

Geociencias, Aveiro, 1988, vol. 3 fasc. 1-2

APORTACION GEOQUIMICA AL CONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES VOLCANICOS
DEL CAMBRICO MEDIO DE ZAFRA-FERIA ⁽¹⁾

J., SAGREDO; M., PEINADO; J.L., BRANDLE; R., ARENAS y E., ANCOCHEA; ⁽²⁾

RESUMEN

Los materiales volcánicos intercalados en el Cámbrico medio de Ossa Morena, bien expuestos en la alineación Zafra-Feria constituyen una serie moderadamente alcalina formada por basaltos plagioclásicos de ambiente submarino somero, traquitas y riolitas.

Sus características geoquímicas sugieren una procedencia mantélica producida como consecuencia de una extensión crustal, en un margen continental pasivo. Forman una serie diferenciada, con posible contaminación cortical en el caso de las riolitas.

ABSTRACT

The volcanic rocks, interlayered in the middle Cambrian of Ossa Morena, are well exposed in Zafra-Feria section. They belong to a mildly alkaline suite built up by plagioclase basalts, trachytes and rhyolites.

Their geochemical characteristics display within plate features. They point out to all enriched mantle source produced as a result of rifting in a passive continental margin. The different litologies are supposed to be comagmatic although a crustal contamination for the rhyolites can not be precluded.

1 - INTRODUCCION

Los materiales volcánicos estudiados en este trabajo se encuentran intercalados en el Cámbrico medio, en las denominadas Capas del Playón por Liñan y Perejón (1981), por encima de las Cuarcitas del Castellar, considerada ésta como el techo del Cámbrico inferior. La serie está constituida por pizarras y areniscas con fauna de trilobites y braquiópodos (Gil Cid, 1986 y Gil Cid y Melou, 1987).

La zona de estudio se enmarca en una franja de Cámbrico medio que va desde el W de Zafra hasta el NW de Feria. Representada, por tanto, la parte septentrional de la Antiforma de Olivenza - Monesterio (Zona de Ossa Morena), en cuyos flancos afloran materiales cámbricos.

Bard (1964, 1969) describe las litologías volcánicas como aglomerados poligénicos, tobas volcánicas con jaspes lenticulares y lavas espiliticas, aportando algunos análisis químicos del flanco meridional de la antiforma. Dupont (1979) establece una columna estratigráfica detallada que incluye descripciones petrográficas de los materiales del Cámbrico medio estudiado en este trabajo. Las rocas metavolcánicas también

⁽¹⁾ Este trabajo forma parte del Proyecto de la CAICYT PR84-0076-C03-03 y C.S.I.C. nº 457.

⁽²⁾ Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense de Madrid - Instituto de Geología Económica C.S.I.C. Facultad de Geológicas 28040

están citadas y descritas en la Hojas del Mapa Geológico Nacional. E: 1:50.000 números 828 (Barcarrota), 853 (Burguillos del Cerro) y 854 (Zafra), donde son consideradas como materiales eruptivos de composición riodalítica-riodacítica con algunas andesitas, traquitas y rocas básicas.

Mata y Munhá (1986) estudian unos materiales volcánicos de la misma edad en la zona de Elvas; indican un carácter alcalino para los mismos y los asocian a la apertura del Protothetys por fusión de un manto enriquecido.

2 - DESCRIPCIÓN DE LAS LITOLOGÍAS

Las litologías volcánicas corresponden a tres tipos composicionales: 1.- básicas, 2.- intermedias y 3.- ácidas, que se describirán a continuación en este orden.

2.1 - Litologías Básicas

Aparecen casi siempre hacia la base de la serie estratigráfica, pocos metros por encima de la Cuarcita del Catellar, en paquetes discontinuos de varios metros de potencia. En ellos se observan estructuras propias de lavas almohadilladas empaquetadas y de materiales fragmentarios tipo hialotoba. La dimensión mayor de las almohadillas oscila entre 50 cm y 1 m, conservándose la fracturación radial y concéntrica; son frecuentes las vacuolas rellenas de carbonatos y cloritas; su abundancia y tamaño se incrementa hacia los bordes. Las rocas básicas representan, por tanto, erupciones subacuáticas someras en concordancia con el medio sedimentario deducido de los datos estratigráficos y paleontológicos (Gil Cid, 1986).

Son rocas de textura porfídica, con cantidades variables de plagioclasa tabular albitizada. La matriz, muestra diferentes grados de cristalinidad y está constituida por plagioclasa, clorita pseudomorfa de los ferromagnesianos originales y opacos, no habiéndose encontrado ningún máfico bien conservado. De acuerdo con su petrografía estas rocas corresponden a basaltos plagioclásicos. El grado de transformación hidrotermal, probablemente singenética, es en general acusada, con formación de cloritas, carbonatos (calcita y anquerita), y silicificaciones.

2.2 - Litologías Intermedias

Se encuentran por encima de las anteriores, separadas por paquetes metasedimentarios de pizarras y areniscas. Pueden distinguirse términos masivos y fragmentarios, siendo estos últimos los predominantes.

Las rocas masivas son porfídicas con abundantes fenocristales de plagioclasa y feldespato alcalino y raramente de cuarzo y biotita. La matriz es microcristalina y está constituida por microlitos de feldespato con orientación fuidal y opacos. La transformación hidrotermal es importante, con fuerte albitización y formación de carbonato y clorita; existen además procesos de oxidación. Las rocas intermedias corresponden petrográficamente a traquitas.

Los materiales fragmentarios están constituidos por fragmentos de dos litologías volcánicas diferentes, así como de sedimentos, todos ellos incluidos en una matriz volcánica de grano fino que aparece muy transformada a carbonatos. Los fragmentos volcanogénicos más frecuentes alcanzan dimensiones de varios centímetros y son análogos a las traquitas masivas descritas con anterioridad; el otro tipo de fragmento, en general milimétrico, tiene una matriz de grano muy fino de probable naturaleza vítrea original,

donde unicamente destaca algún microfenocristal de plagioclasa tabular. Los fragmentos sedimentarios son semejantes a los metasedimentos encajantes.

2.3 - Litologías Ácidas

Predominan hacia el NW, en la zona de Feria, donde son muy escasas las litologías de los otros dos grupos. En las proximidades de Zafrá aparecen paquetes delgados, hacia la base de las Capas del Playón, aparentemente en posición inferior a la de las lavas almohadilladas y separadas de ellas por metasedimentos. Se observan tipos masivos, probablemente subvolcánicos, y tipos fragmentarios predominantes con estructuras ignimbríticas.

Los masivos tienen abundantes fenocristales de cuarzo, con morfología amebode, y en menor proporción de feldespato alcalino prismático. Las matrices unas veces son holocristalinas fluidales constituidas por microlitos feldespáticos y otras representan vidrios originales fuertemente desvitrificados con texturas esferulíticas. Se clasifican como riolitas.

Las rocas fragmentarias presentan fragmentos de riolitas masivas, de monocristales de cuarzo y feldespato alcalino y microfragmentos sedimentarios.

3 - CARACTERIZACION GEOQUIMICA

Para la realización de este trabajo se han utilizado análisis de elementos mayores y traza de los tipos litológicos considerados. Teniendo en cuenta que estas rocas están fuertemente transformadas, las conclusiones que se pueden deducir de su quimismo están basadas sobre todo en los elementos considerados usualmente como inmóviles.

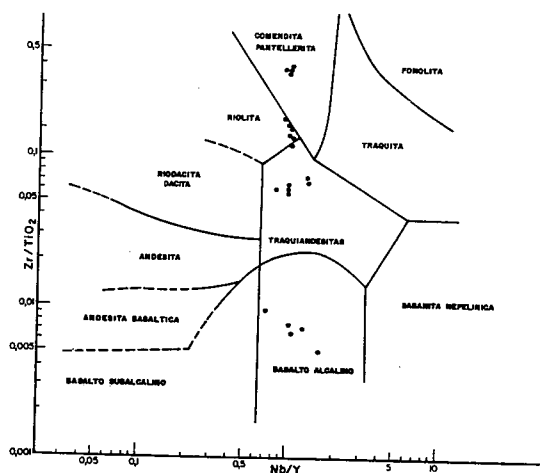


Fig.1- Diagrama Nb/Y-Zr/TiO₂ de las rocas volcánicas (Winchester y Floyd, 1977).

3.1 - Litologías Básicas

Sus contenidos en SiO_2 (45-51%) y álcalis (4-6%) corresponden a una composición química de basaltos y traquibasaltos (le Bas et al., 1986), concordante con las observaciones petrográficas. Los bajos valores de MG y los bajos contenidos en Ni y Cr ponen en evidencia su carácter diferenciado.

Por una clasificación más precisa se ha utilizado el diagrama Nb/Y - Zr/ TiO_2 de Winchester y Floyd (1977), donde se representan en el campo de los basaltos alcalinos (Fig.1). Los altos contenidos en TiO_2 (2,72-3,84%) y en P_2O_5 (0,5-1,34%) corroboran su carácter alcalino. La suma de Tierras Raras ($\Sigma \text{REE}=138-230$) y las relaciones $(\text{La/Lu})_{\text{en}} = 7,1-9,6$ y $\text{Eu/Sm} = 0,31-0,37$ las atribuyen también a basaltos alcalinos (Cullers y Graf, 1984).

Las representaciones Zr- TiO_2 (Pearce 1980), Zr-Ti-Y (Pearce y Cann, 1973) y Zr/Y-Zr (Pearce y Norry, 1979) sugieren una equivalencia con basaltos de intraplaca (Figs 2, 3 y 4).

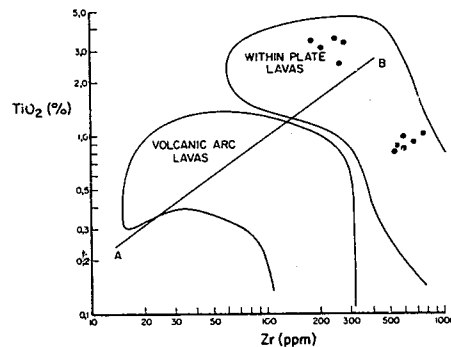


Fig.2- Diagrama Zr- TiO_2 para las rocas básicas e intermedias(Pearce,1980)

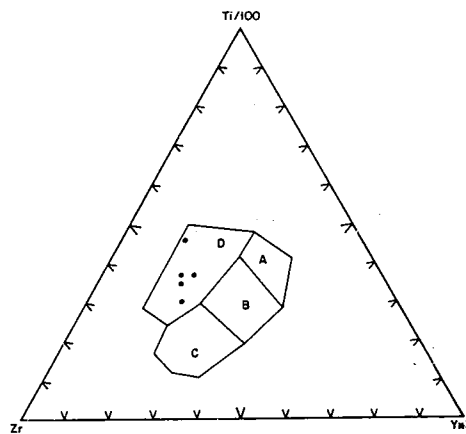


Fig.3- Diagrama Zr-Ti-Y para las rocas básicas (Pearce y Cann, 1973).

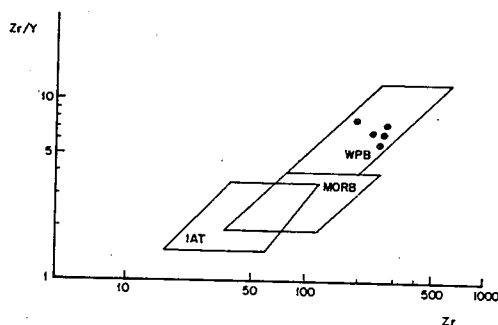


Fig.4- Diagrama Zr/Y-Zr para las rocas básicas (Pearce y Norry, 1979).

3.2 - Litologías Intermedias

Las rocas que petrográficamente incluimos en este grupo tienen unos contenidos en SiO_2 que varían entre 56% y 67%. Sus elevados valores de álcalis son debidos en parte a modificaciones posteruptivas, que también han lixiviado el CaO y MgO y modificado la relación de oxidación.

Las relaciones Nb/Y-Zr/ TiO_2 son propias de traquiandesitas. (Fig.1). La suma de Tierras Raras ($\Sigma \text{REE} = 212-370$ y las relaciones $(\text{La/Lu})_{\text{en}} = 4-9,3$ y $\text{Eu/Sm} = 0,21-0,32$ son características de rocas intermedias asociadas a basaltos alcalinos (Cullers y Graf, 1984).

En cuanto al ambiente geotectónico, su relación TiO_2 -Zr (Fig.2) las hace compatibles con lavas producidas en ambientes de intraplaca.

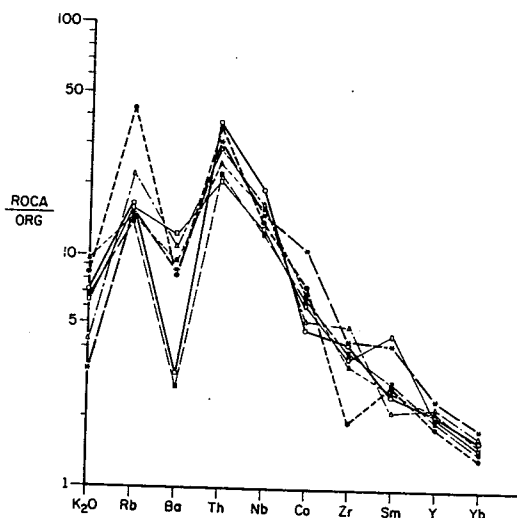


Fig.5- Pautas de variación de elementos incompatibles en las rocas ácidas (Pearce et al., 1984).

3.3 - Litologías Ácidas

Estas rocas alcanzan unos contenidos en SiO_2 comprendidos entre 68% y 76%. Las relaciones Nb/Y-Zr/Ti corresponden a riolitas (próximas a los límites de traquiandesita) y a comenditas-pantelleritas (Fig.1). La suma de Tierras Raras ($\Sigma \text{REE}=452-869$) y las relaciones $(\text{La/Lu})_{\text{CN}} = 4,4-10,8$ y $\text{Eu/Sm} = 0,13-0,23$ nos permite considerarlas como rocas félsicas asociadas a basaltos alcalinos (Cullers y Graf. 1984).

Para obtener información del ambiente geotectónico en que fueron generadas, se han seleccionado distintos elementos significativos en la petrogenésis de rocas ácidas, y se han normalizado al granito de fondo oceánico, ORG de Pearce et al. (1984). Las pautas que se observan en la Fig.5 son análogas a las que muestran las rocas graníticas de áreas intraplaca (WPG), como las de la Isla de Ascensión y el rift de Oslo (Pearce et al., 1984).

4 - CONSIDERACIONES GENERALES

El volcanismo del Cámbrico medio que aflora en la región de Zafra-Feria, está constituido por basaltos plagioclásicos, traquitas y riolitas. Los espectros de tierras raras de los tres grupos litológicos muestran un evidente paralelismo, manteniéndose aproximadamente constante la relación entre las tierras raras ligeras y las pesadas (Fig.6). Este hecho se interpreta como una consecuencia de la existencia de procesos de diferenciación en una serie comagmática (Zielinski, 1975) con incrementos progresivos en los valores de tierras raras con la diferenciación.

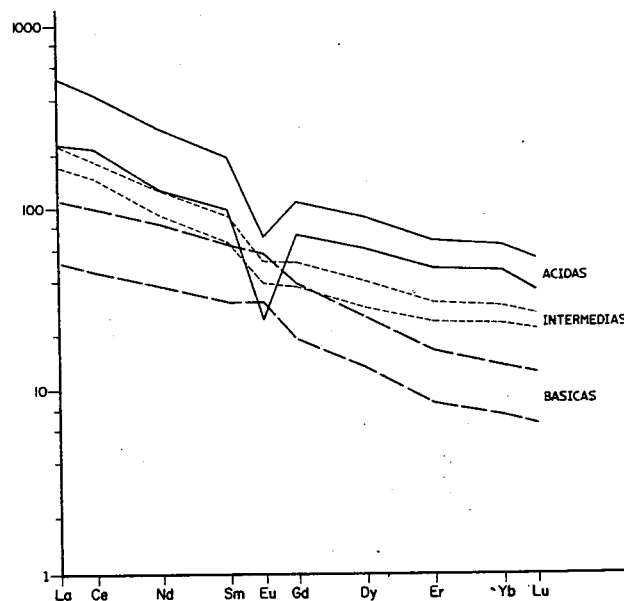


Fig.6- Intervalos de REE de las tres litologías estudiadas normalizadas al condrito de Wakita y Zellmar (en Henderson 1984).

La diferenciación estaría controlada fundamentalmente por fraccionación de plagioclasa, (tránsito de basaltos plagioclásicos a traquitas) o de plagioclasa y feldespato alcalino (evolución desde traquitas a riolitas). La cristalización de estas fases explica satisfactoriamente las variaciones en los contenidos en Eu (Fig.6), así como, posiblemente, los bajos contenidos de Ba en las riolitas (Fig.5).

El espectro de variación de la Fig.5 es también compatible con la hipótesis de las riolitas se hayan originado por diferenciación desde un magma basáltico bastante evolucionado. Los altos valores que se encuentran en la mayoría de las muestras en Rb, Th y Nb, parecen indicar una fuente mantélica enriquecida en elementos incompatibles. Sin embargo, el hecho de que algunas riolitas presentan valores más bajos de Nb en relación con los de Rb y Th, así como los altos de Sm en relación con Zr e Y, podría sugerir una cierta contaminación crustal (Pearce et al., 1984).

Las características de la secuencia volcánica son compatibles con un origen en un contexto de intraplaca. La asociación de las rocas volcánicas con sedimentos terrígenos marinos, sugiere que el marco geotectónico más probable es el representado por un margen continental del tipo pasivo. El volcanismo tendría su origen en fenómenos de extensión ligados a la dinámica de dicho margen. Si la magnitud del volcanismo puede interpretarse como un indicación de la importancia de la distensión, puede concluirse que en la región de Zafra-Feria esta no fué muy importante.

BIBLIOGRAFIA

- BARD, J.P. (1964).- Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra (provincia de Badajoz, España). Not y Com. Inst. Geol. Min. de España 76, 175-180.
- BARD, J.P. (1969).- Le métamorphisme regional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie occidentale (Espagne). Sa place dans le segment Hercynien Sub-Iberique. These Doctoral, Université de Montpellier, 397 pp.
- CULLERS, R.L. y GRAFF, J.L. (1984).- Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: Predominantly basic and ultrabasic rocks. In: P. Henderson (edit), Elsevier Amsterdam 237-274.
- DUPONT, R. (1979).- Cadre géologique et métalogenèse des gisements de fer du Sud de la province de Badajoz (Sierra Morena Occidentale, Espagne). Thèse Doctoral Université de Nancy - 371 pp.
- GIL CID, M.D (1986).- "La Albuera del Castellar" nuevo afloramiento en el cámbrico medio de Zafra. Bol. Geol. y Min. de España XCVII-III, 313-318.
- GIL CID, M. D. y MELDU, M. (1987).- Brachiopodes du Cambrien moyen de Zafra (province de Badajoz, Espagne) Geologie Mediterraneum (in press).
- HENDERSON, P. (1984).- General geochemical properties and abundances of the rare earth elements. In: P. Henderson (edit) Elsevier, Amsterdam 1-29.
- INST. GEOL. y MIN de España. (1977).- "Memoria explicativa de la Hoja nº 828 (Barcarrota) del Mapa Geológico de España. E: 1:50,000" IGME, Madrid.
- INST. GEOL. y MIN. de España (1977).- "Memoria explicativa de la Hoja nº 853 (Burguillos el Cerro) del Mapa Geológico de España. E: 1:50,000" IGME Madrid.
- INST. GEOL. y MIN. de España (1983).- "Memoria explicativa de la Hoja nº 854 (Zafra) del Mapa Geológico de España E: 1:50,000" IGME Madrid.
- LE BAS, J.; LE MAITRE, ; STREKEISEN, A. y ZANETTIN, B. (1986).- A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silice Diagram. Journ of Petrol 27, 245-750.
- LINAN, E. y PEREJON, A. (1981).- El Cámbrico inferior de la "Unidad de Alconera", Badajoz (S.W. de España) Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat 79, 125-148.

- MATA, J. y MUNHA, J. (1986).- Geochemistry of Cambrian meta volcanic rocks from the Cordoba-Elvas domain (Ossa Morena zone). *Maleo*, 2-13, p.27.
- PEARCE, J.A. (1980).- Geochemical evidence for the genesis and eruptive setting of lavas from Tethyan ophiolites. In: *Proceedings of the International ophiolite Symposium Nicosia, Cyprus* 261-272.
- PEARCE, J.A. y CANN, J.R. (1973).- Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses *Earth. Planet. Sci. Let.* 19, 290-300.
- PEARCE, J.A. y NORRY, M.J. (1979).- Petrogenetic implications of Ti, Zr Y and Nb variations in volcanic rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.* 69, 33-47.
- PEARCE, J.A. HARRIS, N.B.W. y TINDLE, A.G. (1984).- Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journ. of Petrol* 25, 956-983.
- WINCHESTER, J.A. y FLOYD, P.A. (1977).- Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.
- ZIELINSKI, R.A. (1975).- Trace element evaluation of a suite of rocks from Reunion Island, Indian Ocean. *Geochim. Cosmochim. Act.* 39, 713-734.