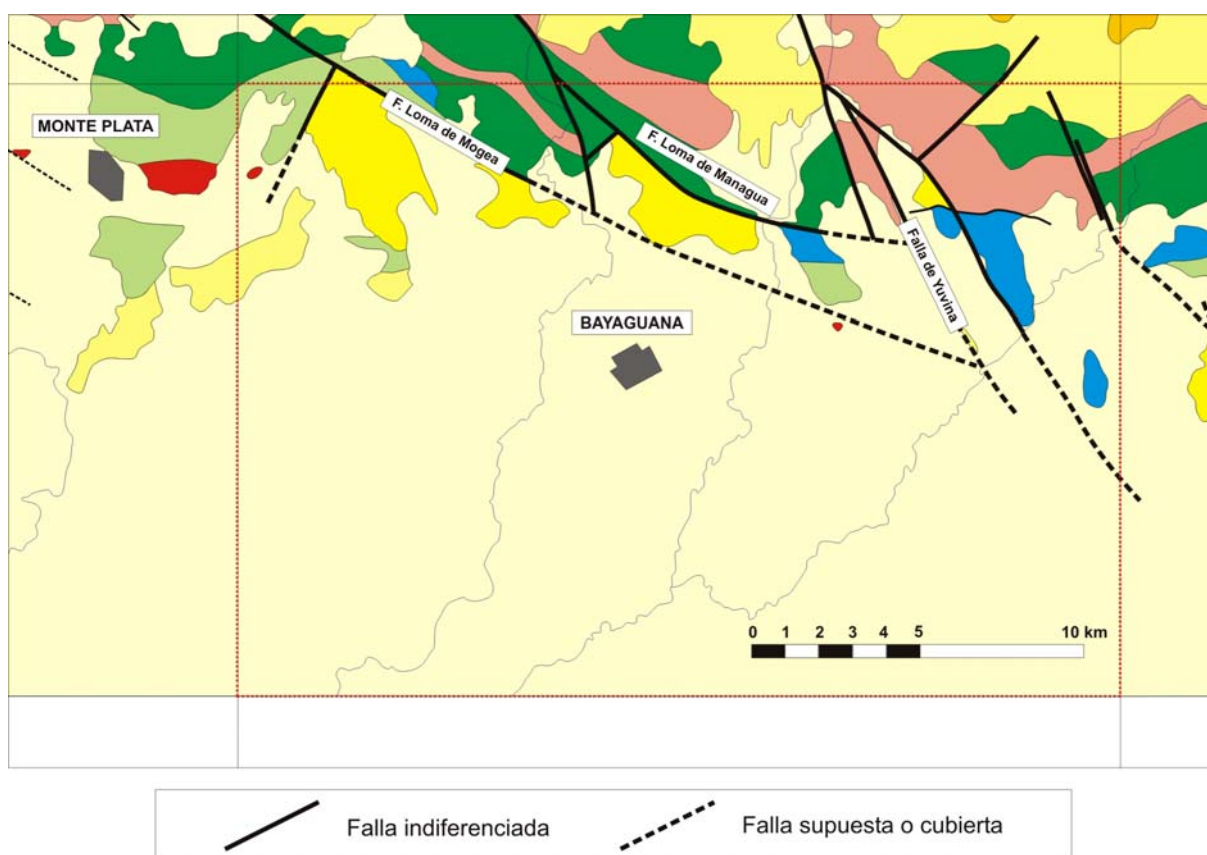


Figura 27 : Esquema estructural de la Hoja Bayaguana.

4.3.1 Los pliegues en la Fm Los Ranchos

Los terrenos cretácicos del Norte de la Hoja Bayaguana presentan, en su conjunto, una dirección E-O, con una inclinación hacia el Sur de una veintena de grados. En detalle, y localmente, este aspecto monoclinial se ve perturbado por ondulaciones de eje N-S, con fuerte inclinación hacia el Sur. Este es el caso en el ángulo NE de la Hoja, alrededor de la Loma de Guaymarote.

Esta estructuración aparece igualmente a través del análisis estereográfico de los terrenos de la Fm Los Ranchos. La proyección de los polos de los planos de estratificación medidos en esta formación muestran una gran dispersión (Figura 28). Se puede definir, no obstante, una repartición preferencial siguiendo un gran círculo, que traduce un eje de pliegue N-S con una inclinación de 38° hacia el Sur.

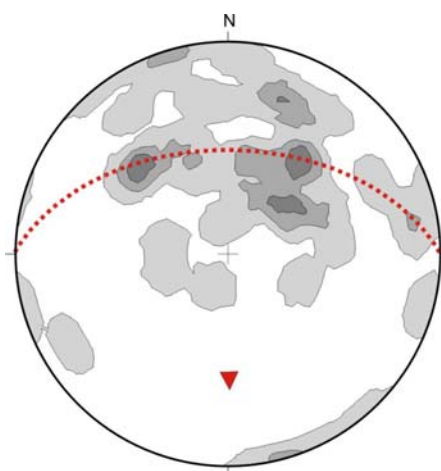


Figura 28 : Proyección estereográfica (Schmidt, hemisferio inferior) de los polos de planos de estratificación medidos en la Fm Los Ranchos (50 medidas). La repartición que sigue un gran círculo de eje N-S, 38°S, es perceptible.

4.3.2 Las estructuras frágiles

A escala de la Hoja pueden identificarse tres direcciones principales de fracturas :

- la dirección NNO-SSE. En el NE de la Hoja, esta dirección caracteriza todo un pasillo de fracturas y genera una destacable ruptura topográfica a una y otra parte del río Yuvina ;
- la dirección ONO-ESE está claramente marcada al Norte de Bayaguana. Siguiendo esta dirección, varios accidentes verticales compartimentan los terrenos volcánicos de la Fm Los Ranchos, y limitan la extensión cartográfica de los conglomerados de la Fm Don Juan. Este es, en particular, el caso de la “Falla de la Loma de Mogeá” y de la “Falla Loma de Managua” que atraviesan el territorio norte de la Hoja, donde las extensiones están enmascaradas por el Cuaternario ;
- la dirección NNE-SSO. Las fallas de esta dirección tienen extensión limitada, pero su incidencia es tan importante como las fallas ONO-ESE con las cuales están combinadas. Este es el caso de la falla N30°E que limita la zona oeste de la cuenca eocena de la Loma Saltadero.

Ninguna de las fallas cartografiadas se ha observado directamente en el terreno. Se han deducido de los contactos geológicos anormales, y/o de las rupturas topográficas, o de las

anomalías geofísicas que provocan. Delimitan bloques organizados en “horst et grabben”. Pero esta aparente simplicidad es sin duda más compleja. Su origen depende particularmente de una tectónica vinculada al funcionamiento de los principales desgarres que atraviesan la región.

4.3.3 Las relaciones entre la Fm Los Ranchos y las formaciones Hatillo y Las Guayabas

A escala de la Hoja, el valor de la discordancia angular entre la Fm Los Ranchos y la cubierta Hatillo-Las Guayabas estaría en 18° . Lo que nos conduce a esta estimación es la comparación del estereograma de los polos de los planos de estratificación de la Fm Los Ranchos, con el de la cubierta sedimentaria de las formaciones Hatillo y Guayabas (Figura 29). Estadísticamente, la estratificación de la Fm Los Ranchos presenta un máximo $N90^\circ E-38^\circ S$, la estratificación de las Fm Hatillo - Las Guayabas $N90^\circ E-20^\circ S$.

Localmente las relaciones entre los terrenos volcánicos de la Fm Los Ranchos y la cubierta sedimentaria de las formaciones Hatillo y Las Guayabas no siempre son bien comprendidas. A nivel de la Loma Guaymarote y de la Loma Doña Isabel, las volcanoclastitas de la parte alta de la Fm Los Ranchos parecen empotrarse bajo las calizas de la Fm Hatillo. La naturaleza del contacto no se ha dilucidado. Puede tratarse de un contacto por falla de dirección E-O o de una discordancia sedimentaria.

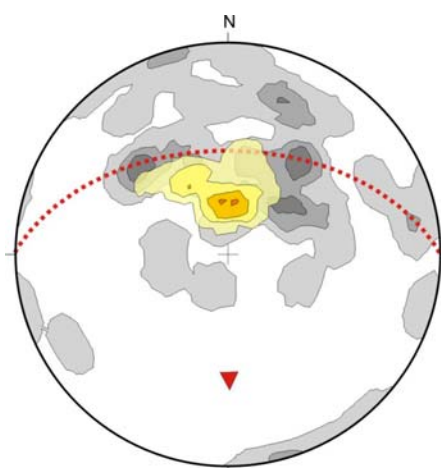


Figura 29 : Proyección estereográfica (Schmidt, hemisferio inferior) de los polos de planos de estratificación medidos en la Fm Los Ranchos (color gris) y de los medidos en las Fm Hatillo y Las Guayabas (color amarillo). Estadísticamente la desviación es de 18° .

4.3.4 La discordancia del Eoceno con el sustrato cretácico

Los terrenos eocenos afloran en bloques y alineamientos orientados ONO-ESE ; son discordantes y a “contra-buzamiento” sobre las formaciones anteriores (Figura 30). Esta discordancia, y el carácter “post-orogénico” de los sedimentos eocenos, subrayan la importancia de las deformaciones tectónicas anteriores. En efecto, se trata de un conglomerado de cemento arcilloso rojo violáceo, cuyos cantos rodados provienen de la erosión de las diferentes series cretácicas volcánicas, volcano-detriticas y carbonatadas.

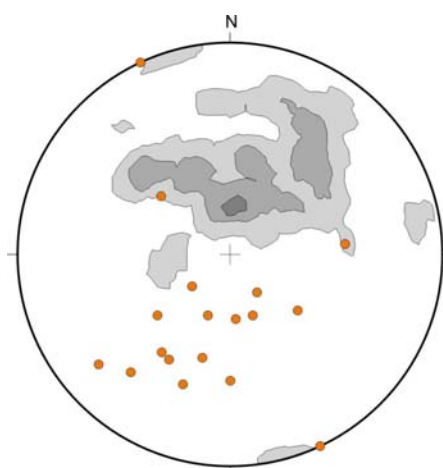


Figura 30 : Proyección estereográfica (Schmidt, hemisferio inferior) de los polos de planos de estratificación de los terrenos cretácicos (color gris, 109 medidas) y reporte de los polos de planos de estratificación de los terrenos eocenos (puntos naranja, 17 medidas). En medio, la estratificación del Cretácico es N90°E-18°S, la del Eoceno es N110°E-40°NE.

5 GEOMORFOLOGÍA

En el presente apartado se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo el origen de las mismas (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la Hoja, cuya representación aparece plasmada en el Mapa Geomorfológico a escala 1:100 000 de Monte Plata (6272), atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales) es tratado en el apartado correspondiente a la estratigrafía de los materiales cuaternarios.

5.1 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

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

5.1.1 Estudio morfoestructural

El relieve de la zona está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman. El sustrato volcánico-sedimentario cretácico de la sierra de Yamasá ha provocado la creación y desnivelación de bloques, así como el encajamiento rectilíneo de algunos tramos de la red fluvial y el desarrollo de capturas. Por el contrario, los niveles calcáreos poco deformados de Los Haitises y la Llanura Costera del Caribe han dado lugar a extensas superficies estructurales, con desarrollo de una gran riqueza de formas kársticas en el caso de la primera región y cubierta por extensos abanicos aluviales de baja pendiente en el de la segunda.

4.1.1.1. Formas estructurales

Se encuentran diseminadas por todo el ámbito de la Hoja, encontrándose su mayor variedad en la zona montañosa; pese a lo cual es en el resto donde son el condicionante fundamental

de la morfoestructura, que no obstante se encuentra retocada por otros procesos morfogenéticos.

La densa red de fracturación tiene una clara expresión morfológica en el límite entre la sierra y la planicie meridional, así como en la orientación de las formas de disolución kárstica, de diversos segmentos de la red fluvial y de las elevaciones montañosas.

Las *fallas con expresión morfológica* se agrupan en torno a dos familias principales: NO-SE y E-O. Las primeras son muy abundantes en la sierra, de la cual condicionan la estructura interna, así como pequeños segmentos de su límite con la Llanura costera del Caribe; también adquieren una densidad notable en Los Haitises, condicionando la orientación de su densa red de dolinas. Pese a su menor número, las segundas no carecen de importancia, ya que parecen integrar el límite entre la sierra y la llanura.

Corresponden a fallas normales y desgarres cuya longitud puede superar 10 km. En ocasiones, se encuentran bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos o bien algún rasgo morfológico parece estar condicionado por una falla sin que se tenga la total certeza de su existencia, habiéndose representado en ambos casos como *fallas supuestas*. Pese a la elevada velocidad con que la meteorización elimina o enmascara algunas formas, existen diversos rasgos que se interpretan en relación con la acción de fallas y que se concentran en el sector suroriental de la sierra, entre ellos: *escarpes de falla degradados y en retroceso, frentes montañosos lineales y facetas triangulares de escarpe de falla*.

Localmente, también han adquirido cierta importancia las morfologías condicionadas con la distinta resistencia de los distintos los materiales aflorantes a la meteorización, entre ellas son las capas verticalizadas que afloran como *crestas*. Dentro de estas formas debidas a procesos de erosión selectivos, los *cerros cónicos* aparecen como formas puntuales, proliferando al NE de Bayaguana en relación con cuerpos subvolcánicos pertenecientes a la Fm Los Ranchos.

Mayor extensión tienen las formas producidas a favor de capas horizontales, entre las que se encuentran *escarpes*, con frecuencia asociados a *superficies estructurales*; dentro de ésta, destaca especialmente la que configura la Llanura Costera del Caribe, si bien el recubrimiento aluvial la enmascara en buena medida. Estas superficies aparece *degradadas*, siendo la más destacada la superficie superior de Los Haitises.

5.1.2 Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como la sierra de Yamasá y las plataformas carbonatadas de Los Haitises y la Llanura Costera del Caribe tiene como resultado una expresión sensiblemente diferente. Así, el modelado de la sierra es el producto de una larga evolución presidida por los procesos ígneos y tectónicos acaecidos a lo largo del periodo Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial y gravitacional.

En el caso de Los Haitises y la Llanura caribeña, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica arranca con la génesis de la plataforma carbonatada plio-cuaternaria a ambos lados de la Cordillera. Debido a la conjunción de varios factores, los procesos *kársticos* han actuado con especial eficacia en la vertiente septentrional, mientras que en la meridional la dinámica *fluvial* ha sido el condicionante principal.

Además de los anteriores, también han participado en diferente grado en la construcción del relieve actual los procesos *lacustres* y *endorreicos*, de *meteorización química* y *poligénicos*.

5.1.2.1 Formas fluviales y de escorrentía superficial

Son con mucho las más ampliamente representadas pese a estar prácticamente ausentes en el interior de Los Haitises. Constituyen la práctica totalidad de la superficie de la Llanura Costera del Caribe, donde destaca la extensión de los abanicos aluviales de baja pendiente, sin olvidar la frecuente orla de abanicos y conos de deyección que se disponen al pie de los relieves. La mayor variedad de depósitos fluviales se encuentra en el valle del río Ozama, en cuya llanura aluvial se han diferenciado: fondo de valle, llanura de inundación, cauces y meandros abandonados y terrazas.

Los *fondos de valle* son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de los principales elementos de la red fluvial actual. En general se trata de formas muy estrechas, especialmente en el ámbito de la sierra, coincidentes con el canal de estiaje. Los más destacados discurren por la planicie, con carácter más o menos divagante, en el seno de amplias bandas correspondientes a las *llanuras de inundación*.

En cuanto a las *terrazas*, sus representantes también aparecen asociados a los principales cursos, destacando los sistemas de los ríos Ozama y La Savita; aparecen como pequeñas plataformas, más o menos elevadas y paralelas con relación al curso actual. En ningún caso se han reconocido escalonamientos de más de dos sistemas encajados, siempre con cotas inferiores a 30 m, por lo que, de modo informal se consideran terrazas bajas. Probablemente, la ausencia de niveles superiores sea la consecuencia del bajo potencial de encajamiento debido a la escasa diferencia altimétrica entre la llanura y su nivel de base, constituido por el mar Caribe; en el caso de la sierra, la ausencia de niveles superiores se debe probablemente a su total desmantelamiento por la acción conjunta de los procesos fluviales y gravitacionales.

Mucha mayor representación tienen los *conos de deyección* y los *abanicos aluviales*, entre los que se han reconocido dos sistemas. Se forman en la confluencia entre pequeños ríos y arroyos con valles de mayor entidad, en los cuales la carga transportada por aquéllos pierde su confinamiento, expandiéndose sobre el cauce, la llanura de inundación u otro abanico más antiguo; cuando los ápices se encuentran próximos entre sí, se producen formas coalescentes. Alcanzan longitudes de hasta 3 km con respecto al ápice, sensiblemente inferiores a las de los abanicos de baja pendiente, probablemente como consecuencia de la menor densidad de carga en el caso de estos últimos.

Especial interés merecen los *abanicos aluviales de baja pendiente* que partiendo al pie de la sierra tapizan la superficie estructural de la Llanura Costera del Caribe, de la que sólo “emergen” una serie de isleos de pequeña envergadura, en tanto que la red fluvial la ha incidido sólo levemente. Es la formación superficial más extensa de la Hoja y de todo el piedemonte meridional de la sierra de Yamasá y la Cordillera Oriental, configurando una monótona e inmensa planicie ligeramente inclinada desde una cota próxima a 100 m al pie de la sierra hasta 20 m en el sector meridional. Probablemente su génesis está relacionada con el último periodo de inestabilidad de la sierra, tras el cual ha sufrido una tendencia general de encajamiento.

Entre las formas erosivas se han reconocido: *incisión lineal*, ampliamente representadas por toda la zona, si bien sus ejemplos más notorios se encuentran en el dominio montañoso, donde la dinámica fluvial ha dado lugar a: *rápidos* y *cascadas*, como los conocidos saltos del río Comatillo; *aristas*, que poseen una notable representación en la sierra; *escarpes*, también ligados al *techo de abanicos aluviales de baja pendiente*.

La red de drenaje muestra características sensiblemente diferentes según las zonas. En el ámbito de Los Haitises su funcionamiento es errático, ya que al discurrir sobre la formación del mismo nombre está condicionado por el funcionamiento kárstico; tan sólo en su sector meridional la red posee continuidad (pese a las frecuentes pérdidas de drenaje), especialmente al atravesar los afloramientos de la Fm Yanigua. Poseen carácter consecuente propiciado por los frecuentes cañones; también son frecuentes los saltos de agua, debido a los escalonamientos producidos por los resaltes carbonatados de dicha formación. La geometría de este sector es de tipo dendrítico, excepto en los cursos más internos de la región, donde se aprecian tendencias de tipo contorsionado.

La geometría y el carácter de la red están fuertemente condicionados por la litología y la estructura al atravesar la sierra de Yamasá, donde se observan numerosos cursos que cambian de orientación al alcanzar fallas a favor de las cuales discurren linealmente y que, sin duda, han favorecido tanto los fuertes encajamientos existentes como las capturas; éstas han incrementado la erosión remontante, cuya acción ha permitido el retroceso de la divisoria actual sensiblemente más al Norte del eje de la sierra. El carácter de los ríos principales es de tipo consecuente, con un abundante cortejo de afluentes de tipo subsecuente, adaptados a estructuras orientadas según la dirección general de la sierra. Predominan las geometrías de tipo dendrítico, si bien coincidiendo con los sectores más abruptos muestran un patrón contorsionado.

En cuanto a su carácter en la Llanura costera del Caribe, es netamente consecuente, discurriendo a favor de la máxima pendiente regional, con tendencias divagantes en el caso del Ozama al llegar a cotas inferiores a 40 m sobre el nivel de base. Por lo que respecta a su geometría, es de tipo dendrítico.

Como principales motores en la futura evolución de la red deben tenerse en cuenta: la influencia de las fallas relacionadas con la elevación general de la Cordillera, 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, que parecen haber actuado con mayor energía a partir de la vertiente meridional; y el avance de la disolución en el macizo calcáreo de Los Haitises.

5.1.2.2 Formas lacustres

Se trata de lagunas y áreas endorreicas con una reducida representación. Las más abundantes son las *lagunas*, que se concentran en el sector meridional y, en menor medida, en el borde meridional de Los Haitises, si bien su mayor densidad se observa en el ámbito de Bayaguana. En cualquier caso, su génesis está relacionada con la creación de depresiones por procesos de disolución del sustrato calcáreo y el desarrollo sobre él de depósitos arcillosos que impiden la infiltración. Sus dimensiones son reducidas, con diámetros de orden deca a hectométrico, no superando en ningún caso 600 m.

5.1.2.3 Formas por meteorización química

Junto con las formas de origen fluvial son las más extendidas, tanto por el desarrollo de los procesos kársticos de Los Haitises como por los extensos mantos de alteración que afectan al resto de la zona.

Dentro de las *áreas con intensa karstificación*, sin duda la forma más espectacular es el *campo de grandes dolinas* de forma elipsoidal que caracteriza la región de Los Haitises, observándose una orientación preferente de las mismas en dirección NO-SE. La simple observación de un mapa topográfico da idea de su impresionante densidad, con ejes mayores que pueden superar 500 m y frecuentes profundidades de 100 m. No obstante, cuando sus dimensiones lo han permitido, las *dolinas* han sido representadas de forma individualizada.

La karstificación no se ha desarrollado únicamente en el ámbito de Los Haitises, sino que ha afectado a diversos conjuntos carbonatados, como muestran entre otros: los *campos de lapíaces* desarrollados sobre las calizas de la Fm Hatillo y sobre los conglomerados de cantos calcáreos de la Fm Don Juan en el paraje de Saltadero; las *áreas con dolinas de karst cubierto*, puestas en evidencia por la presencia de lagunas y depresiones existentes sobre los abanicos aluviales de baja pendiente en el sector suroriental.

En cuanto a las formas debidas a procesos de meteorización química en rocas no carbonatadas, también se encuentran ampliamente extendidos. Sin duda, una de las formas más extendidas por toda la región son las *argilizaciones*, típico resultado de los procesos de meteorización en ambientes tropicales; afecta a un amplio espectro de sustratos, desde los

materiales volcánicos-sedimentarios cretácicos hasta las terrazas y abanicos aluviales cuaternarios. Es frecuente en la región el desarrollo de *ferruginizaciones* a techo de la alteración laterítica.

5.1.2.4 Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso genético, habiéndose reconocido superficies de erosión degradadas, escarpes, cerros cónicos y picos principales. Se concentran en el ámbito de la sierra, por lo que no son muy abundantes, ya que allí la velocidad de los procesos erosivos da lugar a una conservación efímera de las formas.

Destacan los pequeños restos de *superficies de erosión degradadas*, con cotas cercanas a los 200 m, cuya génesis probablemente esté relacionada con el relieve previo al depósito marino de la Fm Yanigua.

5.1.2.5 Formas antrópicas

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

La única forma susceptible de ser representada cartográficamente por sus dimensiones son las *canteras* existentes en las inmediaciones de Comatillo, cuyo impacto visual permite observarla desde varios kilómetros de distancia.

5.2 EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

Si bien la morfología de la zona está influenciada por los procesos acaecidos a lo largo de la historia de la sierra de Yamasá, su fisonomía actual empieza a perfilarse a comienzos del Cuaternario, cuando la sierra poseía una envergadura inferior a la actual, estando flanqueada al Norte y al Sur por las plataformas carbonatadas arrecifales que llegarían a convertirse posteriormente en la región de Los Haitises y en la Llanura Costera del Caribe. En realidad, ambas plataformas se unirían hacia el Este, rodeando las estribaciones de la Cordillera Oriental, pero también al NE de Bayaguana, por lo que esta Cordillera constituiría en realidad una isla.

Bajo esta configuración, la región asistiría al desarrollo de superficies de diversa índole. Por una parte, el depósito carbonatado de la plataforma dio lugar a una marcada superficie estructural; por otra, en el ámbito litoral se generaría una superficie de erosión, "correlativa" con aquélla, más difícil de identificar por la evolución seguida posteriormente.

El complejo arrecifal septentrional, muy estrecho, migraría paulatinamente hacia el Norte a medida que se producía el progresivo ascenso de la sierra. En el caso del meridional, desarrollado en una plataforma de pendiente inferior, la evolución sería diferente, dando la impresión de que el ascenso se produjo más recientemente y de forma más brusca, articulándose mediante sistemas de fallas más evidentes. En el ámbito de la sierra, la red de drenaje ya habría esbozado su geometría general, basada en cursos de pequeña longitud y carácter consecuente que incrementarían su poder incisivo al ascender con respecto al nivel de base.

La importante acumulación carbonatada de la plataforma de Los Haitises favorecería un notable desarrollo kárstico, con las consiguientes "irregularidades" en el comportamiento hídrico. En un momento impreciso, probablemente cercano al límite Pleistoceno-Holoceno, una reactivación de la zona montañosa provocada por la actividad tectónica desencadenaría el desarrollo de extensos sistemas aluviales de baja pendiente que tapizarían la llanura meridional y que configurarían la superficie de la que arrancaría la incisión actual. Otro tanto puede decirse de papel desempeñado por los sistemas de abanicos de la cuenca de los ríos Payabo y Cevicos, en este caso como nivel de partida de la incisión en la cuenca del río Yuna.

A partir de este momento, sin olvidar que la región ha permanecido tectónicamente activa, la evolución del relieve ha estado presidida por el comportamiento de la red de drenaje, con fuertes encajamientos en la zona montañosa, pero muy moderados en la llanura por su pequeño desnivel con respecto al mar. En aquélla, el encajamiento ha sido simultáneo con la argilización de los materiales volcánicos y sedimentarios, la arenización de los cuerpos intrusivos, el retroceso de las vertientes con desarrollo de coluvionamientos y de movimientos en masa, así como con cambios de orientación de la red por adaptación a fracturas y contrastes litológicos.

Como resultado del proceso de encajamiento se ha producido una notable erosión remontante desde las dos vertientes, que han desbordado la divisoria original de la sierra, de forma más acusada en el caso de la cuenca meridional, que ha llegado a capturar numerosos cauces superficiales del borde meridional de la región de Los Haitises. Dentro de la planicie, la incisión ha sido moderada, dando lugar a una red de tipo consecuente suavemente encajada que ha dado lugar a un pobre sistema de terrazas en el caso de los ríos Ozama y La Savita.

6 HISTORIA GEOLÓGICA

Las rocas de la Cordillera Oriental Dominicana registran 130 Ma de evolución de las Grandes Antillas, desde su inicio como un arco de islas intraoceánico hasta la colisión oblicua con la placa de Norteamérica y traslación a lo largo de fallas transformantes paralelas al límite de placas (Figura 31).

Sobre la corteza de la placa del Caribe, posiblemente engrosada en algunas áreas como una meseta o un monte oceánico (Escuder Viruete J. *et al.*, 2002) y que pudiera corresponder o no al Complejo Duarte más la peridotita, se desarrolló en el Cretácico Inferior un arco de islas primitivo de composición bimodal y afinidad toleítica representado en la zona de estudio por la Fm Los Ranchos y sus equivalentes deformados, los Esquistos de Maimón y la Fm Peralvillo Norte. La reconstrucción basada en la Fm Los Ranchos indica que en un estadio inicial se acumularon lavas en aguas profundas, y posteriormente lavas y volcanoclásticos en aguas someras afectadas por un metamorfismo de bajo grado debido a la convección hidrotermal del agua marina (Kesler S.E. *et al.*, 1991). En algún momento del Neocomiano el edificio volcánico había alcanzado el nivel del mar y su destrucción en los taludes costeros aportó una proporción de sedimentos con restos de plantas que fueron posteriormente impregnados de depósitos epitermales de oro y plata en el área de Pueblo Viejo. La vegetación transportada sugiere un clima cálido, estacionalmente seco (Smiley C.J., 1982 cita en Caribbean Geology into the third Millenium). Con el cese progresivo del volcanismo se intruyen numerosos stocks de tonalitas de la misma afinidad toleítica y los relieves emergidos terminaron arrasados en una plataforma, sobre la que se depositaron en ligera discordancia angular calizas arrecifales de la Formación de Hatillo (Bourdon L., 1985).

Hacia el final del Albiano, la plataforma de carbonatos de Hatillo que se había mantenido con una subsidencia estable, quedó enterrada hacia el final del Albiano bajo rocas volcanoclásticas de la Formación Las Guayabas. Este evento se relaciona con el desarrollo de un segundo arco volcánico de naturaleza calcoalcalina, relacionado con la subducción de la placa Norteamericana hacia el Sur, que aporta detritos a una cuenca de ante-arco superpuesta al arco inicial. La Formación Las Guayabas se depositó por corrientes de turbidez en un mar profundo, sobre un talud tectónicamente inestable.

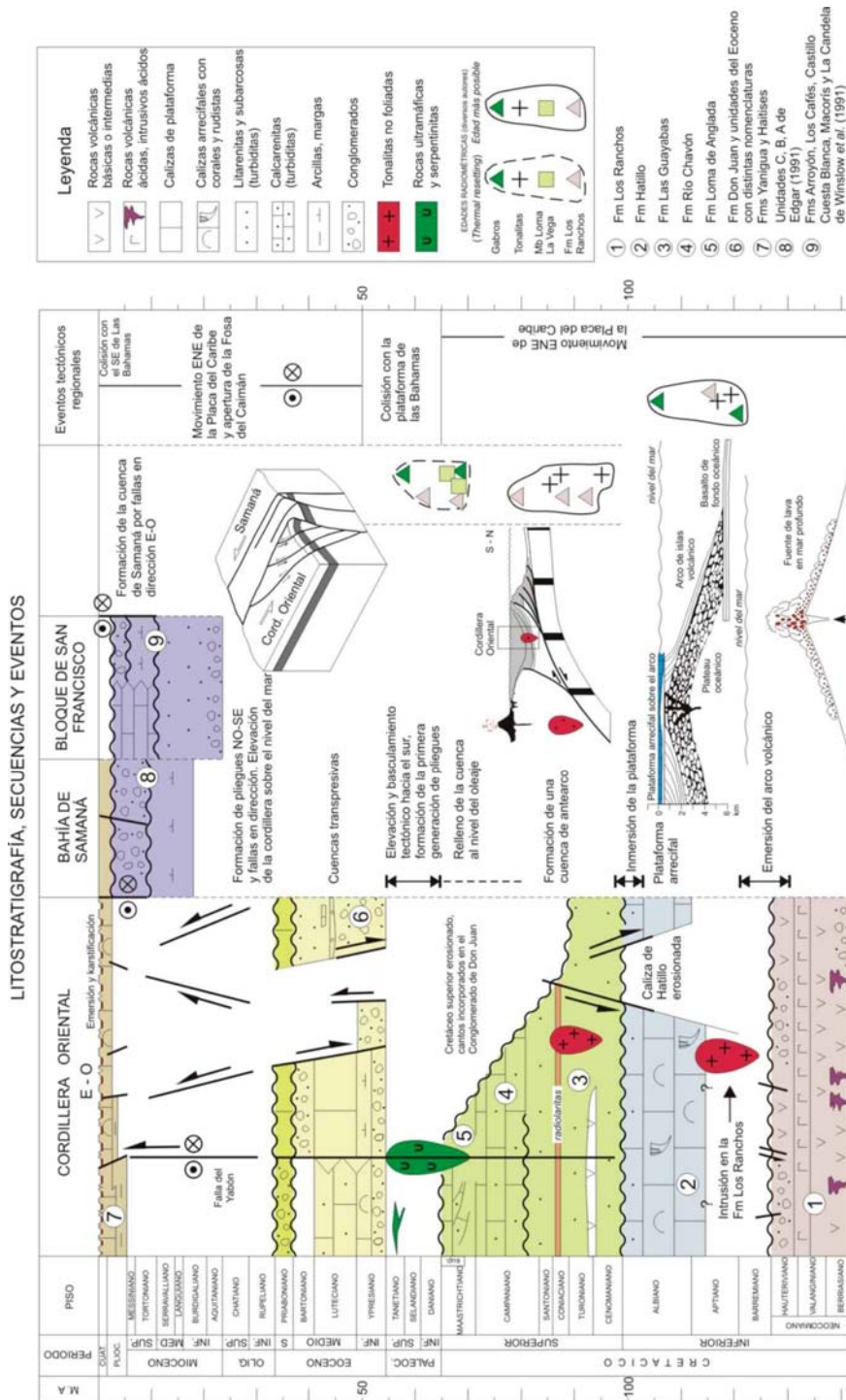


Figura 31 : Diagrama cronostratigráfico que muestra la litología, secuencias deposicionales y los eventos tectónicos registrados en los sedimentos de la Cordillera Oriental. Los datos de la Bahía de Samaná son de Edgar (1991) y los datos del Bloque de San Francisco de Winslow et al. (1991). Las edades radiométricas se han tomado de Bourdon (1985); Kesler et al., 1991; Bellon et al., 1985).

Una gruesa intercalación de rocas volcánicas básicas a intermedias en su tramo inferior (Mb Loma La Vega), indica la proximidad del magmatismo del arco. El aporte de detríticos quedó interrumpido en algún momento del Coniaciano Superior-Santoniano, sedimentándose un extenso nivel de radiolaritas. Este nivel marca un punto de inflexión en el tipo de los aportes, con disminución de los detríticos de área fuente volcánica y aumento de los detríticos de área fuente calcárea, que serán dominantes en el Campaniano-Maastrichtiano.

La tasa de subsidencia que mantenía en aguas profundas la zona interna sur de la cuenca de ante-arco fue compensada y sobrepasada por la agradación de sedimento en el Maastrichtiano, formándose un área marina somera con barras arenosas y zonas protegidas con parches de rudistas (Fm Loma de Anglada). De una forma extrínseca a la dinámica de la cuenca, la extinción del límite K/T causó el relevo de numerosas microfaunas y terminó con los rudistas, dejando a los corales y algas melobesias como los principales bioconstructores de las plataformas de carbonatos.

El segmento de cuenca de ante-arco contenido en la Cordillera Oriental fue elevado, plegado y basculado hacia el Sur en el Paleoceno, como parte del proceso diacrónico de colisión de las Antillas Mayores con el margen sur de la placa de Norteamérica en el Paleoceno-Eoceno (Pindell J.L. y Barret S.F., 1990 ; Dolan J.F. *et al.*, 1991). Paralelamente al bloqueo progresivo de la subducción cesó también la actividad ígnea. Las últimas intrusiones de tonalitas, dioritas y granodioritas de afinidad calcoalcalina datan del Eoceno

Tras la colisión y hasta la actualidad, la traslación de las placas cambió de oblicua a subparalela, a lo largo de la superficie inclinada al Sur que limita las placas y a lo largo de fallas transformantes como prueban los sismos actuales, con cambios de curvatura, que según su orientación respecto al vector de movimiento de la placa del Caribe, producen simultáneamente extensión en la cuenca trastensiva del Caimán (iniciada en el Eoceno Inferior según Rosencrantz E. *et al.*, 1988), transpresión en el Sur de Cuba y en La Española (referida ésta última como “colisión oblicua”), y subducción oceánica en las Pequeñas Antillas (Mann P. *et al.*, 2001). Como consecuencia, sobre el basamento cretácico arrasado de la Cordillera Oriental se formaron cuencas transpresivas separadas por fallas en dirección NO-SE. Los primeros depósitos son conglomerados aluviales (Fm Don Juan) provenientes de los relieves adyacentes a las depresiones. El tipo de sedimento y la batimetría varían de una cuenca a otra, pero en general la evolución es transgresiva a

medida que las cuencas se ampliaban y áreas más extensas subsidían. En el Eoceno Superior existen taludes con resedimentación de depósitos en masa y turbiditas de área fuente volcánica y metamórfica.

La reconstrucción paleogeográfica de las cuencas eocenas está oscurecida por la erosión posterior durante el Oligoceno-Mioceno. Posiblemente la continuidad del proceso de acortamiento por transpresión, o tal vez un cambio del estado de esfuerzos, elevaron el área sobre el nivel del mar, al tiempo que la Bahía de Samaná iniciaba la subsidencia controlada por fallas transcurrentes E-O. En el Mioceno la evolución de la zona de cizalla había alcanzado ya el estadio avanzado que hoy observamos, con pliegues NO-SE subparalelos a las fallas en dirección y fallas de Riedel que deforman los pliegues.

En estas condiciones ocurrió la transgresión de la plataforma arrecifal de Los Haitises a inicios del Plioceno, conectando el mar las actuales costa norte y la costa sur de la región oriental de La Española. Sólo los relieves tectónicos más elevados de la Cordillera sobresalían como islas. El crecimiento de los corales fue influenciado por las variaciones del nivel eustático y la tectónica transpresiva, que en última instancia forzó la regresión que elevó la plataforma como un karst subtropical a alturas superiores a 300 metros. Donde la disolución y erosión mecánica han desmantelado el arrecife, aparecieron extensas superficies de erosión sometidas a procesos de argilitización, como la existente al Sur de Miches, que en la actualidad está siendo incidida por la red fluvial.

7 GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1 HIDROGEOLOGÍA

7.1.1 Datos climáticos

En la región de Bayaguana, la pluviometría media anual es de 1876 mm/año, con precipitaciones máximas en el período de Mayo a Octubre (Figura 32). La temperatura media alcanza los 32°C de día, y los 21°C en la noche, con variaciones medias mensuales comprendidas entre los 25°C y 28°C.

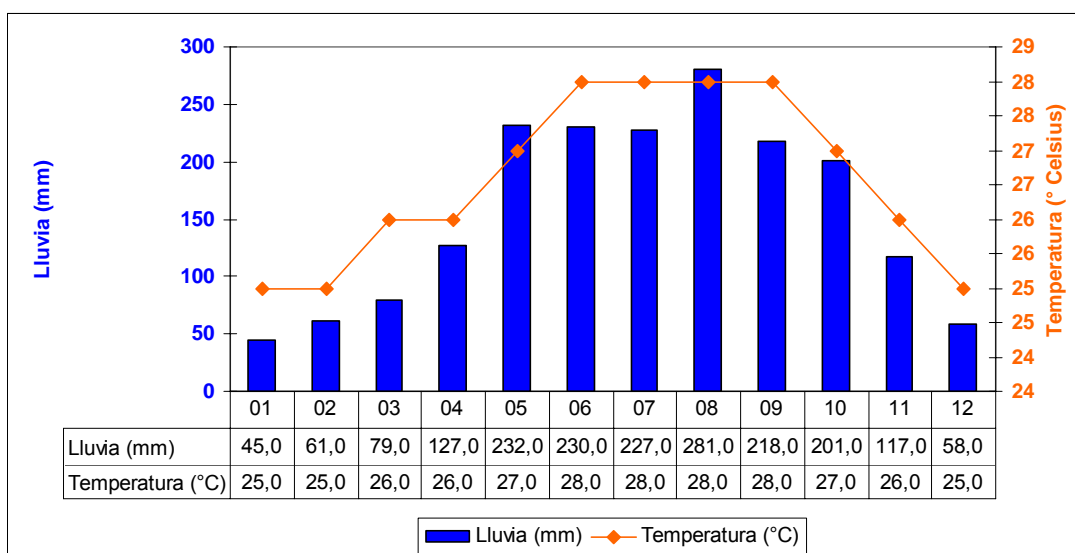


Figura 32 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en Bayaguana. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990. (de <http://www.theweathernetwork.com>).

7.1.2 Red hidrográfica

El territorio de la Hoja Bayaguana es drenado por un conjunto de ríos que nacen más al Norte, en la meseta kárstica de los Haitises : ríos Yavi, Sabana, Comate, Yuvina, afluentes del río Yabacao. Fluyen del Noreste hacia el Suroeste con un trazado meandriforme, en dirección al río Ozama.

No hay datos hidrológicos específicos disponibles acerca de estos ríos.

7.1.3 Principales puntos de abastecimiento

Durante la cartografía geológica, se llevó a cabo un inventario de los principales puntos de abastecimiento encontrados en el territorio de la Hoja Bayaguana. Las características principales de estos puntos de agua se reseñan en la Tabla 3. Su localización se precisa en la Figura 33.

Para cada punto se menciona :

- su denominación más corriente ;
- sus coordenadas, en latitud y longitud, también en UTM, siguiendo el sistema de la Hoja topográfica regular escala 1/50 000 ;
- su tipo, haciendo distinción de si se trata de una estación de bombeo, de sondeo, de una bomba manual (malacate), de un pozo o de un medio natural ;
- su profundidad cuando se trata de un sondeo, de una bomba manual o de un pozo.

La información concerniente a este último punto fue obtenida de la población local, que, muy frecuentemente, tiene en memoria las características de los puntos de abastecimiento que tiene la costumbre de utilizar cotidianamente. El suministro de agua potable de Bayaguana está asegurado por una toma de agua de superficie implantada en una fuente del río Comate, en la Sierra de Agua (Lat: 18.8680 – Long: 69.5795 – Hoja Antón Sánchez). Antes de redistribuirla a la población local, el agua fluye por gravedad hasta una estación de purificación de INAPA cuya capacidad es de 700 m³/h.

El suministro de agua de las otras localidades y de la mayoría de las fincas privadas, está asegurado por las perforaciones equipadas de bombas manuales, eólicas o eléctricas. Estas obras son generalmente poco profundas, 100 pies como media, y bombean directamente en el estrato freático superficial.

Localidad	N°	Coordenadas geograficas		Coordenadas UTM - NAD 27		Tipo	Profundidad (en pies)
		Latitud	Longitud	XXXX (m)	YYYY (m)		
Gambas del Caribe	1	18,75681	-69,66395	430 016	2 073 925	Estación de bombeo	
Batey El Cocinero	2	18,74748	-69,59087	437 716	2 072 866	Malacate	?
Loma Media Cara	3	18,77912	-69,58212	438 650	2 076 363	Malacate	45
Canuelo	4	18,78506	-69,69528	426 725	2 077 064	Malacate	97
Canuelo	5	18,79121	-69,69142	427 135	2 077 742	Malacate	140
El Dajao	6	18,80660	-69,68904	427 393	2 079 445	Malacate	42
El Dajao	7	18,81530	-69,68785	427 521	2 080 407	Malacate	120
Canuelo	8	18,79589	-69,69120	427 160	2 078 260	Malacate	100
Finca Ledesma	9	18,73533	-69,69275	426 971	2 071 561	Malacate	120
Cojobal	10	18,71678	-69,71347	424 779	2 069 517	Malacate	?
La Reforma	11	18,79045	-69,72184	423 929	2 077 671	Malacate	132
La Reforma	12	18,79455	-69,72058	424 064	2 078 125	Malacate	142
Badillo	13	18,83107	-69,75039	420 940	2 082 178	Malacate	37
Plaza Cacique	14	18,82100	-69,74495	421 507	2 081 061	Malacate	32
Plaza Cacique	15	18,82094	-69,74377	421 632	2 081 054	Malacate	38
Las Manueles	16	18,70620	-69,55773	441 195	2 068 287	Sondeo	?
Batey Miguelito	17	18,68445	-69,60637	436 059	2 065 898	Sondeo	?
Batey Laura	18	18,69692	-69,56420	440 509	2 067 262	Sondeo	200
Calbusia	19	18,68391	-69,62716	433 866	2 065 846	Sondeo	70
Ladino	20	18,69807	-69,63484	433 061	2 067 415	Sondeo	?
Hacienda Ana Rita	21	18,71389	-69,62655	433 942	2 069 162	Sondeo	?
Bayaguana	22	18,73214	-69,63042	433 540	2 071 183	Sondeo	?
Gambas del Caribe	23	18,75657	-69,66558	429 844	2 073 899	Sondeo	180
Hacienda Ramonita	24	18,74393	-69,61463	435 210	2 072 481	Sondeo	100
Finca Avestruz	25	18,74673	-69,69727	426 500	2 072 823	Sondeo	190
Cojobal	26	18,72160	-69,70035	426 164	2 070 044	Sondeo	?
Finca Hormiga	27	18,73011	-69,73891	422 103	2 071 002	Sondeo	?
Finca Santa Alicia	28	18,77774	-69,71747	424 384	2 076 263	Sondeo	70
Río Boya - El Doce	29	18,77621	-69,73014	423 048	2 076 100	Sondeo	80
Río Boya - El Doce	30	18,77637	-69,73570	422 462	2 076 119	Sondeo	100
Río Boya - El Doce	31	18,76805	-69,74844	421 115	2 075 205	Sondeo	120
Finca Carabela	32	18,70292	-69,67403	428 932	2 067 967	Sondeo	80
Carabela	33	18,69311	-69,64554	431 931	2 066 870	Sondeo	?
Finca Flamarion	34	18,67720	-69,66450	429 926	2 065 117	Sondeo	?
Carabela	35	18,67427	-69,67019	429 324	2 064 796	Sondeo	?
Aguas Buenas	36	18,75300	-69,72660	423 411	2 073 530	Pozo	20
Los Arroyos	37	18,75482	-69,74250	421 736	2 073 738	Pozo	18
Los Arroyos	38	18,75789	-69,74123	421 871	2 074 077	Pozo	11
Los Arroyos	39	18,76645	-69,73819	422 195	2 075 023	Pozo	28

Tabla 3 : Localización y tipo de los principales abastecimientos señalados en la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Figura 33.

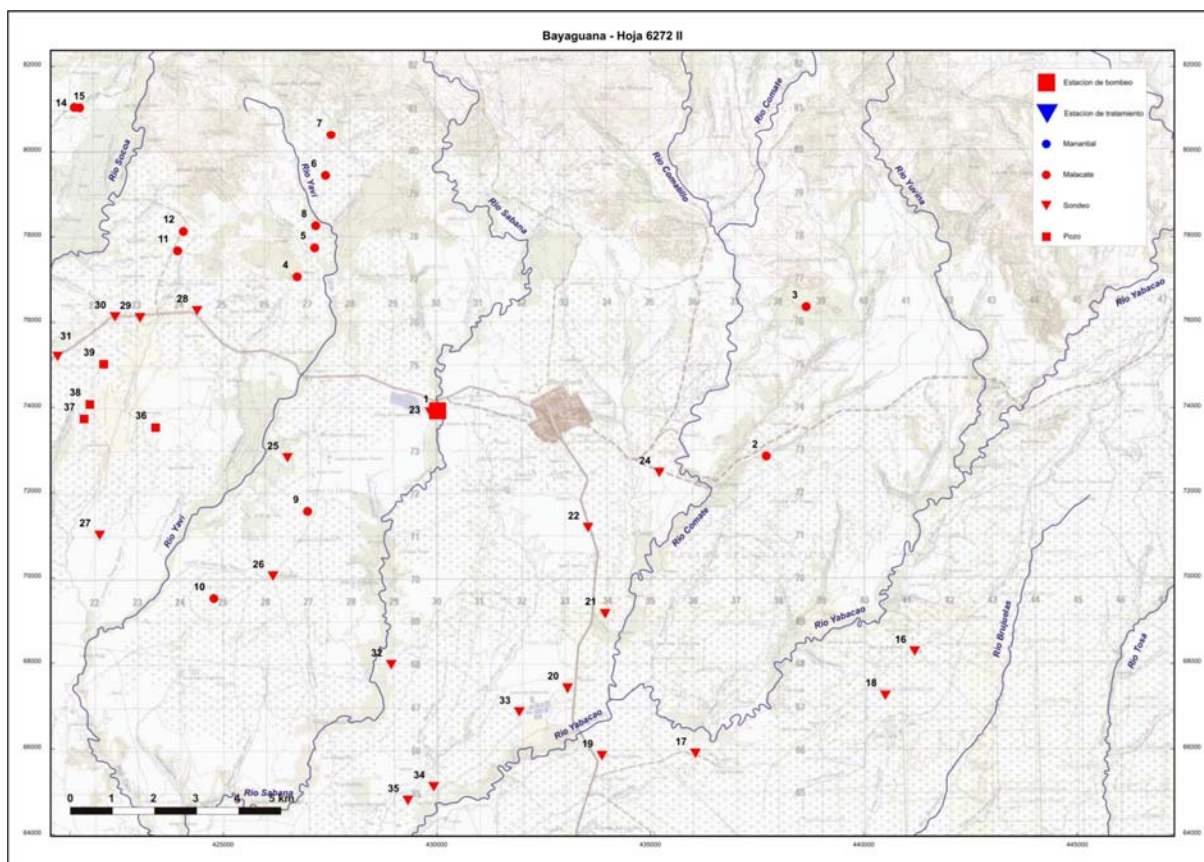


Figura 33 : Localización y tipo de los principales abastecimientos señalados en la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Tabla 3.

7.1.4 Naturaleza e interés de los principales acuíferos

El siguiente texto complementa el esquema hidrogeológico a escala de 1/200 000, presentado en la Hoja geológica de Bayaguana. Este esquema fue completado por el reporte de curvas isopiezas, provenientes del Estudio Hidrogeológico Nacional realizado por Aquater en el marco de un proyecto SYSMIN de Febrero 2000.

La Fm Los Ranchos está constituida por lavas, por facies brechoides y tobáceas bien cementadas y por epiclastitas finas. Estos terrenos, más bien impermeables, no son aptos para constituir la reserva de un acuífero. No presentan interés a menos que la fracturación tenga bastante importancia para conferir a la roca una cierta porosidad. En estas condiciones, y localmente, la Fm Los Ranchos, pueden constituir un acuífero discontinuo de tipo medio fisurado.

Al NE de la Hoja, las calizas de la Fm Hatillo están intensamente karstificadas, formando sin dudas, un importante acuífero que en la actualidad no está debidamente investigado.

La Fm Las Guayabas, del Cretácico Superior, comprende grauvacas y areniscas. Al igual que los terrenos de la Fm Los Ranchos, esta formación tiene interés hidrogeológico sólo si está fracturada. Es entonces cuando puede constituir un acuífero discontinuo de tipo medio fisurado.

La Fm Don Juan, del Eoceno, comprende conglomerados muy ricos en cantos rodados calizos. Debido a este particular contenido, la Fm Don Juan presenta una morfología kárstica muy característica, comparable a la de una formación carbonatada, y ofrece buenas posibilidades de almacenamiento.

Los recubrimientos cuaternarios ocupan una amplia superficie que se extiende en más de las dos terceras partes del territorio de la Hoja. Están compuestos por limos arcillosos en los cuales se sobre-impone una alteración arcillo-laterítica. Por naturaleza estas formaciones superficiales no tienen un real interés acuífero. Por el contrario, en numerosos sectores, enmascaran una cubierta arcillo-carbonatada plio-pleistoceno que puede revelarse como productiva.

7.2 RECURSOS MINERALES

7.2.1 Yacimientos e indicios metálicos

Los indicios metálicos observados en el territorio de la Hoja Bayaguana están asociados a las protusiones riodacíticas y a las piroclastitas del Mb intermedio ácido de la Fm Los Ranchos (Tabla 4). Se trata de diseminaciones piritosas muy oxidadas asociadas a las zonas silicificadas de aspecto escoriáceo. Parecen ser mineralizaciones de tipo epitermal, de cobre y metales preciosos, contemporáneos o, ligeramente posteriores a la deposición de las volcanitas ácidas.

La mayoría ha sido objeto de trabajos de exploración, utilizando métodos indirectos y sondeos, y llegando la evaluación de los recursos :

- Falconbridge, asociada en "joint-venture" con KWG Resources of Canada, estimaba unos recursos de 4,7 Mt @ 2,29 g/t Au, 4,88 g/t Ag y 0,91% Cu en el índice de Cerro Kiosko (Mining Journal, July 3, 1998) ;
- Corporación Minera Dominicana, filial de Globestar Mining Corporation, (previamente TGW Corporation Inc.), evalúa en 45,5 Mt @ 0,45% Cu el potencial del yacimiento de Doña Amanda, situado en las estribaciones de la Loma de Managua ;
- Esta misma compañía reporta resultados alentadores en el índice de Doña Loretta, con un sondeo que ha cortado 24 m de mineral con 2,03% Cu y 0,3 g/t Au.

Localidad	Coordenadas geograficas		Coordenadas UTM - NAD 27		Sustancia	Edad - Formacion	Litologia
	Latitud	Longitud	XXXX (m)	YYYY (m)			
Cerro Kiosko	18,82283	-69,66029	430 429	2 081 240	Pyr, Cu, Au	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Piroclasticas acidas
Loma de Managua Dona Amanda	18,82134	-69,62246	434 414	2 081 050	Pyr, Au	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Dacitas y piroclasticas acidas
La Mata del Jibaro Dona Loretta	18,81224	-69,57353	439 567	2 080 026	Pyr, Cu, Au	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Dacitas y piroclasticas acidas
Trinidad Guaymarote Arriba	18,80902	-69,51737	445 484	2 079 651	Pyr, Cu, Au	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Volcano-clasticas acidas
Los Mameyes Guaymarote	18,80140	-69,51086	446 157	2 078 806	Pyr, Cu, Au	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Volcano-clasticas acidas

Tabla 4 : Características de los indicios vistos en la Hoja de Bayaguana.

Las investigaciones continuaron hacia el Noreste, en la Loma de Guaymarote donde aflora una unidad particular de epiclastitas silicificadas que recuerda, en algunos aspectos, las vulcanoclastitas finas del Mb de Pueblo Viejo.

En Guaymarote, esta particular unidad está adosada a un domo volcánico ácido de gran dimensión. Se identificaron en el terreno varias zonas silicificadas y algunos gossans. Tras unas campañas sistemáticas de geoquímica-suelo y de geofísica, se realizaron varias zanjas de reconocimiento. Se abrieron más de 600 m de zanjas, repartidos en 10 obras sistemáticamente muestreadas por la Corporación Minera Dominicana en el verano 2003 (<http://www.globestarmining.com>).

De forma más general, se puede afirmar que el conjunto de la Fm Los Ranchos es un terreno de exploración privilegiado, con un atractivo particular para los niveles de volcanitas ácidas. En la Hoja Hatillo, en el seno de esta formación, está el distrito minero de Pueblo

Viejo que es un yacimiento epitermal de alta sulfuración de Au-Ag, clasificado como uno de los más importantes del mundo, con un peso metal superior a las 800 t para el oro y las 4000 t para la plata.

7.2.2 Otras sustancias

El proyecto C de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, desarrollado entre los años 1997-2000, realizó un estudio sobre la minería artesanal. El informe (Espy J.A., 2000), aporta nuevos datos sobre la actividad extractiva del ámbar en la zona de Bayaguana. En un artículo reciente, Iturralde Vinent M. A. (2001) informó de la existencia de explotaciones artesanales de ámbar en la región de Sierra del Agua, situada en los confines de las Hojas Bayaguana y Antón Sánchez. Se trata de ámbar asociado a los horizontes arcillosos, ricos en lignito de la base de la Fm Yanigua. Sin embargo, las explotaciones más célebres y más productivas, están situadas cerca del estratotipo de la Fm Yanigua, al Oeste de El Valle (Hoja El Valle).

7.2.3 Canteras de materiales

La Figura 34 y la Tabla 5 agrupan los datos relativos a las diferentes canteras, activas, intermitentes o abandonadas, puestos de manifiesto durante los trabajos de campo.

Para caracterizar la importancia, se definieron tres clases, de forma más o menos subjetiva :

- « 0 », importancia nula ;
- « 1 », cantera de mediana importancia, donde la explotación es intermitente ;
- « 2 », cantera más importante, donde la explotación requiere de maquinaria pesada de obra y, algunas veces, de explosivos.

En su gran mayoría las canteras tiene por objetivo la explotación de materiales rocosos para el relleno y el mantenimiento de las carreteras. Las más importantes se localizan cerca de Comatillo, y corresponden a los conglomerados poligénicos de cantos rodados calizos de la Fm Don Juan. Se trata de un material “ripable” con bulldozer debido a una proporción no despreciable de arcilla que, por su cantidad, puede perjudicar la calidad del material. El

interés económico de las canteras de la región de Bayaguana está muy condicionado por la proporción de arcilla en el seno de los niveles conglomeráticos de la Fm Don Juan.

Localidad	N°	Coordenadas geograficas		Coordenadas UTM - NAD 27		Sustancia	Estatuto	Imp.	Edad - Formacion	Litologia
		Latitud	Longitud	XXXX (m)	YYYY (m)					
Comatillo	1	18,79048	-69,60536	436 205	2 077 629	Aridos de machaqueos	Intermitente	2	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados a cantos de calizas
Comatillo	2	18,78920	-69,60855	435 868	2 077 488	Aridos de machaqueos	Intermitente	2	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados a cantos de calizas
El Bebedero	3	18,82806	-69,56401	440 575	2 081 772	Feldespato	Activa	2	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Riodacitas y volcano-clasticas acidas
Anton Sanchez	4	18,83262	-69,73019	423 068	2 082 340	Aridos de machaqueos	Intermitente	2	Cret. Sup. - Fm. Las Guayabas	Areniscas gruesas
Santa Cruz	5	18,78770	-69,61023	435 691	2 077 323	Aridos de machaqueos	Intermitente	1	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados, areniscas y lutitas
Polonia	6	18,79633	-69,62896	433 720	2 078 284	Aridos de machaqueos	Intermitente	1	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados, areniscas y lutitas
La Lambedera	7	18,81589	-69,65626	430 851	2 080 459	Aridos de machaqueos	Intermitente	1	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Riodacitas
La Cabuya	8	18,78868	-69,60423	436 324	2 077 429	Aridos de machaqueos	Inactiva	1	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados a cantos de calizas
Canuelo	9	18,78664	-69,70399	425 809	2 077 242	Aridos de machaqueos	Inactiva	1	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados, areniscas y lutitas
Canuelo	10	18,78685	-69,70435	425 771	2 077 265	Aridos de machaqueos	Inactiva	1	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados, areniscas y lutitas
Batey Santa Alicia	11	18,78378	-69,70435	425 769	2 076 926	Aridos de machaqueos	Inactiva	1	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados y lutitas
Trinidad	12	18,83250	-69,50832	446 444	2 082 246	Aridos de machaqueos	Inactiva	0	Plio-Pleistoceno - Fm. Yanigua	Calizas margosas
La Mata del Jbaro	13	18,80655	-69,57068	439 865	2 079 395	Aridos de machaqueos	Intermitente	0	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos	Pyroclasticas acidas
Los Corbanos	14	18,80814	-69,67835	428 520	2 079 610	Aridos de machaqueos	Inactiva	0	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados y lutitas
La Ceja	15	18,79791	-69,66679	429 734	2 078 474	Aridos de machaqueos	Inactiva	0	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados y lutitas
Loma Saltadero	16	18,80141	-69,71389	424 793	2 078 880	Aridos de machaqueos	Intermitente	0	Eoceno - Fm. Don Juan	Conglomerados, areniscas
Loma Saltadero	17	18,80598	-69,70345	425 874	2 079 382	Aridos de machaqueos	Intermitente	0	Eoceno - Fm. Don Juan	Areniscas y lutitas
Batey Santa Alicia	18	18,78313	-69,70512	425 688	2 076 854	Aridos de machaqueos	Inactiva	0	Cret. Sup. - Fm. Las Guayabas	Lutitas
Los Mameyes	19	18,79912	-69,50820	446 446	2 078 553	Aridos de machaqueos	Inactiva	0	Cret. Inf. - Fm. Los Ranchos (?)	Grauvacas y lutitas

Tabla 5 : Características de las canteras de la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Figura 34.

Al Norte de Yuvina, la Sociedad Espumas Industriales C. por A. ha retomado la explotación de la cantera de “El Bebedero” o de “Hoyo La Palma”, para valorar los feldespatos sódicos como materia prima para la cerámica. Las reservas explotables se estiman en 175 Mt que contienen 30% de feldespato sódico (albita). Los análisis químicos del producto “todo uno” son los siguientes (Marchi I., 2002) :

Oxidos	%	Oxidos	%
SiO2	74.90	TiO2	0.19
Al2O3	12.20	CaO	0.87
Fe2O3	0.15	MgO	1.48
Na2O	4.53	P.F.	2.39
K2O	0.25	CO2	1.01

Tabla 6 : Características químicas del “todo uno” de la cantera de “El Bebedero”.

Aparentemente no presenta todos los valores requeridos pues la explotación se ha interrumpido de momento.

Por otra parte, se contempla por otros productores la explotación de las calizas de la Fm Hatillo, en la Loma de Media Cara.

En la misma región, recordemos el interés que, como piedra ornamental, puede representar el “pórfido andesítico de clinopiroxeno” del Pan de Azúcar.

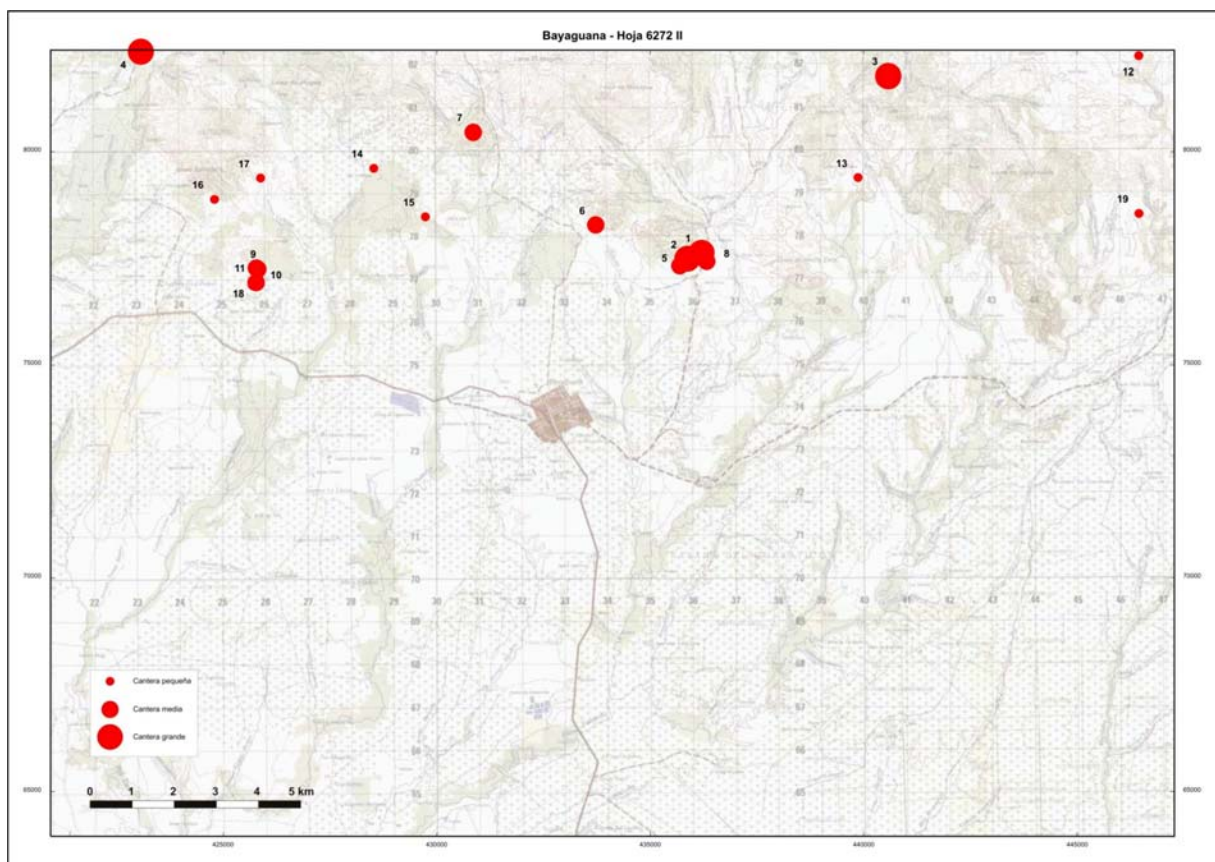


Figura 34 : Localización y importancia de los principales canteras de la Hoja de Bayaguana. Los números permiten su correlación con la Tabla 5.

8 LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

8.1 L.I.G. N° 1 : VOLCANISMO ÁCIDO (COLADA DE RIODACITA) DE LA FM LOS RANCHOS

8.1.1 Croquis de situación

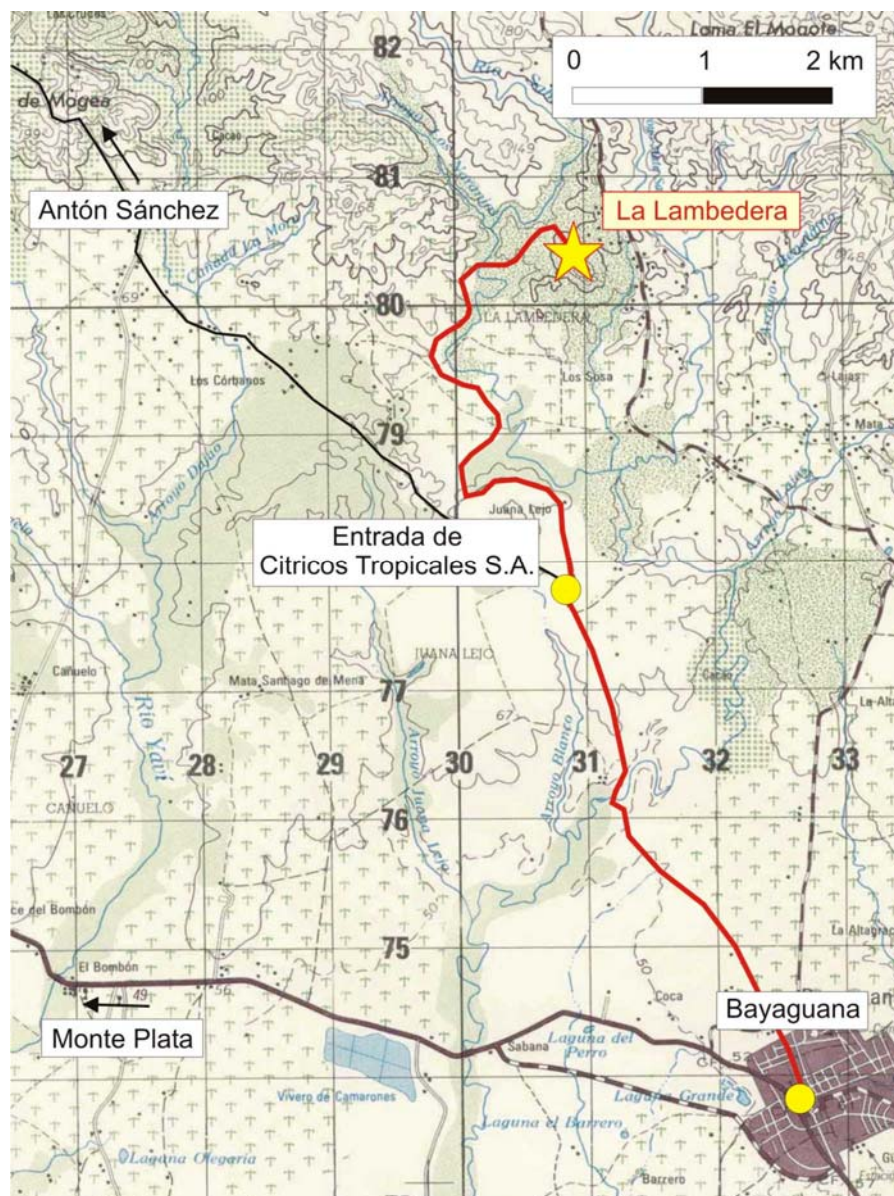


Figura 35 : Croquis de situación del LIG 1 : cantera de La Lambera.

8.1.2 Contenido- Motivación

La Hoja Bayaguana ofrece numerosos afloramientos de facies volcánicas y volcano-sedimentarias ácidas del miembro intermedio de la Fm Los Ranchos (Cretácico Inferior). La cantera de La Lambedera es una buena ilustración de una colada de riocita con disyunción prismática. La facies, con coladas y productos volcanoclásticos finos, es característica del nivel guía perfectamente bien estratificado, de extensión regional, reconocido en las Hojas Sabana Grande de Boyá, Antón Sánchez y Hato Mayor.

8.1.3 Acceso

La cantera de La Lambedera está situada en la propiedad privada de “Cítricos Tropicales S.A.”. Desde el centro de Bayaguana, tomar la carretera hacia el N-NO, en dirección de Antón Sánchez. A la salida de Bayaguana, esta carretera tiene a su izquierda el centro deportivo municipal, luego atraviesa el río Sabana por un puente de reciente construcción. La entrada de “Citricos Tropicales S.A.” está indicada por vallas publicitarias a la derecha, aproximadamente a 5 km de Bayaguana. El camino conduce a las oficinas administrativas de la sociedad, en el lugar llamado “Juana Lejo”, donde es necesario solicitar autorización. La visita se realizará con compañía, pues dados los numerosos caminos que serpentean los sembrados de cítricos, es un verdadero laberinto del cual es difícil salir !

8.1.4 Observaciones y comentarios

El afloramiento corresponde a una dacita gris beige, con bellas figuras de disyunción prismática. También se observa una estructura fluidal, subrayada por alternancias de colores, en tintes beige – rosáceos, que delimitan bandas de espesor milimétrico a decimétrico. Esta estratificación es perfectamente perpendicular a la disyunción prismática. En lámina delgada, se trata de una lava homogénea, con textura porfídica, fenocristales de cuarzo globular y de feldespatos, en una mesostasia de igual naturaleza que presenta un inicio de alteración sericitica.

8.1.5 Reseña bibliográfica

Nada

8.1.6 Foto



Foto 1 : Afl. JM-9365, LIG 1. Colada de riodacita de la cantera de La Lambera.

8.2 L.I.G. N° 2 : CONGLOMERADO POLIGÉNICO DE LA FM DON JUAN (EOCENO)

8.2.1 Croquis de situación

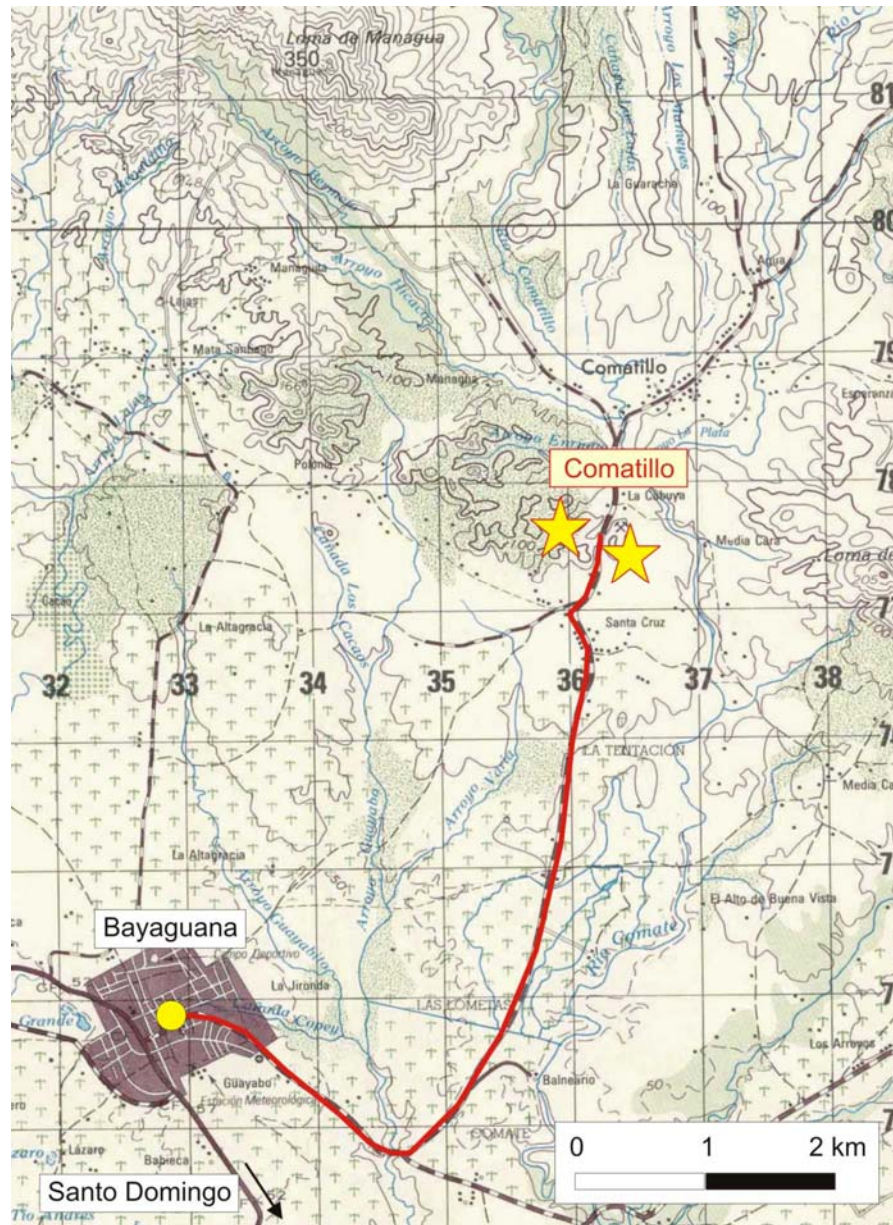


Figura 36 : Croquis de situación del LIG 2 : canteras de Comatillo.

8.2.2 Contenido - Motivación

La mayor parte de los materiales utilizados para la construcción y el relleno de los caminos de la región de Bayaguana provienen de las numerosas canteras abiertas en los conglomerados eocenos de la Fm Don Juan, alrededor del pueblo de Comatillo. Las canteras de La Cabuya ofrecen cortes parciales, pero muy representativos, de la formación. Cerca de Bayaguana, la Fm Don Juan tiene la particularidad de ser rica en cantos de “caliza” de la Fm Hatillo (Aptiano-Albiano), e igualmente, de calizas de plataforma pararecifal del Cretácico Superior.

8.2.3 Acceso

Salir de Bayaguana, hacia el Este en dirección de Yuvina – El Puerto por la vieja carretera de Hato Mayor. A 2,5 km del centro de Bayaguana, tomar una carretera a la derecha en dirección del “Campamento de Comatillo”. El camino está en mal, pues es muy transitada los fines de semana por las personas de la ciudad que vienen a descansar en el pequeño pueblo turístico de Comatillo. Las canteras son visibles desde los dos lados del camino, a menos de 6 km del cruce precedente. Son privadas, pero el acceso no presenta problema alguno, sino la simple solicitud a los residentes locales. Las canteras situadas en el lado izquierdo del camino (Oeste) son los más importantes y dan acceso a varios frentes de corte.

8.2.4 Observaciones y comentarios

La facies tipo corresponde a un conglomerado heterométrico, casi monogénico, de matriz arcillo-arenisca roja-violácea o grisácea, poco endurecida. Aflora en bancos masivos, poco o nada estratificados, potentes, desde varios decímetros hasta algunos metros. En el seno de estos bancos, no se observa, generalmente, selección granulométrica. El tamaño de los cantos es muy variable, algunos pueden alcanzar varias decenas de centímetros y siempre están bien redondeados.

Entre los cantos se reconocen, por orden de abundancia :

- cantos de micrita caliza, gris, localmente fosilífera. Constituyen más del 80% de los elementos. La facies recuerda las calizas para-arrecifales de la Fm Hatillo, pero

ciertos cantos provendrían igualmente de micrita del Cretácico Superior, datado por su contenido en fósiles de rudistas (Iturralde Vincent M. A., *com. oral*) ;

- cantos de areniscas silicificadas gris-verdusco y de chert laminado, sin duda provenientes de las series del Cretácico Superior ;
- cantos de origen volcánico (lava microlítica y porfídica).

La matriz, que engloba a los elementos soportados, es de color rojo-violáceo o grisáceo. Está poco endurecida y los elementos se descalzan fácilmente. Corresponde a una literanita feldespática muy heterogénea de cemento arcilloso, rico en fragmentos y restos de cuarzo, de feldespato y laminillas de micas. La proporción de arcilla varía muy rápido, de uno a otro punto de observación, en el mismo banco.

Estos conglomerados son discordantes con el sustrato cretácico. La discordancia angular es muy importante pero, a pesar de todo, no visible en el afloramiento. Las medidas de estratificación indican que los conglomerados están a contra-buzamiento, inclinados hacia el N-NE, sobre los terrenos más antiguos con pendiente hacia el S.

Los conglomerados de Comatillo constituyen un producto privilegiado para la construcción y el mantenimiento de los caminos de la región. Es un material de fácil extracción, debido a una proporción de arcilla no despreciable. Sin embargo, una abundante proporción de arcilla puede perjudicar la calidad del material. El interés económico de las canteras está condicionado a la proporción de arcilla en el seno de los niveles conglomeráticos.

8.2.5 Reseña bibliográfica

BOURDON L. (1985) - La Cordillère Orientale dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles) : un arc insulaire créacé polystructuré. Thèse 3ème cycle de l'Université P. et M. Curie, Paris, 203 p., 2 pl. h. t.

BROUWER S.B., BROUWER P.A. (1980) - Geologia de la region ambarifera oriental de la Republica Dominicana. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, Republica Dominicana. Memorias, vol 1, p. 303-322.

8.2.6 Fotos



Foto 2 : Afl. JM-9311, LIG 2. Conglomerado de cantos heterométricos esencialmente "calizo", mal cementado por una matriz arcillo-arenosa.



Foto 3 : Afl. JM-9310, LIG 2. Detalle de los elementos esencialmente carbonatados del conglomerado.



Foto 4 : Afl. JM-9392, LIG 2. Facies con predominancia arcillosa de la Fm Don Juan, en una cantera de Comatillo.

8.3 L.I.G. N° 3 Y 4 : MINERALIZACIONES ASOCIADAS A VOLCANITAS ÁCIDAS DE LA FM LOS RANCHOS : FELDESPATOS SÓDICOS, METALES PRECIOSOS Y COBRE

8.3.1 Croquis de situación

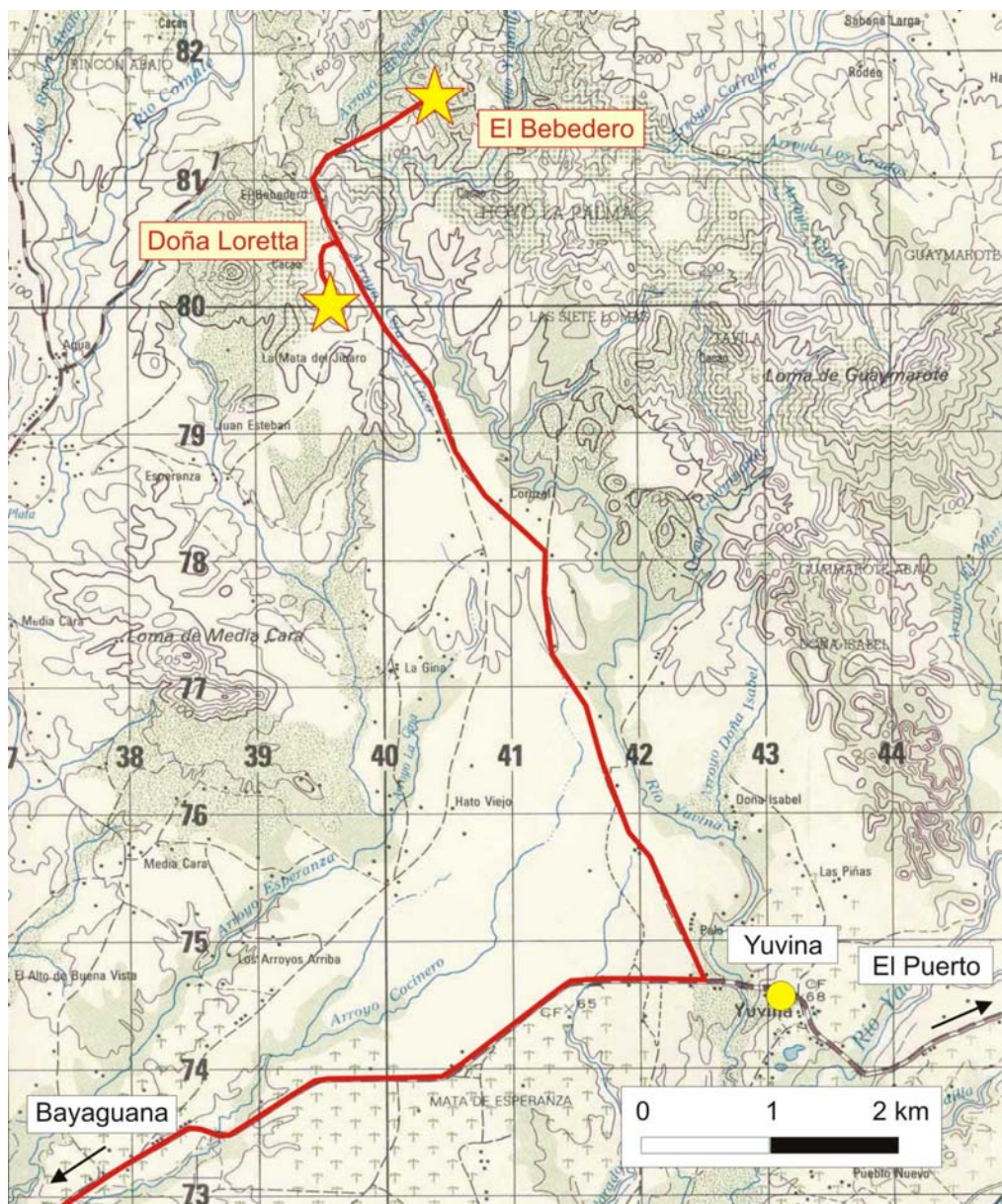


Figura 37 : Croquis de situación de los LIG 3 y 4 : cantera de El Bebedero y permiso de Doña Loretta.

8.3.2 Contenido - Motivación

El ángulo NE de la Hoja Bayaguana ofrece varios tipos de mineralizaciones asociadas a las volcanitas ácidas de la Fm Los Ranchos : domo de dacita rica en feldespatos sódicos, explotado como material prima para la industria cerámica (cantera de El Bebedero, Espumas Industriales C. por A.) y zona silicificada de origen epitermal explorada por su contenido en cobre y metales preciosos (indicio de Doña Loretta, TGW Corporation Inc.)

8.3.3 Acceso

Salir de Bayaguana hacia el Este en dirección de El Puerto por la antigua carretera de Hato Mayor. La entrada de la concesión está situada a menos de 1 km del pueblo de Yuvina, en la izquierda. La visita puede efectuarse con la autorización de quien explota la cantera de feldespatos de El Bebedero (actualmente, Espumas Industriales, C. por A.– Santo Domingo). Desde la entrada recorrer alrededor de 8 km de camino para acceder a la explotación. Aprovechar esta visita para examinar los indicios mineralizados del permiso de Doña Loretta, de la Corporación Minera Dominicana, filial de TGW Corporation Inc. Se trata de un permiso de investigación minera accesible por un camino situado al pie de la antena telefónica, a menos de 2 km de la cantera de El Bebedero.

8.3.4 Observaciones y comentarios

Situados a poca distancia uno del otro, estos dos indicios justifican una visita para comprender mejor la petrografía y las potencialidades mineras de las facies volcánicas ácidas de la Fm Los Ranchos.

La cantera de “El Bebedero” o de “Hoyo La Palma”, corresponde a una intrusión dacítica. Es una lava masiva y homogénea de color muy blanco, textura porfírica, con cristales sub a automorfos de cuarzo, a menudo globulares, a veces de sección cuadrada, de varios milímetros de diámetro. La mesostasia es blanca y predomina la albita. La sociedad Espumas Industriales C. por A. ha continuado su explotación para valorar los feldespatos sódicos como materia prima para cerámica. Las reservas explotables están evaluadas en 175 Mt y contienen 30% de feldespatos sódicos (albita). Los análisis químicos del producto son los siguientes: (Marchi I., 2002) :

Oxidos	%	Oxidos	%
SiO2	74.90	TiO2	0.19
Al2O3	12.20	CaO	0.87
Fe2O3	0.15	MgO	1.48
Na2O	4.53	P.F.	2.39
K2O	0.25	CO2	1.01

Los indicios de Doña Loretta se alinean en una estructura silicificada N155°E de, al menos, 750 m largo. En superficie, se manifiesta por rocas con aspecto escoriáceo, invadidas por una redcilla de venas y venillas de cuarzo en peine. A todo lo largo de la estructura, se observan bloques de hidróxido de hierro y de sílice. Ha sido reconocida por 7 sondeos, efectuados, en 1991 y 1999, por la Corporación Minera Dominicana, filial de TGW Corporation Inc.. La mejor intersección habría cortado 24 m @ 2,0% Cu et 0,3 g/t Au.

Una muestra de "gossan silíceo" tomado en superficie, dio 1 g/t Au y una firma geoquímica característica de Cu, As, Sb, Mo y Hg.

8.3.5 Reseña bibliográfica

BROUWER S.B., BROUWER P.A. (1980) - Geologia de la region ambarifera oriental de la Republica Dominicana. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, Republica Dominicana. Memorias, vol 1, p. 303-322.

MARCHI I. (2002) - Evaluacion tecnico-comercial del yacimiento de feldespato de la concession de explotacion minera del "Bebedero". Informe Espumas Industriales, 7 p.

Mining Journal, July 3, 1998.

www.globestarmining.com

8.3.6 Fotos



Foto 5 : Afl. JM-9394, LIG 3. Cantera de El Bebedero, vista sobre la facies de dacita albitizada.



Foto 6 : Afl. JM-9394, LIG 3. Cantera de El Bebedero, otra vista sobre la facies de dacita albitizada. En superficie, la alteración meteórica altera el material que se vuelve “ripable” con bulldozer.



Foto 7 : Afl. JM-9298, LIG 4. Facies brechoide y silicificada, al pie de la antena telefónica de Doña Loretta.

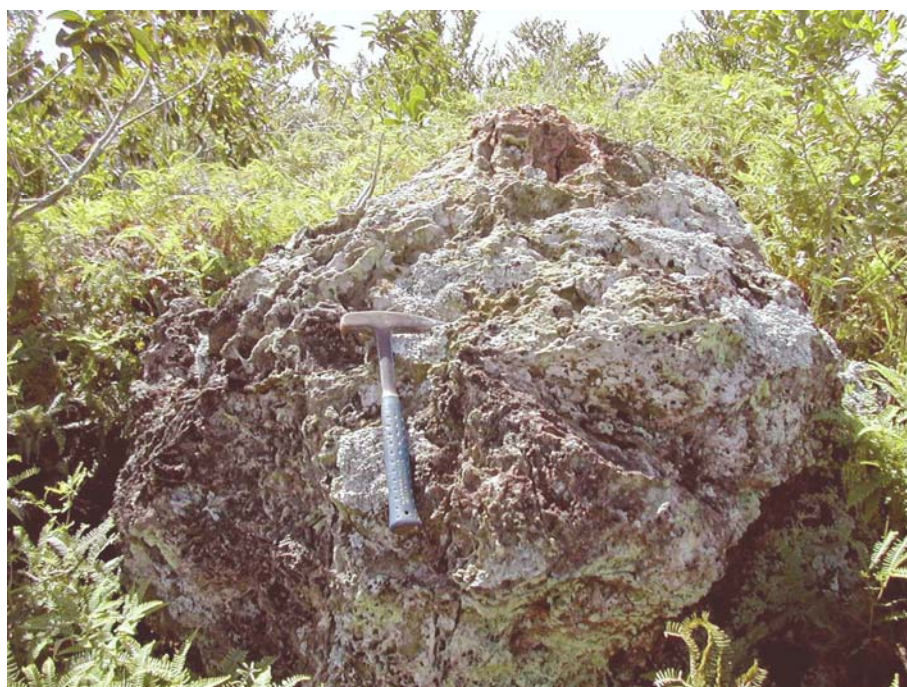


Foto 8 : Afl. JM-9299, LIG 4. Bloques de facies brechoide, silicificada y ferruginosa que materializa la estructura mineralizada de Doña Loretta. El análisis de una muestra tomada en este bloque ha dado 1 g/t Au y una firma geoquímica de Cu, As, Sb, Mo y Hg.

8.4 L.I.G. N° 5 : EPICLASTITAS CON MATERIAL CARBONOSO DE LA FM LOS RANCHOS (CRETÁCICO INFERIOR)

8.4.1 Croquis de situación



Figura 38 : Croquis de situación del LIG 5 : afloramientos de Guaymarote Arriba.

8.4.2 Contenido - Motivación

La Loma de Guaymarote presenta una facies particular de epiclastitas cuarzo-feldespáticas, localmente ricas en material carbonoso. Esta facies recubre las volcanitas ácidas que

conforman el núcleo de la loma. Con frecuencia está silicificada y piritizada y, en la actualidad, es objeto de trabajos de exploración para la búsqueda de metales preciosos. La atribución estratigráfica de esta facies queda indeterminada : equivalente del Mb de Pueblo Viejo del techo de la Fm Los Ranchos (Cretácico Inferior) o base de la Fm Las Guayabas del Cretácico Superior.

8.4.3 Acceso

De Bayaguana, ir hasta el centro del pueblo de Yuvina por la antigua carretera de Hato Mayor. Tomar un camino a la izquierda en dirección de Doña Isabel. Inmediatamente después, doblar a la derecha hacia Los Mameyes. Seguir este camino, localmente malo, pero transitable en vehículo 4x4. Aproximadamente a 5 km, se llega a una zona notablemente plana. Continuar hacia el N-NE, siguiendo la huella del viejo camino. Se llega a una finca abandonada, en ruinas, y se dobla hacia el Norte para escalar las estribaciones de la Loma de Guaymarote en dirección de Trinidad. Desde la carretera se observan varios afloramientos naturales, así como trincheras, recientemente abiertas, por la Corporación Minera Dominicana.

8.4.4 Observaciones y comentarios

La estratificación de este conjunto es irregular, tiene un tinte rosa o gris-beige, con areniscas cuarzo-feldespáticas gruesas, areniscas finas y silto-pelitas localmente ricas en restos vegetales. En su base, esta unidad descansa sobre las volcanitas ácidas mediante algunos horizontes métricos de microconglomerados. Hacia el techo las facies evolucionan y se parecen un poco a las de la base del Cretácico Superior.

Las areniscas están compuestas por fragmentos líticos angulosos de cuarzo y feldespato, incompletamente cementados por una matriz silíceo. Estos componentes son de origen volcánico y provienen del desmantelamiento de las volcanitas ácidas de la unidad subyacente. No parecen haber sido objeto de transporte ni de una maduración importante. Presentan granoclasificación y cada banco corresponde a una secuencia deposicional de 5-10 cm de espesor.

Los niveles silto-pelíticos están intensamente deformados por microestructuras de corrimientos (slumping), señalando así la inestabilidad del medio en el cual se depositaron.

Localmente, son ricas en restos de vegetales transformados en productos carbonosos. De esta observación, se puede establecer una equivalencia con las epiclastitas finas del Mb de Pueblo Viejo, definido en este yacimiento al techo de la Fm Los Ranchos.

La atribución estratigráfica de esta entidad litológica no está totalmente definida :

- desde un punto de vista puramente geométrico, la unidad yace bajo las calizas de la Fm Hatillo de la Loma Doña Isabel, lo que justificaría su atribución al techo de la Fm Los Ranchos, al Cretácico Inferior ;
- no obstante, una muestra de silto-pelita, tomada en la parte superior de la unidad, revela la presencia de numerosos especímenes de foraminíferos de pequeño tamaño, con frecuencia silicificados y recristalizados, donde las Globotruncanidae, militan en favor de una atribución al Cretácico Superior.

Las tentativas de determinar los restos vegetales no permitieron aclarar la duda en cuanto a la edad de este conjunto (JM-9035).

El otro interés de esta facies reside en sus potencialidades metalogénicas. Está silicificada y localmente piritizada, y actualmente, la zona es objeto de prospección para la búsqueda de metales preciosos. Tras nuestra última visita, en octubre 2003, se han abierto varias trincheras por parte de la Corporación Minera Dominicana sobre de anomalías geoquímicas de oro.

8.4.5 Reseña bibliográfica

www.globestarmining.com

8.4.6 Fotos

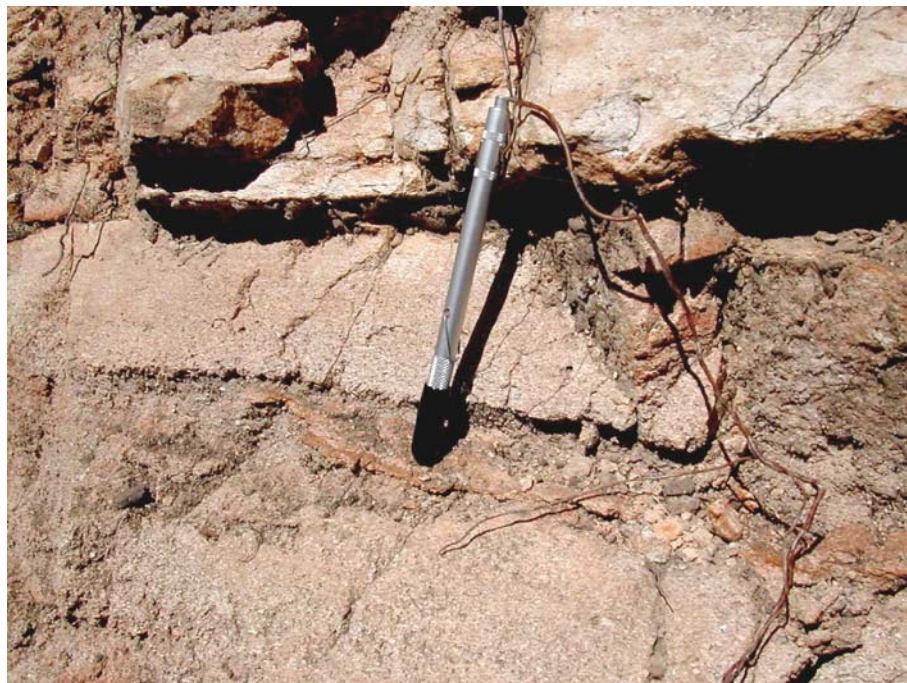


Foto 9 : Afl. JM-9033, LIG 5. Banco granoclasificado de epiclastita gruesa con fragmentos angulosos de feldespato y de cuarzo.



Foto 10 : Afl. JM-9035, LIG 5. Pelita greso-feldespatica rica en material carbonoso.



Foto 11 : Afl. JM-9277, LIG 5. Otro aspecto de las pelitas greso-feldespaticas ricas en material carbonoso. Aquí son deformadas por los *slumps* de talla decimétrica a métrica.

9 BIBLIOGRAFÍA

ACUATER (2000) : Mapa hidrogeológico Planicie Costera Oriental, mapa N° 9/1/3 Escala 1:50 000, Febrero 2000. República Dominicana-UE. Programa de Desarrollo Geológico-Minero (SYSMIN) Convención Lomé IV.

ARDEVOL LI. (2004) : Informe sedimentológico del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste). Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

BARONI-URBANI C., SAUNDERS J.B. (1980) : The fauna of the Dominican Republic amber : the present status of knowledge. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, vol 1, p. 213-223.

BARRETT T.J., MacLEAN W.H. (1999) : Volcanic sequences, lithogrochemistry, and hydrothermal alteration in some bimodal volcanic-associated massive sulfide systems. In Volcanic-associated massive sulfide deposits: processes and examples in modern and ancient settings. Edited by C.T. Barrie and M.D. Hannington. Reviews in Economic Geology, N° 8, p.101-131.

BELLON H., VILLA J.M., MERCIER de LEPINAY B. (1985) : Chronologie ^{40}K - ^{39}Ar et affinités géoquímiques des manifestations magnétiques au Crétacé et au Paléogène dans l'isle d'Hispaniola. En, Geodynamique des Caribes, Editions Technip, p.12-24.

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.

BOISSEAU M. (1987) : Le flanc nord-est de la Cordillère Centrale Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles). Un édifice de nappes crétacées polyphasées. Thèse 3ème cycle de l'Université P. et M. Curie, Paris, 173 p.

BOURDON L. (1985) : La Cordillère Orientale Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles) : un arc insulaire crétacé polystructuré. Thèse 3ème cycle de l'Université P. et M. Curie, Paris, 203 p., 2 pl. h. t..

BOURDON L., GEYSSANT J.R., MERCIER de LEPINAY B., VILA J.M. (1983) : Hallazgo de amonitas coniacianas en la Cordillera Oriental Dominicana (Hispaniola, Antillas Mayores), 10th Caribbean Geological Conference, Cartagena de Indias, 1983.

BOURDON L., GEYSSANT J.R., MERCIER de LEPINAY B., VILA J.M. (1984) : Intérêts paléontologique, chronologique et tectonique de la découverte de Peroniceras (Ammonoidea, Collignoniceratidae) dans le Coniacien inférieur de la Cordillère Orientale de la République Dominicaine (Hispaniola, Grandes Antilles). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 298, Série II, n° 7, p. 287-292.

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

BOWIN C. (1966) : Geology of the central Dominican Republic. A case history of part of an island arc. In Hess H.H. ed., Caribbean geological investigations. Geological Society of America Memoir 98, p. 11-98.

BOWIN C. (1975) : The geology of Hispaniola, En : The ocean basins and margins; Volume 3, The Gulf of Mexico and the Caribbean, (NAIM A. y STEHLI F., Eds.), New York, Plenum Press, p. 501-552.

BRIQUEAU L., BOUGAULT H., JORON J.L. (1984) : Quantification of Nb, Ta, Ti and V anomalies in magmas associated with subduction zones : petrogenetic implications. Earth and Planetary Science Letters, 68, p.297-308.

BROUWER S.B., BROUWER P.A. (1980) : Geología de la region ambarifera oriental de la República Dominicana. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, vol 1, p. 303-322.

BROWN G.C., THORPE R.S., WEBB P.C. (1984) : The geochemical characteristics of granitoids in contrasting areas and comments on magma sources, *Journal of the Geological Society of London*, 141, p. 413-426.

BURKE K., FOX P.J.Y, SENGOR A.M.C. (1978) : Buoyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. *Journal of Geophysical Research*, v. 83, p. 3949-3945.

BURKE K., GRIPPI J., SENGOR A.M.C. (1980) : Neogene structures in Jamaica and the tectonic style of the northern Caribbean plate boundary zone. *Journal of Geophysical Research*, v. 88, p. 375-386.

BYRN D.B., SUAREZ G., McCANN W.R. (1985) : Muertos Trough subduction ; Microplate tectonics in the northern Caribbean ? *Nature*, v. 317, p. 420-421.

CALAIS E., PERROT J., MERCIER de LEPINAY B. (1998) : Strike-slip tectonics and seismicity along the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Hispaniola. In Dolan J.F. and Mann P., eds., *Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone*, Geological Society of America Special Paper 326, p. 125-142.

CHAMPETIER Y., MADRE M., SAMAMA J.C., TAVARES I. (1980) : Localisation de l'ambre au sein des séquences à lignites en République Dominicaine. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. *Memorias*, vol 1, p. 277-279.

CHAPPELL B.W., WHITE A.J.R. (1974) : Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8, pp 173-174.

COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE (CGG) (1999) : Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

COTTARD F., CAZAUX D., OSIRIS de LEON R. (2003) : Programa SYSMIN 7 ACP DO 024. Proyecto O. Estudios ambientales de base de las instalaciones mineras de Rosario Dominicana. Tarea 1. Recopilacion de la informacion disponible. Informe inédito, BRGM/RC-52298-FR, 133 p.

COX K.G., BELL J.D., PANKHURST R.J. (1979): The Interpretation of Igneous Rocks, George Allen and Unwin, London. R.A. Batchelor and P. Bowden, 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters, *Chemical Geology*, vol. 48, 43-55.

CRAWFORD A.J., FALLOON T.J., GREEN D.H. (1989): Classification, petrogenesis and tectonic setting of boninites. In A.J. Crawford (ed.). *Boninites and related rocks*. Unwin Hyman London, p. 1-49.

CRIBB J.W., JIMENEZ J., LEWIS J.F., SUTTER J.F. (1989): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages from Loma de Cabrera batholith. Implications for timing of tectonic events in northern Hispaniola. *Geological Society of American Abstracts with Programs*, v. 21, no. 6, p. A267.

DAILY A.F. (1974): Reporte sobre Placer's en la concession Cuaron y Laguna Redonda. Informe inédito, Dirección General de Minería 14-74-001. Santo Domingo.

DE LA FUENTE L., ELLIS G.M. (1980): Informe sobre la investigación geológica de la Cordillera Oriental, sector El Rancho. 9a Conferencia Geológica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. *Memorias*, vol 2, p. 669-673.

DE LA FUENTE S. (1976): *Geografía Dominicana*. Amigo del Hogar, Santo Domingo, 272 p.

de ZOETEN R., MANN P. (1991): Structural geology and Cenozoic tectonic history of the central Cordillera Septentrional, 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. 265-279.

DECKER J. (1985): Sandstone modal analysis procedure: Alaska, Department of Natural Resources, Division of Geological and Geophysical Survey, Public Data File Report, PDF 85-3a.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2004): Mapa geológico a 1:50 000 de Miches (6372-I). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2004) : Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de Monte Plata (6272). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2004) : Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de El Seibo (6372). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A. (2004) : Mapa geomorfológico y de procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico a 1:100 000 de Las Lisas (6472-Mitad occidental). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

DIAZ DE NEIRA J.A., HERNALIZ HUERTA P.P. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de Antón Sánchez (6272-I). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

DICKINSON W.R., SUCZEK C.A. (1979) : Plate tectonics and sandstone composition. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 63, p. 2164-2182.

DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA (DGM) (1984) : Formaciones del Suroeste de la República Dominicana. Santo Domingo, 500 p.

DIXON T.H., DAILY M.I. (1981) : Analysis of a SEASTAT-SAR image of the northeastern Dominican Republic, Paris, France, Photo-Interpretation, v.5, p. 4.3-4.7.

DOLAN J.F. (1988) : Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; Three studies in active-margin sedimentology. Tesis Doctoral, Universidad de California, Santa Cruz, 235 p.

DOLAN J.F., MANN P., de ZOETEN R., HEUBECK C., SHIROMA J. (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. 217-263.

DOLAN J.F., MULLINS H.T., DAVID J.W. (1998): Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collision, strain partitioning and opposing subducted slabs, En: Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone, (Dolan J.F. y Mann P., eds.) Volumen especial N° 326 de la Sociedad Geológica de America, 174 p.

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. In Dolan J.F. and Mann P., eds., Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone, Geological Society of America Special Paper 326, p. 1-62.

DOLAN J.F., WALD D.J. (1998): The 1943-1953 north-central Caribbean earthquakes: Active tectonic setting, seismic hazards, and implications for Caribbean-North America plate motions. In Dolan J.F. and Mann P., eds., Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone, Geological Society of America Special Paper 326, p. 143-170.

DOMÍNGUEZ H.S. (1987): Geology, hydrothermal alteration, and mineralization of the El Recodo porphyry copper prospect, southeastern Cordillera Central, Dominican Republic. Tesis Doctoral, Universidad George Washington, 203 p.

DONNELLY T.W. (1973): Late Cretaceous basalts from the Caribbean, a possible flood basalt province of vast size. EOS Transactions American Geophysical Union. 54, 1004.

DONNELLY T.W. (1989): Geologic history of the Caribbean and Central America. In A.W. Bally, A.R. Palmer (eds). An Overview. The geology of North America. Geological Society of America, Boulder, Colorado, Vol. A, p. 299-321.

DONNELLY T.W. (1994) : The Caribbean sea floor. In S.K. Donovan, T.A. Jackson (eds.). Caribbean Geology: An Introduction. U.W.I. Publ Assoc, Kingston, p. 41-64.

DONNELLY T.W., BEETS D., CARR M., JACKSON T., KLAVER G., LEWIS J., MAURY R., SCHELLEKENS H., SMITH A., WADGE G., WESTERN CAMP D.(1990) : History and tectonic setting of the Caribbean magmatism. En: The Caribbean Region, The Geology of North America (DENG, G. y CASE, J. Eds). Geol. Soc. America. Boulder, Colorado, Vol. H, p.339-374.

DONOVAN S.K., JACKSON T.A. (1994) : Caribbean Geology an Introduction. The University of The West Indies Publishers Associations, Kinston, Jamaica, 289 p.

DOUGLAS R.C. (1961) : Orbitolinas from Caribbean Islands. Journal of Paleontology, 35, 3, p. 475-479.

DRAPER G., GUTIERREZ G., LEWIS J.F. (1996) : Thrust emplacement of the Hispaniola peridotite belt: Orogenic expression of the Mid Cretaceous Caribbean arc polarity reversal. Geology, v.24 (12): p. 1143-1146.

DRAPER G., LEWIS J.F. (1982) : Petrology, deformation and tectonic significance of the Amina Schists, northern Dominican Republic, In Amigo del Hogar (ed.). Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, República Dominicana, p. 53-64.

DRAPER G., LEWIS J.F. (1991) : Metamorphic belts in central 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. 29-45.

DRAPER G., NAGLE F. (1991) : Geology, structure, and tectonic development of the Río San Juan Complex, northern 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. 77-95.

DRUMMOND M.S., DEFANT M.J. (1990) : A model for trondhjemite-tonalita-dacite genesis and crustal growth via slab melting: Archean to Modern comparisons. *Journal of Geophysical Research*, 95, p. 21503-21521.

EDGAR N.T. (1991) : Structure and geologic development of the Cibao Valley, northern 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. 281-299.

ESCUDE R VIRUETE J. (2004) : Informe de petrología y geoquímica de la rocas ígneas y metamórficas del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste). Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

ESCUDE R VIRUETE J., HERNAIZ HUERTA P.P., DRAPER G., GUTIERREZ G., LEWIS J.F., PÉREZ-ESTAÚN A. (2002) : Metamorfismo y estructura de la Formación Maimón y los Complejos Duarte y Río Verde, Cordillera Central Dominicana : implicaciones en la estructura y la evolución del primitivo Arco Isla Caribeño. *Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica*. v. 37 (2002), n° 2-3, p.123-162.

ESPAILLAT J., BLOISE G., MACVEIGH J.G., LEWIS J.F. (1989) : Petrography and geochemistry of mafic rocks of Peralvillo Formation in the Sabana Potrero area, Central Dominican Republic. In D.K. Laure, G. Draper (eds.). *Transactions of the 12th Caribbean Geological Conference*.

ESPY J.A. (2000) : Análisis y ordenación de la minería artesanal. Proyecto C. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

FALCONBRIDGE DOMINICANA (1988) : Informes internos. Preliminary Discussion of Results. Cordillera Oriental Project, 2 de Mayo de 1988, 6 p. ; Cordillera Oriental Project, J. J. Watkins, y C. Chávez Castro, 15 de Julio de 1988, 25 p. Centro de Documentación, Dpto. de Exploraciones Falconbridge.

FRIEDMAN R. (2004) : Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb en los Proyectos L y K. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research Earth and Ocean Sciences Department, Universidad de British Columbia, Alberta, Canadá. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

GABB W.M. (1881) : On the topography and geology of Santo Domingo, Am. Philos. Soc. Trans., n.s., XV, p. 49-259.

GARCIA LOBON J.L. (2004) : Informe de interpretación de la geofísica aerotransportada del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste). Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

GARCIA SENZ J. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de Hato Mayor del Rey (6372-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

GARCIA SENZ J. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de Rincón Chavón (6472-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

GILL J.B. (1981) : Orogenic andesites and plate tectonics. Springer Verlag, New York, 390 p.

HARDING T.P., LOWELL J.D. (1979) : Structural styles, their plate-tectonic habitats, and hydrocarbon traps in petroleum provinces: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 63, p. 1016-1058.

HERNAIZ HUERTA P.P. (2000) : Mapa geológico a 1:50 000 de Villa Altagracia (6172-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN de Cartografía Geotemática de la República Dominicana.. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

HERNAIZ HUERTA P.P. (2000) : Mapa geológico a 1:50 000 de Arroyo Caña (6172-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN de Cartografía Geotemática de la República Dominicana.. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

HERNAIZ HUERTA P.P. (2000) : Mapa geológico a 1:50 000 de Villa Altagracia (6172-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN de Cartografía Geotemática de la República Dominicana.. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

HERNAIZ HUERTA P.P. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de Monte Plata (6272-III). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

HERNANDEZ J.B. (1980) : Geología preliminar del area «El Valle», Provincia El Seybo, República Dominicana. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, vol 2, p. 675-680.

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

HORAN S.L. (1995) : The geochemistry and tectonic significance of the Maimon-Amina schists, Cordillera Central. Dominican Republic, Unpublished M.Sc. thesis, University of Florida, Gainesville. 172 p.

HUGHES C.J. (1973) : Spilites, keratophyles and the igneous spectrum. Geological Magazine, 109, p. 513-527.

HUMPHRIS S.E., THOMPSON G. (1978) : Hydrothermal alteration of oceanic basalts by seawater. Geochimica et Cosmochimica Acta, 42, p.107-125.

ITURRALDE VINENT M.A. (2001) : Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. Caribbean Journal of Science, Vol. 37, n° 3-4, p. 141-167.

JENNER G.A., SWINDEN H.S. (1993): The Pipestone Pond Complex, Central Newfoundland: complex magmatism in an Eastern Dunnage Zone ophiolite. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 30, p. 434-448.

JORDAN T.H. (1975): The present-day motions of the Caribbean plate: *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, p. 4433-4439.

KERR A.C., ANDREW C., TARNEY J. (1996): The Caribbean-Colombian Cretaceous Igneous Province: The Internal Anatomy of an Oceanic Plateau. En: *AUG Monography on Large Igneus Provinces*, (MAHONY J.J. y COFIN M. Eds.).

KERR A.C., TARNEY J., MARRINER J.G., NIVIA, A., SAUNDERS A.D. (1997): The Caribbean-Colombian Cretaceous Igneous Province: The Internal Anatomy of an Oceanic Plateau. En: *Large Igneus Provinces*, (MAHONY J.J. y COFIN M. Eds.) *AUG Monographie*.

KESLER S.E., RUSSELL N., POLANCO J., McCURDY K., CUMMING G.L. (1991): Geology and geochemistry of the early Cretaceous Los Ranchos Formation, central Dominican Republic. In Mann P., Draper G. and Lewis J.F., eds., *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262, p. 187-201.

KESLER S.E., RUSSELL N., REYES C., SANTOS L., RODRÍGUEZ A., FONDEUR L. (1991): Geology of the Maimón Formation, 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. 173-185.

KESLER S.E., RUSSELL N., SEAWARD M., RIVERA J., McCURDY K., CUMMING G.L., SUTTER J.F. (1981): Geology and geochemistry of sulfide mineralization underlying the Pueblo Viejo gold-silver deposit, Dominican Republic, *Economic Geology*, 76, p. 1096-1117.

KESLER S.E., SUTTER J.F. (1977): Progres report on radiometric age determinaton in the Caribbean region. *Abstracts, 8th. Caribbean Geological Conference*, p. 85-86.

KESLER S.E., SUTTER J.F., BARTON J.M., SPECK R.C. (1991) : Age of intrusive rocks in Northern 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. 165-172.

KESLER S.E., SUTTER J.F., JONES L.M., WALKER R.L. (1977) : Early Cretaceous basement rocks in Hispaniola. *Geology*, 5, p. 245-247.

KROGH T. E. (1982) : Improved accuracy of U-Pb zircon ages by the creation of more concordant systems using an air abrasion technique. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 46, p. 637-649.

KULSTAD R. (1980) : Investigacion geologica preliminar del sector Miches, Cordillera Oriental, República Dominicana. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. *Memorias*, vol 2, p. 663-668.

KYSAR G., LEWIS J.F., MORTENSEN J.K. (1998) : U-Pb zircon age constraints for Paleogene igneous rocks of the Sierra Maestra, southeastern Cuba. In : Abstract with programs, Geological Society of America Annual Meeting, Toronto. p.185.

LEBRÓN M.C. (1989) : Petrochemistry and tectonic significance of late Cretaceous calcalkaline volcanic rocks, Cordillera Oriental, Dominican Republic. M. Sc. Thesis, Univ. Florida. Gainesville. Fla. 154 p.

LEBRÓN M.C., MANN P. (1991) : Geologic map of the eastern Dominican Republic. En: P. Mann, G. Draper and J. Lewis (Editors), *Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate in Hispaniola*. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 262, scale 1:150 000.

LEBRÓN M.C., PERFIT M.R. (1993) : Stratigraphic and Petrochemical Data Support Subduction Polarity Reversal of the Cretaceous Caribbean Island Arc.: *Journal of Geology*. V. 101, p. 389-396.

LEBRÓN M.C., PERFIT M.R. (1994) : Petrochemistry and tectonic significance of Cretaceous island-arc rocks, Cordillera Oriental, Dominican Republic. *Tectonophysics*, 229 (1994), p. 69-100, Elsevier Science B.V., Amsterdam.

LEWIS J.F. (1982): Granitoid Rocks in Hispaniola. Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic, 1980: Amigo del Hogar Publishers, p. 403-408.

LEWIS J.F. (1982) : Ultrabasic and associated rocks in Hispaniola. Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic, 1980: Amigo del Hogar Publishers, p. 403-408.

LEWIS J.F., AMARANTE A., BLOISE G., JIMENEZ G., J.G., 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.

LEWIS J.F., ASTACIO V.A., ESPAILLAT J., JIMENEZ J. (2000) : The occurrence of volcanogenic massive sulfide deposits in the Maimon Formation, Dominican Republic: The Cerro de Maimón, Loma Pesada and Loma Barbito deposits. In R. Sherlock, R. Barsch, A. Logan (eds.). VMS deposits of Latin America. Geological Society of Canada Special Publication, p. 223-249.

LEWIS J.F., DRAPER G. (1990): Geological and tectonic evolution of the northern Caribbean margin: Decade of North American Geology, v. H: The Caribbean, Geol. Soc America, p.77-140.

LEWIS J.F., ESCUDER VIRUETE J., HERNAIZ HUERTA P.P., GUTIERREZ G., DRAPER G., PÉREZ-ESTAÚN A. (2002) : Subdivisión geoquímica del Arco Isla Circum-Caribeño, Cordillera Central Dominicana : implicaciones para la formación, acreción y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico. Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica. v. 37 (2002), n° 2-3, p.81-122.

LEWIS J.F., PERFIT M., HORAN S., DIAZ de VILLAVILLA A. (1995) : Geochemistry and petrotectonic significance of early arc bimodal volcanism in the Greater Antillas Arc. Abstracts with Programs, Annual Meeting, Geological Society of America, New Orleans, A227.

LOPERA E. (2004) : Mapa de recursos minerales a 1:100 000 de Monte Plata (6272). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

LOPERA E. (2004) : Mapa de recursos minerales a 1:100 000 de El Seibo (6372) y Las Lisas (6472). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

LUDEN J., GELINAS L., TRUDEL P. (1982) : Archean metavolcanics from the Rouyn-Noranda district. Albitibi greenstone belt, Quebec. 2. Mobility of trace elements and petrogenetic constraints. Canadian Journal of Earth Science, 19, p. 2276-2287.

LUDWIG K.R. (1980) : Calculation of uncertainties of U-Pb isotope data. Earth and Planetary Science Letters, 46, p. 212-220.

LUDWIG K.R. (2003) : Isoplot 3.00. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center, Special Publication No. 4

MANIAR P.D., PICCOLI P.M. (1989) : Tectonic discrimination of granitoids, Geological Society of America Bulletin, vol.101, p.635-643.

MANN P. (1983) : Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Tesis Doctoral. Universidad de New York, Albany, 688 p. (Inédito).

MANN P., BURKE K., MATSUMOTO T. (1984) : Neotectonics of Hispaniola; Plate motion, sedimentation and seismicity at a restraining bend. Earth and Planetary Science Letters, 70: p. 311-324.

MANN P., DRAPER G., LEWIS J.F. (1991) : 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., LEWIS, J.F. (1991): An overview of the geologic 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. 1-28.

MANN P., PRENTICE C.S., BURR G., PENA L.R., TAYLOR F.W. (1998): Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. In Dolan J.F. and Mann P., eds., Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone, Geological Society of America Special Paper 326, p. 63-124.

MANN P., TAYLOR F.W., EDWARDS R.L., KU T.L. (1995): Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults: An example from the northeastern Caribbean plate margin. Tectonophysics, V. 246, p. 1-69.

MARCHI I. (2002): Evaluacion tecnico-comercial del yacimiento de feldespato de la concession de explotacion minera del "Bebedero". Informe inédito, Espumas Industriales, 7 p. Santo Domingo.

MARTÍN FERNÁNDEZ M. (2000): Mapa geológico a 1:50 000 de Haillo (6172-I). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN de Cartografía Geotemática de la República Dominicana.. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

MASSON D.G., SCANLON K.M. (1991): The neotectonic setting of Puerto Rico. Geological Society of America Bulletin, v. 103, no. 1, p. 144-154.

MATTHEWS J.E., HOLCOMBE T.L. (1976): Possible Caribbean underthrusting of the Greater Antilles along the Muertos Trough. In: Transactions, Caribbean Geological Conference VII, Guadeloupe (1974). Ministere de l'Industrie et de la Recherche, Point-a-Pitre, French Antilles, p.235-242.

MATTSON P.H. (1979): Subduction, buoyant braking, flipping and strike-slip faulting in the Northern Caribbean. Journal of Geology. Vol. 87, p. 293-304.

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

McCANN W.R., SYKES L.R. (1984) : Subduction of aseismic ridges beneath the Caribbean Plate: Implications for the tectonics and seismic potential of the northeastern Caribbean. *Journal of Geophysical Research*, v. 89, p. 4493-4519.

MERCIER de LEPINAY B. (1987) : L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe : l'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles). Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences de l'Université P. et M. Curie, Paris, 255 p.

MESCHEDE M. (1986) : A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram, *Chemical Geology*, vol.56, p. 207-218.

MICHELSON H. (1977) : Lignite and peat survey in the Dominican Republic (december 1976 – March 1977). Area parcial Bajo yuna – Peninsula Samana. Tahal consulting engineers, Ltd and acueductos y alcantarillados, C. por A., Informe inédito, 49 p., Dirección General de Minería 22-77-002. Santo Domingo.

MIDDLEMOST E.A.K. (1989) : Iron oxidation ratios, norms and the classification of volcanic rocks, *Chemical Geology*, vol.77, p. 19-26.

MITCHELL S.F., GUNTER G.C. (2002) : Biostratigraphy and taxonomy of the rudist *Chiapasella* in the Titanosarcolithes Limestones (Maastrichtian) of Jamaica. *Cretaceous Research* 23, p. 473-487.

MONTGOMERY H., PESSAGNO E.A., PINDELL J.L. (1994) : A 195 Ma terrane in a 165 Ma sea: Pacific origin of the Caribbean Plate: *GSA Today*, 1(1), p. 1-6.

MONTHEL J. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de El Seibo (6372-II). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

MONTHEL J. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de El Valle (6372-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

MONTHEL J. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de Las Lisas (6472-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

MONTHEL J., NICOL N., FONDEUR L., GENNA A. (2004) : Mapa geológico a 1:50 000 de Sabana Grande de Boyá (6272-IV). Hoja y Memoria. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto L-Este. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

NAGLE F. (1979) : Geology of the Puerto Plata area, Dominican Republic, En Hispaniola, tectonic focal point of the Caribbean; Three tectonic studies in the Dominican Republic: Miami, Florida, Miami Geological Society, p. 1-28.

NAGLE F., PACHER H.C., ANTONINI G.A. (1979) : Hispaniola Tectonic Focal Point of the Northern Caribbean. Three tectonic studies in the Dominican Republic. En Lidz, B. y Tagle, F. (Eds.). Geological Society. Miami.

NELSON C.E. (2000) : Volcanic domes and gold mineralization in the Pueblo Viejo district, Dominican Republic. *Mineralium Deposita* (2000) 35, p. 511-525.

PARDO G. (1975) : Geology of Cuba. En: *The Ocean Basins and Margins*, (NAIRM y STELHI Eds.) A.E.M. Vol. 3.

PARRISH R. R., RODDICK J. C., LOVERIDGE W. D., SULLIVAN R. W. (1987) : Uranium-lead analytical techniques at the Geochronology Laboratory, Geological Survey of Canada; Radiogenic age and isotopic studies; Report 1. Paper - Geological Survey of Canada, 87-2, p. 3-7.

PEARCE J.A. (1975) : Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. *Tectonophysics*, 25, p. 41-67.

PEARCE J.A. (1983) : The role of sub-continental lithosphere in magma genesis at destructive plate margins. In C.J. Hawkesworth, M.J. Norry (eds.). *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*. Nantwich, Shiva, p. 230-249.

PEARCE J.A. (1992) : Boninite and harzburgite from Leg 125 (Bonin-Mariana Fore-arc): A case study of magma genesis during the initial stages of subduction. In P. Fryer, Pearce, J. A., Stocking, L.B. (eds.). *Proceedings Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 125, p. 623-659. College Station, TX.

PEARCE J.A., ALABASTER T., SHELTON A.W., SEARLE M.P. (1981) : The Oman ophiolite as a Cretaceous arc-basin complex: evidence and implications. *Phil. Trans. R. Soc. Lon.*, A300, 299-317.

PEARCE J.A., CANN J.R. (1973) : Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, *Earth and Planetary Science Letters*, vol.19, p. 290-300.

PEARCE J.A., HARRIS N.B.W., TINDLE A.G. (1984) : Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks, *Journal of Petrology*, vol.25, p. 956-983.

PEARCE J.A., NORRY M.J. (1979) : Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, vol.69, p. 33-47.

PEARCE J.A., PEATE D.W. (1995) : Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas. *Earth and Planetary Science Annual Review*, 23, p. 251-285.

PÉREZ-ESTAÚN A., TAVARES I., GARCÍA CORTES A., HERNAIZ HUERTA P.P. (2002) : Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. *Acta Geológica Hispánica*, 37, p. 77-80.

PINDELL J.L. (1994) : Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean, En: Caribbean geology: An introduction, (DONOVAN. S.K. y JACKSON, T.A. Eds), Kingston, Jamaica, University of the West Indies, Publishers Association, p. 13-39.

PINDELL J.L., BARRET S.F. (1990) : Geologic of the Caribbean region; A plate- tectonic perspective. En: The Geology of North America: The Caribbean region (Dengo, G. y Case, J.E., eds.), Geological Society of America, Vol. H., Boulder, Colorado, p. 405-432.

PINDELL J.L., DRAPER G. (1991) : Stratigraphy and Geological history of the Puerto Plata area, northern 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. 97-114.

PLATT J.P., VISSERS R.L.M. (1980) : Extensional structures in anisotropic rocks. J. Struct. Geol., 2, p.397-410.

PREMOLI SILVA I., SLITER W.V. (2002) : Practical manual of cretaceous planktonic foraminifera. Dipartimento di Scienze della Terra. University of Perugia (Italy) p. 1-462.

PREMOLI SILVA L., SLITER W.V. (1995): Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottaccione section, Gubbio, Italy. Palaeontographia Italica, 82, p.1-89.

RAMSAY J.G. (1967) : Folding and Fracturing of Rocks, McGraw-Hill, New York and London, 568 p.

RAPP R.P., WATSON E.B. (1995) : Dehydration melting of metabasalt at 8–32 kbar: implications for continental growth and crust- mantle recycling. J. Petrol., 36 4 , p. 891–931.

RENNE P.R., SWISHER C.C., DEINO A.L., KARNER D.B., OWENS T., DePAOLO D.J. (1998) : Intercalibration of standards, absolute ages and uncertainties in $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating. Chemical Geology, 145(1-2): p. 117-152.

ROBASZYNSKI F., CARON M. (1995): Foraminifères planctoniques du Crétacé : commentaire de la zonation Europe – Méditerranée. Bull. Soc. Géol. France, t. 166, n°6, p. 681-692.

RODDICK J.C. (1987): Generalized numerical error analysis with applications to geochronology and thermodynamics. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51, p. 2129-2135.

RODRIGUEZ J.J. (1998) : Excursion to the Pueblo Viejo Au-Ag deposit and vicinity. Field guide. In Feiss P.G. ed., Mineral deposits of the Dominican Republic, guidebook prepared for the Society of Economic Geologists. Field trip, march 12-14, 1998, p. 1-6.

RODRIGUEZ J.J. (1998) : Geology of the Los Ranchos Formation. In Feiss P.G. ed., Mineral deposits of the Dominican Republic, guidebook prepared for the Society of Economic Geologists. Field trip, march 12-14, 1998, p. 21.

RODRIGUEZ J.J. (1998) : History of Pueblo Viejo. In Feiss P.G. ed., Mineral deposits of the Dominican Republic, guidebook prepared for the Society of Economic Geologists. Field trip, march 12-14, 1998, p. 19-20.

ROSENCRANTZ E., ROSS M.I., SCLATER J.G. (1988) : Age and spreading history of the Cayman Trough as determined from depth, heat flow and magnetic anomalies: *Journal of Geophysical Research*, v. 93, p. 2141-2157.

RUSSELL N., KESLER S.E. (1991) : Geology of the maar-diatreme complex hosting precious metal mineralization at Pueblo Viejo, Dominican Republic. In Mann P., Draper G. and Lewis J.F., eds., Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262, p. 203-215.

RUSSELL N., SEAWARD M., RIVERA J., Mc CURDY K., KESLER S.E., CUMMING G.L., SUTTER J.F. (1980) : Geology and geochemistry of the Pueblo Viejo gold-silver deposit and its host Los Ranchos Formation, Dominican Republic. 9a Conferencia Geologica Del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana. *Memorias*, vol 1, p. 263-271.

SHERVAIS J.W. (1982) : Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas, Earth and Planetary Science Letters, vol. 59, p. 101-118.

SIGURDSSON H., KELLEY S., LECKIE R.M., CAREY S., BRALOWER T., KING J. (2000) : History of Circum-Caribbean Explosive Volcanism: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of tephra layers, in Leckie R. M., Sigurdsson H., Acton G. D., and Draper G. (Eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 165.

SILVESTER A.G. (1988) : Strike-slip faults. Geological Society of America Bulletin, v. 100, p. 1666-1703.

SINTON C.W., DUNCAN R. A., STOREY M. LEWIS J., ESTRADA J.J.(1998) : An oceanic flood basalt province within the Caribbean plate. Earth and Planetary Science Letters, V. 155, p. 221-235.

SLATER J.A., BARANOWSKI R.M. (2000) : *Discocoris Dominicanus*, a new species of palm bug from dominican amber (Heteroptera Thaumastocoridae). Florida Entomologist 83(3), p. 349-353.

SMILEY C.J. (1982) : Cretaceous plants from the Dominican Republic. Unpublished report to Rosario Dominicana, 20 p.

SMILEY C.J. (1982) : Lower Cretaceous plants from the Dominican Republic. En: Caribbean Geology into the third Millenium. Trevor A. Jackson (ed.) University of the West Indies Press, p. 119-129.

SMITH I.E.M., WORTHINGTON T.J., STEWART R.B., PRICE R.C., GAMBLE J.A. (2003) : Felsic volcanism in the Kermadec arc, SW Pacific: crustal recycling in an oceanic setting. In: Larter, R.D. & Leat, P.T., Intra-Oceanic Subduction Systems: Tectonic and Magmatic Processes. Geological Society of London, Special Publications, 219, 99-118.

SOFREMINES (1978) : Estudio de las lignitas de la zona d'El Valle. Informe inédito, Compania Dominicana de Electricidad. Santo Domingo.

STACEY J. S., KRAMERS J. D. (1975) : Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, 26, p. 207-221.

SUN S.S., MCDONOUGH W.F. (1989) : Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle compositions and processes. In Saunders A.D., Norry M.J. (eds.). *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society Special Publication, 42, p. 313-345.

TATSUMI Y., HAMILTON D.L., NESBITT R.W. (1986) : Chemical characteristics of fluid phase released from a subducted litho-sphere and origin of arc lavas: evidence from high-pressure experiments and natural rocks. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 29, p. 293–309.

THIRLWALL M. F. (2000) : Inter-laboratory and other errors in Pb isotope analyses investigated using a (super 207) Pb- (super 204) Pb double spike. *Chemical Geology*, 163, p. 299-322.

TOLOCZYKI M., RAMIREZ I. (1991) : Mapa geológico de la República Dominicana 1:250 000. Secretaria de Estado de Industria y Comercio, Dirección General de Minería, Instituto Geografico Universitario, Santo Domingo, D.N. en cooperacion con Bundesanstalt fur Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, República Federal de Alemania.

ULLRICH T. (2004) : Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar en los Proyectos L y K. Programa SYSMIN 7 ACP DO 024 de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Pacific Centre for Isotopic and Geochemical Research Earth and Ocean Sciences Department, Universidad de British Columbia, Alberta, Canadá. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

VENABLE M. (1998) : Pueblo Viejo overview. In Feiss P.G. ed., *Mineral deposits of the Dominican Republic*, guidebook prepared for the Society of Economic Geologists. Field trip, march 12-14, 1998, p. 22-30.

WEYL R. (1966) : *Geologie der Antillen*, Band 4, Beitrage zur Regionalen Geologie der Erde, (H. J. MARTINI, Ed.) Berlin, Gebrüder Bornträger, 410 p.

WINCHESTER J.A., FLOYD P.A. (1977) : Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements, *Chemical Geology*, vol. 20, p. 325-343.

WINSLOW M.A., GUGLIELMO G. Jr., NADAI A.C., VEGA L.A., McCAAN W.R. (1991) : Tectonic evolution of the San Francisco Ridge of the eastern Cibao Basin, northeastern 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. 301-313.

WOOD D.A. (1980) : The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province, *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 50, p. 11-30.

ZOPPIS R. (1947) : Informe sobre el yacimiento aurífero de Miches (El Seibo). Informe inédito, 8 p., Dirección General de Minería 14-47-002. Santo Domingo.