

MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50.000

INFORME

PARTE 2: GEOQUÍMICA DE ROCAS
ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

HOJAS DE FANTINO, COTUÍ,
SAN FRANCISCO DE MACORÍS y CEVICOS

Javier Escuder Viruete

Instituto Geológico y Minero de España

Santo Domingo, R.D. Octubre 2010

MEMORIA CORDILLERA CENTRAL, SECTOR SW

II. GEOQUÍMICA ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

INDICE

- 1. Metodología y Técnicas Analíticas**
 - 2. Unidades tectonoestratigráfico-litogeoquímicas**
 - 3. Peridotita de Loma Caribe**
 - 4. Asociación volcano-plutónica oceánica de Loma La Monja**
 - 4.1. Introducción
 - 4.2. Basaltos toleíticos empobrecidos en LREE, grupo I
 - 4.3. Basaltos, doleritas y gabros toleíticos, grupo II
 - 4.4. basaltos y ferrobasaltos toleíticos ligeramente enriquecidos, grupo III
 - 5. Formación Los Ranchos**
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Descripción de los materiales
 - 5.2.1. Toleitas de arco isla (IAT), grupo I
 - 5.2.2. Toleitas de arco isla empobrecidas en Ti y LREE, grupo II
 - 5.2.3. Boninitas, grupo III
 - 5.2.4. Comparación grupos rocas máficas
 - 5.2.5. Características geoquímicas de las rocas ácidas
 - 6. Formaciones Maimón-Amína**
 - 6.1. Introducción
 - 6.2. Descripción de los materiales
 - 6.2.1. Toleitas de arco isla
 - 6.2.2. Toleitas de arco isla pobres en LREE y Ti
 - 6.2.3. Boninitas
 - 6.2.4. Rocas metavolcánicas ácidas
 - 6.3. Interpretación y correlaciones
 - 7. Complejo Duarte**
 - 7.1. Introducción
 - 7.2. Descripción de los materiales
 - 7.2.1. Basaltos ricos en Mg y pobres en Ti, tipo Ia
 - 7.2.2. Picritas ricas en Ti y basaltos ricos en Mg, tipo Ib
 - 7.2.3. Picritas, ferropicritas y basaltos ricos en LREE, tipo II
 - 7.2.4. Basaltos ricos en Ti y LREE, tipo III
 - 7.3. Interpretación y correlaciones con el Plateau Oceánico Caribeño
 - 8. Grupo Tireo**
 - 8.1. Introducción
 - 8.2. Formación Constanza y Gabros tipo La Cana
 - 9. Referencias**
- Anexo 1. Análisis geoquímicos de roca total**

1. Metodología y Técnicas Analíticas

Para la interpretación de la petrogénesis e historia tectónica de las rocas ígneas y metamórficas de la zona estudiada, la metodología seguida en este trabajo consistió en integrar un gran volumen de datos petrológicos, geoquímicos e isotópicos, en lo posible de los tipos litológicos poco o nada deformados y/o metamorfizados. Para ello, la composición de elementos mayores y trazas fue obtenida en más de 100 muestras de roca total, molida en ágata y analizada mediante ICP-MS en ACME Analytical Laboratories Ltd en Vancouver. Los análisis obtenidos en el ámbito del presente Proyecto en muestras de rocas ígneas y metamórficas de las Hojas de Cotuí, Fantino y San Francisco de Macorís están incluidos en el Anexo 1.

Para los óxidos de elementos mayores, los límites de detección son <0,01% excepto para Fe_2O_3 (0,04%), P_2O_5 (0,001%) y Cr_2O_3 (0,002%); para los elementos trazas son típicamente <0,1 ppm y para las tierras raras <0,05 ppm, e incluso <0,01 ppm. En detalle, los límites de detección (en ppm) fueron: Ba, 1; Be, 1; Co, 0,2; Cs, 0,1; Ga, 0,5; Hf, 0,1; Nb, 0,1; Rb, 0,1; Sn, 1; Sr, 0,5; Ta, 0,1; Th, 0,2; U, 0,1; V, 8; W, 0,5; Zr, 0,1; Y, 0,1; La, 0,1; Ce, 0,1; Pr, 0,02; Nd, 0,3; Sm, 0,05; Eu, 0,02; Gd, 0,05; Tb, 0,01; Dy, 0,05; Ho, 0,02; Er, 0,03; Tm, 0,01; Yb, 0,05; Lu, 0,01; Mo, 0,1; Cu, 0,1; Pb, 0,1; Zn, 1; Ni, 0,1; As, 0,5; Cd, 0,1; Sb, 0,1; Bi, 0,1; Ag, 0,1; Au, 0,5 (ppb); Hg, 0,01; Tl, 0,1; y Se, 0,5. La precisión y exactitud analítica fue estimada analizando los estándares internacionales STD CSC y SO-18, así como mediante análisis duplicados de algunas muestras. En general, la precisión del estándar fue mejor de $\pm 1\%$ y la exactitud en los análisis duplicados mejor de 0,5%. El Fe procedente de los análisis fue Fe total como Fe_2O_3 , por lo que fue recalculado como $\text{Fe}_{2\text{O}_{3t}} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} \cdot 1,11135$ y $\text{FeO}_{\text{calc}} = \text{FeO} / (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$. Los análisis de todas las muestras fueron recalculados a una base anhidra si la suma de los elementos SiO_2 a P_2O_5 fue <99,98%. El número de Mg (Mg#) fue calculado como $100 \cdot \text{mol MgO} / (\text{mol MgO} + \text{mol FeO}_i)$, donde $\text{FeO} = 0,8 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_{3t}$ y $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_{3t}$. Las composiciones de referencia utilizadas para el manto primordial y los basaltos promedio N-MORB, E-MORB y OIB son las propuestas por Sun y McDonough (1989).

Los resultados analíticos fueron integrados con una selección de los datos geoquímicos incluidos en la bibliografía de la zona, que principalmente procedieron de los trabajos de Lewis et al. (1990, 2002, 2006), Kesler et al. (1997, 1990a, b y c, 2005 a y b), Lapiere et al. (1997, 1999, 2002), SYSMIN (2004) y Escuder Viruete et al. (2006, 2007, 2008 y 2009), así como datos propios inéditos. En una primera aproximación, los datos geoquímicos fueron utilizados para discriminar las muestras en contextos magmáticos relacionados o no con procesos de subducción, y su impacto en la definición de unidades cartográficas. Existen numerosos autores que han propuesto criterios geoquímicos que discriminan rocas formadas en diferentes medios tectónicos, como los relacionados con un arco isla (Pearce, 1983; Wood et al., 1980; Shervais, 1982; Pearce et al., 1984; Taylor y Nesbitt, 1995; Pearce y Parkinson, 1993; Pearce y Peate, 1995). Para rocas volcánicas de arco alteradas, los principales elementos traza utilizados son Zr, Nb, Hf, Ta, Ti e Y (*high field strength elements*, HFSE), que proporcionan una guía preliminar de la afinidad petrológica y tectónica de las rocas volcánicas básicas e intermedias. Otros elementos traza resistentes a la alteración utilizados son las REE (*rare earth elements*) y el Th. El Th es un LFSE (*low field strength element*) que, a diferencia de otros elementos de este grupo (Rb, Ba, Sr, Cs, U y Pb), resiste los procesos de alteración y metamorfismo, y proporciona la única oportunidad de comparar el comportamiento primario de estos dos grupos (LFSE vs HFSE), que refleja procesos operativos en medios tectónicos específicos. En este trabajo, la concentración de estos elementos inmóviles fue expresada en diagramas normalizados respecto al manto primitivo (PM) y N-MORB (*normal mid-ocean ridge basalt*) de Sun y McDonough (1989), ordenados siguiendo su compatibilidad creciente (de izquierda a derecha) en un fundido basáltico. De forma complementaria se utilizaron diagramas que utilizan relaciones de elementos traza para discriminar entre varios medios tectónicos relacionados o no con arcos isla. Los datos

isotópicos de Sr-Nd procedentes de la bibliografía fueron utilizados en algunos casos junto con los geoquímicos de elementos traza, para interpretar la naturaleza de la fuente mantélica y, particularmente, como evidencia de la influencia o no de plumas mantélicas y de la litosfera continental en la petrogénesis de las rocas ígneas.

En la zona estudiada se reconoció una relativa gran variedad composicional de tipos magmáticos básicos que tienen análogos en medios oceánicos modernos, los cuales proporcionan el marco para la interpretación geoquímica e isotópica. Las rocas volcánicas no relacionadas con procesos de subducción fueron comparadas respecto a los basaltos N-MORB (*normal mid-ocean ridge basalts*), E-MORB (*enriched-MORB*) emitidos en dorsales influenciadas por plumas, y OIB (*ocean island or oceanic intra-plate basalts*) relacionados con la actividad de plumas mantélicas. Los basaltos transicionales son aquellos que tienen características geoquímicas intermedias entre los toleíticos y alcalinos según Winchester y Floyd (1977). Las rocas volcánicas de medios de arco se caracterizan por un enriquecimiento de LFSE (Th) relativo respecto a los más incompatibles HFSE (Nb-Ta), y empobrecimiento en Nb (y Ta) respecto a La. Los tipos reconocidos fueron característicos de arcos intraoceánicos: boninitas fuertemente empobrecidas en elementos incompatibles, andesitas ricas en Mg, basaltos toleíticos IAT (*island arc tholeiites*), andesitas y basaltos calco-alcalinos CAB (*calc-alkalic basalts*), rocas volcánicas félsicas de composición dacítica-riolítica asociadas con las series IAT-CAB y adakititas. Las rocas plutónicas que forman los batolitos ultramáfico-gabroico-tonalíticos fueron caracterizadas geoquímicamente siguiendo un procedimiento similar.

Sin embargo, las rocas ígneas y metamórficas de la zona estudiada fueron variablemente deformadas y metamorfizadas; por lo tanto, antes de hacer interpretaciones petrogenéticas basadas en la geoquímica de roca total, se debe evaluar la movilidad de los elementos utilizados. Los elementos inmóviles bajo un amplio rango de condiciones metamórficas, incluyendo la alteración de fondo oceánico a relaciones agua/roca bajas y moderadas (Bienvenu *et al.* 1990), son los elementos de transición (V, Cr, Ni y Sc), los HFSE, las REE y el Th. También, los minerales accesorios con REE son estables si no han sufrido un metamorfismo intenso, así como la desaparición parcial de los minerales portadores de las LREE no afecta significativamente la relación isotópica Sm-Nd a la escala de roca total. Por otro lado, la buena correlación obtenida entre el Zr frente a Th, Nb, La, Sm, Ti y Yb sugiere que estos elementos traza fueron relativamente inmóviles durante el metamorfismo, y las diferencias que muestran en la relaciones son debidas a un variable grado de fusión o a diferencias en la fuente mantélica. A continuación se describen los diferentes tipos de rocas ígneas máficas y félsicas distinguidas en cada evento magmático, para mostrar la existencia de relaciones petrogenéticas entre ellos e interpretar el marco geodinámico de formación.

2. Unidades tectonoestratigráfico-litogeoquímicas

El área estudiada objeto del presente Informe pertenece a dos dominios geológicos de la Isla de la Española: el de la Cordillera Central, que incluye aproximadamente los terrenos de Duarte y Tireo de Mann et al. (1991), y que aflora en el sector SO de la Hoja de Fantino; y el del Cibao-Cordillera Oriental, que engloba los terrenos de Oro y Tortue-Maimón-Amina de los referidos autores, y al que pertenece el resto del territorio.

En la cartografía del dominio de la Cordillera Central se han reconocido ocho grandes unidades tectonoestratigráfico-litogeoquímicas, que de base a techo son: (1) la Peridotita de Loma Caribe; (2) la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja; (3) el Chert de El Aguacate; (4) el Complejo Duarte; (5) el Grupo Tireo; (6) la Formación Peña Blanca; (7) la Formación Basaltos de Pelona-Pico Duarte; y (8) la Formación Magua. Los contactos entre unidades son a menudo tectónicos, pero localmente se reconocen entre ellas relaciones deposicionales o intrusivas que permiten establecer su ordenación temporal. Todas las unidades fueron variablemente deformadas y metamorfizadas (omitiéndose en adelante el prefijo *meta-*), desarrollando diversas bandas de rocas anfíbolíticas de escala regional, pero preservándose a menudo las texturas ígneas. El conjunto está intruido por los batolitos gabroico-tonalíticos de Loma del Tambor, El Bao, Jumunuco, Bella Vista y El Río, incluyendo complejos ultramáficos y numerosos plutones de leucotonalitas foliadas. Otros tipos de rocas plutónicas distinguidos son la serie intrusiva de Gabros de Los Velazquitos y Guaigui, y los cuerpos de diques/sills de gabros, microgabros y doleritas intrusivos en la Peridotita de Loma Caribe, la cual es también descrita brevemente en el presente Informe.

Las unidades litoestratigráfico-geoquímicas del dominio de la Cordillera Central pueden agruparse en tres grandes estadios magmáticos evolutivos: oceánico pre-arco, arco isla sobre un plateau oceánico, e intraplaca toleítico a alcalino (Figs. 1). El estadio oceánico pre-arco comprende la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja, el Chert de El Aguacate y el Complejo Duarte, el cual registra un primer evento magmático de plateau oceánico Cretácico Inferior. El estadio de arco isla está definido por una secuencia de >3-km de potencia de rocas volcánicas, subvolcánicas y volcano-sedimentarias del Grupo Tireo de edad Cretácico Superior, las cuales presentan características litológicas y geoquímicas muy variables. El estadio de magmatismo intraplaca está constituido por las Formaciones Peña Blanca, Pelona-Pico Duarte y Magua, todas ellas relacionadas con los eventos magmáticos de construcción del plateau oceánico Caribeño en el Cretácico Superior más alto.

El dominio del Cibao-Cordillera Oriental está principalmente compuesto por las unidades del arco isla primitivo del Cretácico Inferior y sus equivalentes metamórficos deformados, así como por las secuencias de relleno de las cuencas sedimentarias de intra- y antearco en el Cretácico Superior, que intercalan rocas volcánicas (Fig. 2). El dominio está limitado estructuralmente al suroeste por la ZFLE y la ZFHV. Las unidades volcánicas y metavolcánicas de arco son las Formaciones de Los Ranchos, Maimón y Amina, junto al Complejo Río Verde; las unidades sedimentarias de intra- y antearco son las Formaciones de El Hatillo, Las Guayabas y Las Lagunas. El Cabalgamiento de El Hatillo (CH) separa los Esquistos de Maimón de la Formación Los Ranchos, que aparece menos deformada y metamorfizada. La Formación Loma Caballero incluye también rocas volcánicas de edad Paleógeno.