

Estudio petrológico y geoquímico de las vulcanitas de los afloramientos de El Pimpollar, extremo nororiental de la Zona Surportuguesa

Petrological and geochemical study of the volcanic rocks of "El Pimpollar" out-crops, northeastern sector of the South-Portuguese Zone, Spain

F. Bellido ⁽¹⁾, A. Díez Montes ⁽¹⁾ y G. Ortiz ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Geológico y Minero de España, C/ La Calera, nº 1, 28760-Tres Cantos. Madrid. f.bellido@igme.es

⁽²⁾ Instituto Geológico y Minero de España, C/ Ríos Rosas, nº 23, 28003-Madrid

ABSTRACT

The Lower Unit of "El Pimpollar" volcanic outcrop (South-Portuguese Zone) is mainly composed of submarine dacites and andesites, with some subordinate basalts and trachyandesites. All these volcanic materials have intraplate affinities. The more basic rocks have alkaline character and show some differences with the equivalent vulcanites of the Iberian Pyrite Belt.

The rhyolites of the Upper Unit are very rich in K and have geochemical characteristics intermediate between the silica rich igneous rocks related with volcanic arcs or collisional orogens. These rhyolitic rocks are different from other volcanic rocks with similar SiO₂ content of the Iberian Pyrite Belt.

The volcanic suite has a post-Middle-Visean age and its two units extruded in different tectono-sedimentary environments.

Key words: South-Portuguese Zone, volcanism, geochemistry, El Pimpollar

Geogaceta, 40 (2006), 127-130

ISSN: 0213683X

Introducción

En la Zona Surportuguesa (ZSP, Lotze, 1945) afloran principalmente materiales del Devónico Medio al Carbonífero Superior. En su mitad N se localiza la Faja Pirítica Ibérica (FPI), constituida por secuencias volcánicas y series volcanosedimentarias, en las que se encuentran importantes depósitos de sulfuros masivos, y en su extremo nororiental se sitúan los afloramientos volcánicos de El Pimpollar. Inicialmente estos materiales se habían correlacionado con las vulcanitas pérmicas de la cuenca del Viar (Martín Escorza y Rivas Ponce, 1973), aunque posteriormente Simancas (1983) los estudia con más detalle y los relaciona con el vulcanismo de la FPI, asignándoles una edad Viseense Superior.

En el borde oriental, el afloramiento de El Pimpollar está recubierto por los sedimentos detríticos de la Cuenca del Viar, a los que Simancas (1983) atribuye una edad Autuniense (Pérmico Inferior).

El borde S está determinado por una falla normal con cierto componente de desgarre que tiene una dirección aproximada N 70°E y que pone en contacto a los materiales de la Cuenca de El Pimpollar con las rocas plutónicas del Batolito de la Sierra Norte.

Las investigaciones geológicas realizadas en la zona de El Pimpollar, han sido fruto del estudio previo de los mapas aeromagnético y radiométrico realizados por el IGME para el estudio de la Faja pirítica Ibérica, que pusieron de manifiesto la presencia de importantes anomalías magnéticas, y en la radiación gamma natural del K. La geometría de esta última anomalía se puede observar en la figura 1.

Los materiales volcánicos más antiguos identificados en los afloramientos de El Pimpollar corresponden a bloques y cantos de andesitas que se encuentran como clastos en los sedimentos bajo las vulcanitas masivas.

La Unidad Inferior está constituida principalmente por vulcanitas submarinas de composición dacítica y andesítica que representan la masa principal del afloramiento volcánico de El Pimpollar y que pueden presentar estructuras masivas o brechoides.

En los niveles inferiores de la Unidad Superior se encuentran tobas y brechas volcanosedimentarias con gran proporción de componentes líticos y minerales de origen riolítico. También en estos niveles se encuentran ignimbritas y brechas soldadas riolíticas.

El cuerpo riolítico principal está compuesto por rocas porfídicas masivas y es el causante de la fuerte anomalía positiva de

K que se observa en la cartografía radiométrica del afloramiento de El Pimpollar.

Descripción petrográfica de los materiales volcánicos.

En la Unidad Inferior se encuentran vulcanitas cuyas composiciones varían entre andesitas y dacitas. Se trata de rocas que en la gran mayoría de los casos tienen texturas porfídicas, con fenocristales de plagioclasa y en menor proporción de clinopiroxeno, pudiendo aparecer también anfíbol y cuarzo en algunas muestras. Como minerales accesorios se encuentran: magnetita, circón, apatito y biotita.

Las rocas masivas tienen texturas porfídicas, con matriz microcristalina afieltrada o traquitoide, con orientación fluidal.

En los tipos brechoides, los clastos son angulosos y en la mayoría de los casos sus composiciones y texturas son muy semejantes a las de las vulcanitas masivas. La matriz tiene una composición que generalmente es similar a la de los clastos, con fragmentos angulosos de cristales, líticos y vidrios volcánicos, de tamaño muy variable. Estas rocas brechoides proceden de la fragmentación de domos y coladas submarinas durante su efusión.

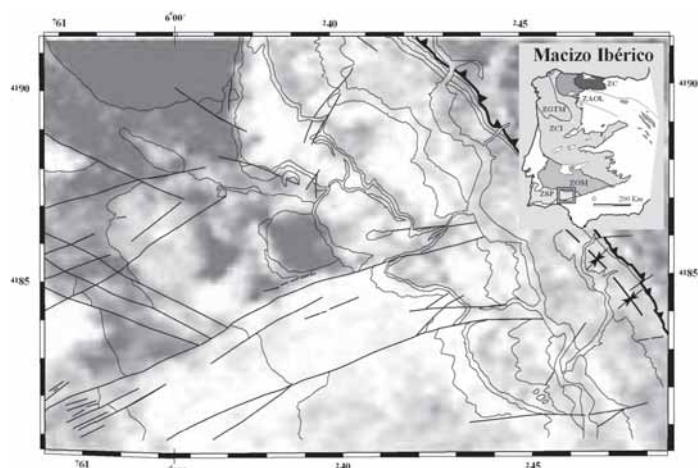


Fig. 1.- Mapa de la radiometría gamma natural del K en el área de "El Pimpollar". Las zonas más ricas en K son las más oscuras.

Fig. 1.- Map of the K natural gamma radiation in the "El Pimpollar" area. The K rich zones are the darkest.

También se encuentran con carácter mucho más restringido rocas más básicas, de composición basáltica o traquiandesítica que pueden tener fenocristales de olivino, plagioclasa y clinopiroxeno en una matriz con textura subofítica-intersertal, formada por listones subidiomorfos de plagioclasa, con clinopiroxeno y vidrio intersticial. La mineralogía accesoria está compuesta esencialmente por opacos.

Estas rocas presentan un grado de alteración variable y están afectadas por carbonataciones, albitizaciones, cloritizaciones, y epidotizaciones que suelen afectar con mayor intensidad a los minerales ferromagnesianos, que con frecuencia están totalmente sustituidos por productos secundarios.

El tipo de vulcanitas ácidas más abundante en los afloramientos de El Pimpollar, son riolitas porfídicas masivas, que forman parte de un domo. Estas rocas tienen abundantes fenocristales de pequeño tamaño de cuarzo y de feldespato potásico (originalmente sanidina). Los fenocristales tienen hábitos idiomorfos, subredondeados o ameboides por efecto de la corrosión magmática, sobre todo los de cuarzo. También pueden encontrarse, en algunos casos, pequeños fenocristales de biotita cloritizada. Como minerales accesorios pueden encontrarse biotita, magnetita, circon, apatito y ocasionalmente fluorita.

En menor proporción, también se encuentran tobas y brechas riolíticas que en algunos casos tienen carácter ignimbrítico. Los componentes minerales fundamentales son feldespatos alcalinos y cuarzo, que pueden encontrarse como fragmentos muy angulosos o como cristales idiomorfos o afectados por la corrosión.

Una gran proporción de los componentes líticos de estas rocas está representada por pequeños fragmentos de vidrio muy angulosos ("shards") que se encuentran aplastados, soldados y desvitificados,

constituyendo una matriz muy compacta en la que se aprecian en algunos casos flameados y microbandedados que pueden estar afectados por pliegues de flujo. En algunas muestras se encuentran fragmentos cuarzo-feldespáticos con texturas simplectíticas o micropegmatíticas que corresponden a rocas subvolcánicas.

Con carácter restringido se encuentran microbrechas y tobas riolíticas de origen volcanosedimentario, con clastos angulosos y subredondeados de líticos volcánicos (entre los que se encuentran a veces vidrios perlíticos) y clastos monominerales (cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico), algunos clastos metamórficos (filitas, cuarcitas y pizarras). Estos clastos están empastados por una matriz detrítica de grano fino y de composición cuarzo-feldespática que presenta un cierto grado de recristalización y cementación hidrotermal.

Caracterización geoquímica de las vulcanitas de El Pimpollar.

Con el fin de establecer su caracterización geoquímica y su correlación con los materiales volcánicos de los sectores más occidentales de la Faja Pírfica Ibérica, se han realizado en los laboratorios del IGME 13 análisis químicos de roca total de las vulcanitas representativas del afloramiento de El Pimpollar.

Los elementos mayores se han determinado mediante fluorescencia de rayos X (XRF) sobre pastillas fundidas con tetraborato de litio. El Na y el Mg se han determinado por absorción atómica (AAS) tras fusión de las muestras con metaborato de litio. La pérdida al fuego se ha realizado por calcinación a 950°C.

La mayoría de los elementos traza, se han determinado por XRF en pastilla prensada con el programa PROTRACE, mientras que el Y y las REE se han determinado por ICP-MS.

Las rocas analizadas tienen una variabilidad composicional que se extiende desde basaltos hasta riolitas, predominando las rocas dacíticas y andesíticas. En el diagrama de Winchester y Floyd (1977, Fig. 2A), puede observarse la distribución de las muestras analizadas en este trabajo en los distintos campos composicionales definidos en el mismo. También se ha representado en este diagrama el campo de variación de las rocas volcánicas de la Faja Pírfica Ibérica, con un sombreado gris. El extremo más básico está representado por basaltos, que son bastante escasos y que corresponden a coladas submarinas intercaladas entre las andesitas y dacitas. Estos basaltos son subsaturados en SiO₂ (Ne normativos) y tienen afinidad alcalina.

Dentro del grupo andesítico-dacítico, la roca más básica, es metaaluminica y se proyecta en el campo alcalino, mientras que las más ácidas son peraluminicas y se proyectan en el campo subalcalino.

El extremo más ácido del conjunto volcánico estudiado corresponde a riolitas potásicas y peraluminicas. No obstante, se ha encontrado una riolita sódica (K₂O/Na₂O=0,38) que tiene un carácter peraluminico más débil que el resto de las riolitas estudiadas y se proyecta en el campo de las comenditas-pantelleritas (Fig. 2A).

Al comparar estos materiales con las vulcanitas de la Faja Pírfica Ibérica (Fig. 2A), se observa que la mayor parte de las rocas de El Pimpollar se proyectan dentro del campo de variación de esta región volcánica, aunque los materiales más básicos tienen un carácter más alcalino. También la riolita sódica se sitúa fuera del campo de variación normal de las vulcanitas de la FPI.

Los espectros de REE de las rocas dacítico-andesíticas y del basalto, normalizados a la composición condritica (Fig. 2B), son relativamente similares. No obstante, los tipos más básicos presentan fraccionamientos más bajos, con relaciones La/Yb_n medias del orden de 2,5 y carecen de anomalías negativas de Eu, mientras que las rocas dacíticas tienen fraccionamientos más elevados (La/Yb_n H⁺ 3,9) y pequeñas anomalías negativas de Eu. Estas últimas rocas tienen contenidos de LREE superiores a los de las vulcanitas básicas de la FPI.

La vulcanita basáltica de El Pimpollar, tiene unas relaciones Ba/Nb, Zr/Hf, Ti/Zr y K/Rb bastante diferentes a las medias de las vulcanitas básicas de la FPI y presenta algunas semejanzas con los basaltos de tipo E-MORB y OIB (Fig. 2E, Tabla I), si bien la relación Zr/Hf es muy superior y la relación K/Rb es bastante inferior en la vulcanita de El Pimpollar.

Las riolitas potásicas tienen unos espectros de REE normalizados al condrito muy homogéneos con fraccionamientos débiles de las LREE y prácticamente nulos de las HREE (Fig. 2C). Las relaciones medias La/Yb_n son aproximadamente de 1,5 y tienen fuertes anomalías negativas de Eu con relaciones Eu/Eu^* de hasta 0,23. Al

comparar los espectros de estas vulcanitas con los de las riolitas de la FPI se observa que sus contenidos de LREE son inferiores, mientras que los de HREE se encuentran dentro del campo de variación de aquellas. Estas riolitas tienen unas relaciones Ba/Nb , La/Nb , Th/U , La/Sm , La/Yb , P/Ce y K/Rb sensiblemente diferentes a las

de las riolitas de la FPI (Fig. 2F, Tabla I), que en principio permiten pensar en la hipótesis de una génesis diferente para ambos grupos de riolitas.

La riolita sódica tiene mayores contenidos y un fraccionamiento más elevado de LREE que las riolitas potásicas, mientras que para las HREE, el fraccionamiento

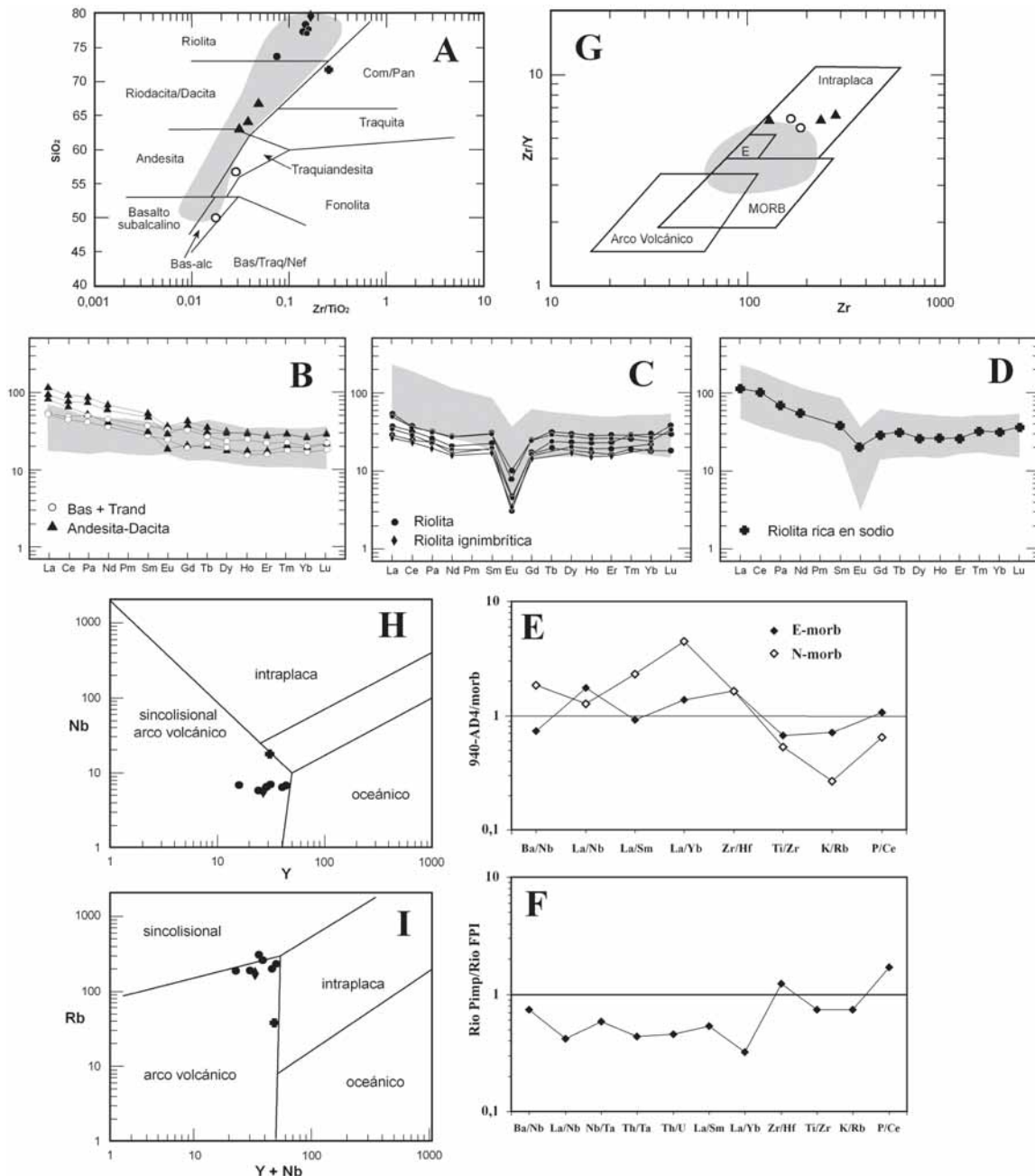


Fig. 2. A/ Proyección de las rocas volcánicas analizadas en el diagrama de Winchester y Floyd (1977). B, C, D/ Diagramas de REE de las rocas volcánicas de la Unidad Inferior (B); riolitas ricas en K (C); riolita rica en Na (D). (Normalizadas al condrito, Sun y McDonough, 1989). E/ Relaciones interelementales del basalto 940-AD-4. Normalizadas los basaltos E-MORB y N-MORB. F/ Relaciones interelementales de la media de las riolitas ricas en K normalizadas a la media de las riolitas de la FPI. G/ Proyección de las vulcanitas de la Unidad Inferior en el diagrama de caracterización tectónica de Pearce y Norry (1979). H, I/ Proyección de las riolitas de "El Pimpollar" (Unidad Superior), en los diagramas de caracterización tectónica de Pearce *et al.* (1984).

Fig. 2.- A/ Plot of the analyzed volcanic rocks in the Winchester & Floyd (1977) diagram. B, C, D/ REE diagrams of volcanic rocks of the Lower Unit (B); K rich rhyolites (C); Na rich rhyolite (D). (Chondrite normalized, Sun and McDonoug, 1989). E/ Element ratios of 940-AD-4 basalt. (E-MORB and N-MORB normalized). F/ Element ratios of the average K-rich rhyolites. (Average FPI rhyolites normalized). G/ Plot of the Lower Unit volcanic rocks of "El Pimpollar" in the tectonic discrimination diagram of Pearce and Norry (1979). H, I/ Plot of the "El Pimpollar" rhyolites (Upper Unit), in the tectonic discrimination diagram of Pearce *et al.* (1984).

	Pimpollar media de riolitas	Pimpollar riolita rica en Na	Pimpollar Basalto 940-AD4	Pimpollar Andesitas y dacitas
Ba/Nb	36,3	17,4	5,05	17,4-119,6
La/Nb	1,38	1,54	1,41	1,59-4,26
Nb/Ta	6,25	44,75	-	-
Th/Ta	6,21	27,75	-	-
Th/U	2,10	4,62	-	-
La/Sm	2,50	4,67	2,22	3,0-4,26
La/Yb	2,21	5,02	3,70	4,50-6,22
Zr/Hf	38,2	48,7	59,7	34,8-45,9
Ti/Zr	6,61	3,96	55,40	20,7-35,9
K/Rb	243	557	293	307-444
P/Ce	13,55	1,81	44,8	8,85-29,12

Tabla I.- Principales relaciones interelementales

Table I.- Main interelement ratios

to es prácticamente nulo y similar al de aquellas (Fig. 2D). Esta vulcanita tiene una anomalía negativa de Eu bastante débil y un contenido total de REE superior al de las riolitas potásicas de El Pimpollar, situándose su espectro dentro de los límites de variación de las riolitas de la FPI.

Esta roca tiene unas relaciones Ba/Nb, Th/U, La/Sm, La/Yb, Ti/Zr, P/Ce y K/Rb bastante diferentes de las de las riolitas potásicas de El Pimpollar, y estas mismas relaciones son también claramente diferentes de las medias de las riolitas de la FPI (Tabla I).

Las vulcanitas de la Unidad Inferior de El Pimpollar, se proyectan en el campo del magmatismo intraplaca en el diagrama Zr-Zr/Y de Pearce y Norry (1979, Fig. 2G). En este diagrama, el campo de variación de las vulcanitas básicas de la Faja Pirítica Ibérica tiene su centro de gravedad entre los campos de los basaltos MORB y los intraplaca. Las rocas más básicas de esta unidad se localizan en los límites del mismo y dentro del campo de intraplaca.

En el diagrama de caracterización geotectónica Y-Nb de Pearce *et al.* (1984, Fig. 2H), las riolitas de El Pimpollar se proyectan en el campo de las asociaciones magmáticas sin-colisionales o de arco volcánico, pudiéndose observar que la riolita sódica se separa del conjunto y tiende a situarse junto al límite de las asociaciones magmáticas intraplaca. Esta situación vuelve a repetirse en el diagrama Rb frente a Y+Nb de los mismos autores (Fig. 2I), apreciándose nuevamente que la riolita rica en Na se separa del conjunto, que se sitúa junto a la divisoria de los campos de los magmatismos intraplaca y sin-colisionales.

Discusión y conclusiones

El estudio de las vulcanitas de los afloramientos de El Pimpollar y de los mate-

riales sedimentarios relacionados con ellos pone de manifiesto la existencia de dos episodios volcánicos principales, entre los que verosímilmente se ha producido un importante cambio en la tectónica regional que ha inducido profundos cambios en la cuenca sedimentaria y en la naturaleza del magmatismo.

Los materiales del primer evento volcánico (Unidad Inferior) son predominantemente de composición dacítico-andesítica con proporciones subordinadas de rocas basálticas o riolíticas y su efusión se ha producido en un medio submarino relativamente profundo en el que se registra sedimentación de rocas silíceas radiolaríticas.

Con posterioridad a la llegada a la cuenca de aportes de sedimentos clásticos muy gruesos, relacionables con "debris flows" que contienen clastos de calizas de edad Visense Medio y gran cantidad de clastos de pizarras y metacuarcitas, se produce un evento volcánico riolítico (Unidad Superior), en cuyos tramos basales se encuentran depósitos volcano-sedimentarios e ignimbríticos que posiblemente se han formado en condiciones muy superficiales o localmente subaéreas.

Entre los materiales más básicos del primer episodio volcánico se encuentran basaltos que tienen afinidad alcalina y mayor relación La/Yb que los de la FPI. Estos basaltos tienen cierta semejanza con los basaltos de tipo E-MORB. Las rocas dacíticas y andesíticas tienen contenidos superiores de LREE y elevadas dispersiones en muchas de las relaciones interelementales más características (La/Nb, K/Rb, P/Ce).

El conjunto de materiales de este primer episodio volcánico presenta afinidades intraplaca de acuerdo con los criterios del diagrama de discriminación de Pearce y Norry (1979).

Las riolitas ricas en K del episodio volcánico superior presentan relaciones La/Nb inferiores a las de las basaltos, andesitas y dacitas de la Unidad Inferior, lo que en principio apoya la hipótesis de que su génesis es independiente de la evolución petrogenética del conjunto intermedio-básico de El Pimpollar. Estas riolitas potásicas presentan también bastantes diferencias con el quimismo de las riolitas de los sectores más occidentales de la FPI, tanto con respecto a los contenidos de LREE como a las relaciones entre los elementos incompatibles más característicos. Esta Unidad Superior riolítica es asignable a ambientes de arco volcánico o sin-colisionales según los

diagramas de caracterización geotectónica por criterios geoquímicos de Pearce *et al.* (1977).

La cronología de los episodios volcánicos de El Pimpollar, así como sus características petrológicas y geoquímicas permiten estimar que corresponden a unos eventos volcánicos que son tardíos y posiblemente independientes con respecto a la actividad magmática principal de la Faja Pirítica Ibérica. Las variaciones petrológicas y geoquímicas que se registran entre el episodio magmático inferior y el superior del afloramiento de El Pimpollar pueden estar relacionadas con una etapa de cambios importantes en el régimen tectónico y sedimentario.

Agradecimientos

Estos estudios se han realizado en el marco del proyecto BTE 2003-0290, subvencionado por la DGICYT. Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los propietarios y personal de las fincas de El Pimpollar y de Los Portales, por la amabilidad con que han permitido la realización de los estudios de campo.

Referencias

- Eversen, N.M., Hamilton, P.J. y O'Nions (1978). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42, 1199-1212
- Martín Escorza, C. y Rivas Ponce, A. (1973). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº940 (Castilblanco de los Arroyos)*. IGME.
- Lotze, F. (1945). *Geotektonische Forschungen*, 6, 78-92 (Traducido en: *Publicaciones Extranjeras de Geología de España*, 5, 149-166).
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. y Tindle, A.G. (1984). *Journal of Petrology*, 25, 956-983.
- Pearce, J.A. y Norry, M.J. (1979). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69, 33-47.
- Simancas, F. (1983). *Geología de la extremidad oriental de la Zona Sudportuguesa*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 439 p. (Inédita).
- Sun, S.S. y McDonough, W.F. (1989). En: *Magmatism in ocean basins*. (A.D. Saunders y M.I. Norry, Eds.). Geological Society of London Special Publication, 42, 429-448.
- Taylor, S.R. y McLennan, S.M. (1985). *The Continental Crust: its Composition and evolution*. Blackwell, Oxford, 312p.
- Winchester, J.A. y Floyd, P.A. (1977). *Chemical Geology*, 20, 325-343.