

Piroxenos relictos: una clave para la interpretación del vulcanismo en la Faja Pirítica Ibérica

Relict pyroxenes: a key to volcanism interpretation in the Iberian Pyrite Belt

M.L. Fernández-Martín, R Sáez, E. Pascual

Departamento de Geología. Universidad de Huelva. 21819 La Rábida (Huelva).

ABSTRACT

Relict clinopyroxenes from strongly altered basalts sampled in the Sotiel-Torerera area (central sector of the Iberian Pyrite Belt, southwestern Iberian Massif, Spain), have been analysed by EMP. It has been found that clinopyroxene cores are Ti-rich, representing the pyroxene compositions equilibrated with basaltic magma. An alkaline magma character is consequently deduced. Finally, it is suggested that data from relict minerals may indicate the original magma character better than whole-rock geochemistry, in this and other cases in which rock alteration is both intense and polyphased.

Key words: Iberian Pyrite Belt, basaltic magmatism, pyroxenes, alkaline magmas.

Geogaceta, 20 (3) (1996), 568-571
ISSN: 0213683X

Introducción

La Faja Pirítica Ibérica (FPI) constituye el sector central de la Zona Sur Portuguesa (ZSP) del Macizo Hecínico Ibérico, y se caracteriza entre otros rasgos por una gran abundancia de rocas ígneas, volcánicas en su mayoría. Estas rocas ígneas han sido objeto de numerosos estudios (p. ej., Routhier *et al.*, 1978), en gran parte por su relación con los enormes depósitos de sulfuros masivos que dan nombre a la región; pero también por cuanto la caracterización geoquímica del vulcanismo puede indicar el entorno geodinámico en que éste se genera. Ese dato, a su vez, puede ser utilizado para proponer modelos geodinámicos a escala del macizo. Así, Routhier *et al.*, (1978) han sugerido que el vulcanismo de la FPI consiste en una sola serie de rocas, esencialmente calcoalcalina. Por su parte, Munha (1983) concluye que el vulcanismo de la FPI es esencialmente bimodal, y que las verdaderas andesitas son raras, opinión que es compartida por Simancas (1983) y que ha sido nuevamente considerada en el modelo geodinámico propuesto por Quesada *et al.*, (1994). Por último, Thiéblemont *et al.*, (1995) sugieren un posible carácter juvenil del protolito cortical del que se genera el vulcanismo ácido a partir de los datos de ciertos elementos trazas.

Una gran parte de las discrepancias que subsisten en la interpretación del vulcanismo de la FPI deriva de la intensa

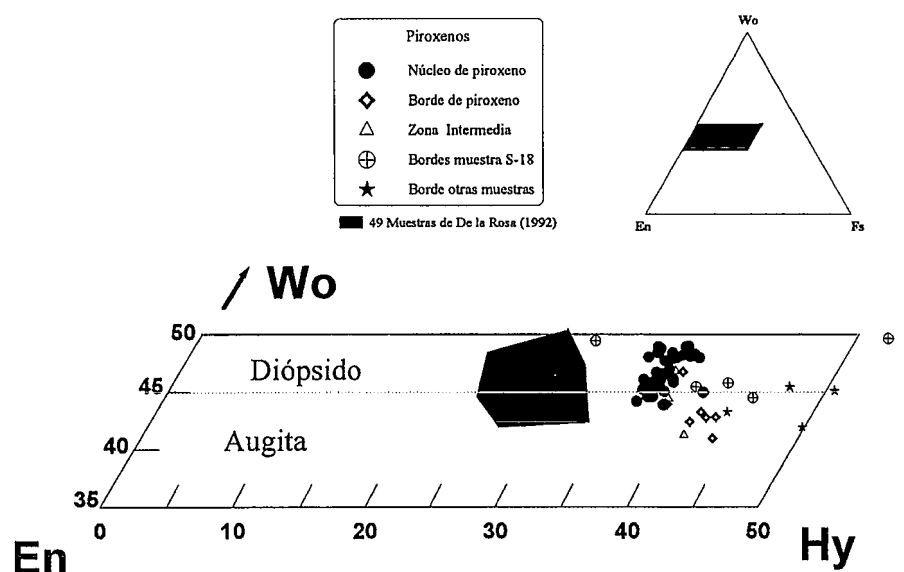


Fig.1.- Ampliación del diagrama Cuadrilateral de Morimoto *et al.*, (1989).

alteración de muchas de las rocas volcánicas, tanto ácidas como básicas. Además, esa alteración se puede producir al menos por las siguientes causas: por interacción con agua marina durante el emplazamiento de las rocas («metamorfismo hidrotermal», Barriga, 1990), por circulación hidrotermal focalizada contemporánea de la génesis de sulfuros masivos y por me-tamorfismo regional. En esas condiciones, es dudosa la utilización de muchos de los diagramas habituales en clasificación geoquímica para el caso de la FPI, puesto que la movilidad

elemental puede afectar a la mayor parte de los elementos mayores y trazas, incluso los menos móviles (Almodóvar *et al.*, 1995). Por tanto, consideramos que en estos casos el estudio de fases minerales relictas, cuya cristalización en equilibrio con un magma pueda ser probada, es una alternativa al estudio geoquímico en roca total.

Los datos que presentamos se refieren a rocas del sector central de la FPI (área de Sotiel Torerera). En el marco de un estudio local del vulcanismo, se han muestreado especialmente los cuerpos ígneos básicos de mayor potencia, tanto en superficie como

en sondeos de investigación minera. Se ha revelado así un número de rocas volcánicas y subvolcánicas básicas con relictos de clinopiroxeno relativamente abundantes. El análisis de los piroxenos y la aplicación del método de Leterrier *et al.*, (1982) demuestra que en la FPI el estudio de relictos puede indicar más claramente que los de roca total el origen y el entorno geodinámico, al menos en el caso del vulcanismo básico.

Petrografía

Se han muestreado rocas básicas volcánicas y subvolcánicas, Todas ellas ligadas al primer episodio volcánico, conocido regionalmente como VB₁. Las rocas subvolcánicas, que por lo general son diabasas, muestran textura ofítica, con cristales poiquilíticos de augita titanífera (Foto 1) que incluyen cristales tabulares desorientados de plagioclasa albitizada, junto con ilmenita y otros óxidos, clorita, epidota, titanita y apatito. Algunas rocas muestran mayor tamaño de grano y texturas granulares gruesas, constituidas fundamentalmente por piroxenos, albita, epidota, clorita, carbonatos, rutilo, apatito, esfena, ilmenita, prehnita y pumpellita. Estas rocas de grano grueso corresponden a la parte central de un gran sill, en cuyos bordes el tamaño de grano es bastante más fino.

Las rocas volcánicas muestran textura porfídica con matriz microlítica, y están compuestas por augita titanífera (Foto 2) de hábito muy alargado con tendencia esquelética, anfíbol, albita, carbonato, clorita, ilmenita y otros óxidos, epidota y apatito. Es de especial interés destacar que estos piroxenos, cuyo hábito indica precipitación rápida del magma basáltico, no pueden relacionarse con procesos de diferenciación a baja presión (por ejemplo, de acumulación en un reservorio subsuperficial), y nos muestran cuál fue la composición en equilibrio con el magma extrusivo.

Composición de los piroxenos

Con el fin de caracterizar la química del vulcanismo se han realizado una serie de análisis de microsonda electrónica sobre piroxenos relictos. Los análisis han sido realizados en microsonda electrónica CAMEBAX en los laboratorios del BRGM en Orléans (Francia).

Los análisis de piroxenos han sido representados en el diagrama cuadrilateral $Mg_2Si_2O_6$ (En), $Fe_2Si_2O_6$ (Fs), $CaMgSi_2O_6$ (Di) y $CaFe^{2+}Si_2O_6$ (Hd) de Morimoto *et al.*, Fig. 1). En él se observa que los clinopiroxenos de las rocas básicas muestran una notable heterogeneidad química. Se aprecian, al menos, dos grupos bien diferencia-

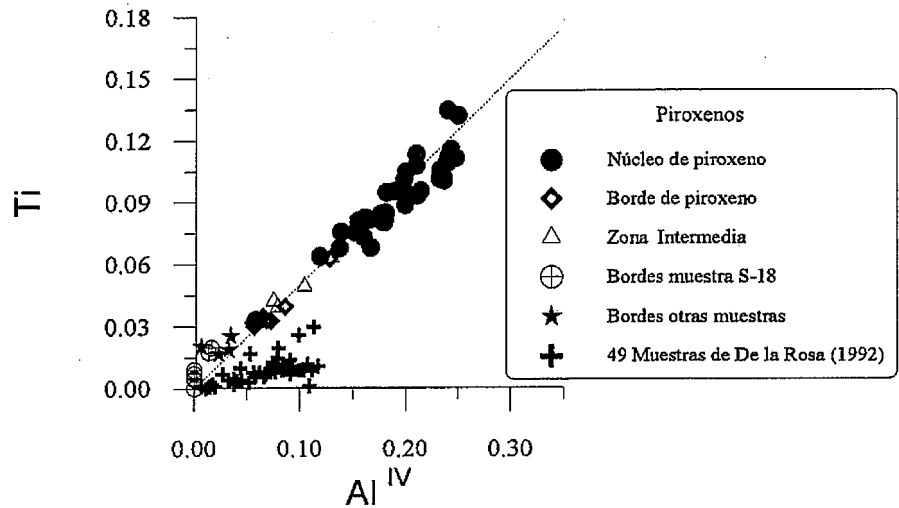


Fig. 2.- Digrama binario de variación del Ti/AIIV.

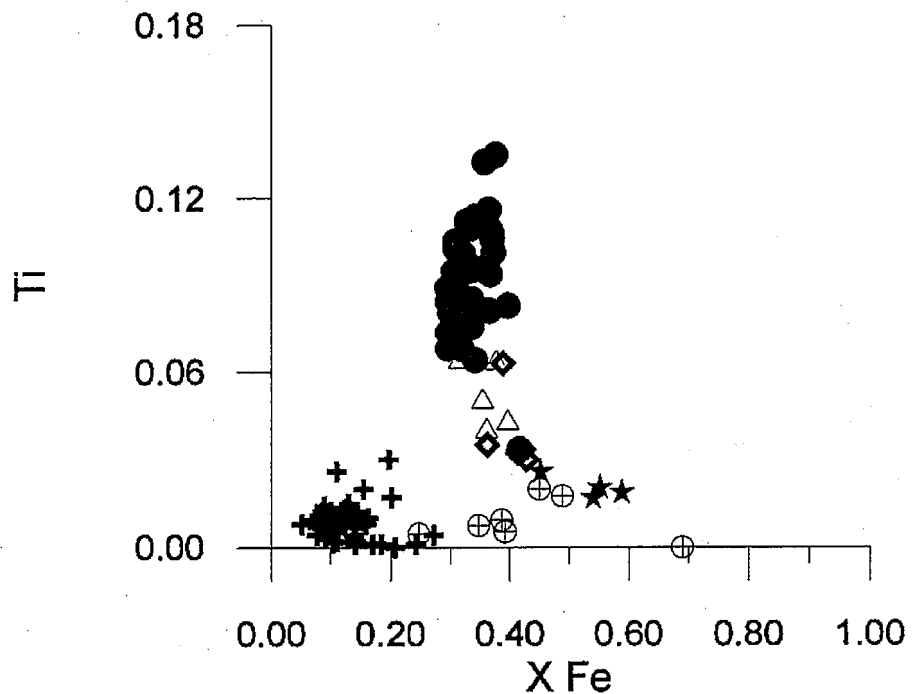


Fig. 3.- Diagrama de variación del Ti respecto a la fracción molar del Fe. Símbolos: ver figura 2.

dos: unos, próximos al límite diópsido-augita aunque en el campo del diópsido. Como se verá, esta posición corresponde a los piroxenos titaníferos. Por otro lado, aparecen algunos piroxenos en el campo de la hedenbergita, con menores cantidades de titanio y mayor contenido en calcio.

El gráfico Ti/AI^{IV} (Fig. 2), informa sobre la importancia relativa de los distintos pares de sustitución que tienen lugar en los piroxenos. En este caso, los datos químicos de los piroxenos se aproximan a la línea Ti/Al = 1/2, lo que indica que hay una sustitución completa del Ti por el Al. Por lo tanto, la sustitución más significativa en estos piroxenos es la Ti-Tschermak, aunque los bordes de los piroxenos no se

adaptan de manera homogénea a la línea Ti/Al = 1/2, notándose una mayor dispersión de las muestras que se refleja mejor en la Figura 3.

En el diagrama Ti/X_{Fe}, (Fig. 3), se observan valores muy elevados de titanio para los núcleos de cristales de piroxenos, con valores máximos de 0,14 % de contenido en titanio atómico. Para esta población de muestras, la fracción molar del hierro se mantiene constante entre 0,3 y 0,4. Los piroxenos del borde contienen mucho menos titanio y una gran variación en la X_{Fe} desde 0,25 hasta 0,7 para una misma muestra. Tanto la dispersión de valores de X_{Fe} como el bajo valor de Ti, y sobre todo de Al, de estas zonas de borde, sugieren que los bor-

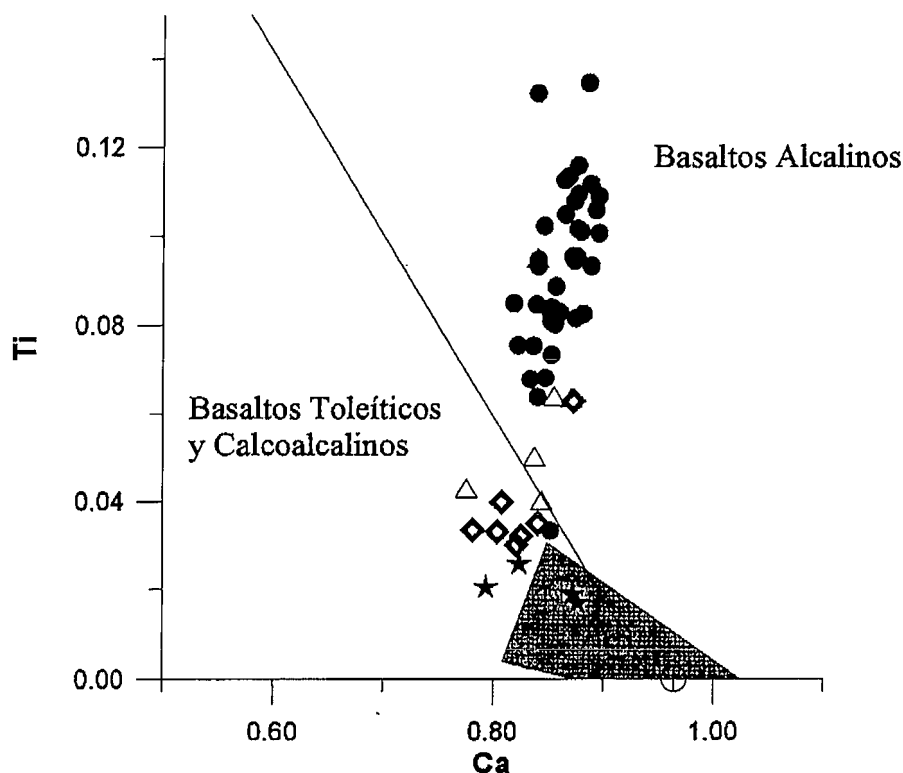


Fig. 4.- Diagrama de Leterrier et al (1982). Símbolos: ver figura 1.

des de los piroxenos no son cogenéticos con sus núcleos, y plantean problemas que exceden los objetivos de este trabajo, en particular porque es preciso explicar la gran variación de X_{Fe} en zonas de borde de una misma muestra (v. datos de la muestra S-18 en la Fig. 3). En términos absolutos, la X_{Fe} es elevada en ambos tipos de muestras (tanto en núcleos como en bordes), lo que puede indicar que estos piroxenos no precipitaron de magmas primarios, en vista de la baja X_{Fe} de los piroxenos que precipitan de estos últimos (Basaltic Volcanism Study Project, 1981). Se trataría, por tanto, de magmas básicos más evolucionados.

En el diagrama de Leterrier *et al.*, (1982), usado para la clasificación de rocas básicas a partir de la composición de los piroxenos (Figura 4) se observa que la gran mayoría, a excepción de algunos bordes, se sitúan en el campo de los basaltos alcalinos. Sin pretender asignar inequívocamente un ambiente geodinámico a partir de un diagrama de clasificación mineral, este hecho parece significativo, tanto más cuanto que los piroxenos de rocas plutónicas básicas posttercénicas del N de la Faja Pirítica estudiados por De la Rosa (1992) se sitúan en el campo toleítico, en todo caso subalcalino.

Discusión y conclusiones

Los datos presentados, que indican carácter alcalino de las rocas basálticas del VB₁ en la FPI, sugieren la generación de esas rocas basálticas en un ambiente geodinámico distensivo, en concordancia con los trabajos previos de Munha (1983) y Simancas (1983). Por otra parte, la comparación con piroxenos de rocas plutónicas del Batolito de la Sierra Norte de Sevilla (de la Rosa, 1992), concuerda con la reciente conclusión de otros autores (Quesada *et al.*, 1994), que sostienen la falta de relación geoquímica entre las rocas volcánicas del CVS y las rocas plutónicas del borde septentrional de la Faja Pirítica Ibérica (o del borde meridional de la Zona de Ossa-Morena). No obstante, esta conclusión no es unánimemente compartida (p. ej., Schutz, 1987; Thieblémont *et al.*, 1995), por cuanto algunos indicadores geoquímicos, basados en datos de roca total, sugieren una analogía entre los dos grupos de rocas.

En otros puntos de la FPI se han descrito piroxenos que no muestran carácter alcalino como los descritos. Sin entrar en una discusión que excede los límites de este trabajo, es necesario admitir, al menos provi-

sionalmente, que la complejidad del vulcanismo puede ser mayor y que el carácter del vulcanismo pueda variar en el tiempo (puesto que todos los relictos de carácter alcalino corresponden al episodio VB₁), O bien en el espacio, lo cual parece menos probable en vista de que rocas alcalinas han sido descritas al oeste de la FPI (Munha, 1983). En todo caso, el hecho de que los análisis de los piroxenos titaníferos muestren el mismo contenido en Ti y Al y el mismo valor de X_{Fe} , tanto en rocas volcánicas como subvolcánicas, indica que los valores elevados en Ti no corresponden a la cristalización de piroxeno a partir de líquidos residuales generados por procesos subsuperficiales (por ejemplo, ferrogabros producidos por acumulación de fases precoces), sino que representan cristales precipitados del líquido basáltico, tal y como éste se sitúa en su nivel de emplazamiento. Este líquido ha debido sufrir fraccionamiento antes de dicho emplazamiento, en vista de su elevada X_{Fe} , y no es un magma basáltico primario, pero no parece un derivado de magmas primarios subalcalinos.

Sin pretender que los datos locales aquí presentados representen toda la complejidad del vulcanismo de la FPI, sostenemos que hay un número de razones para preferir datos mineralógicos para la interpretación del vulcanismo en esta región. Sobre todo, porque la intensa alteración de todas las rocas ígneas de la Faja Pirítica, así como la multiplicidad de los procesos que la producen, hace muy problemática la interpretación de diagramas de clasificación de roca total. Así, no es admisible comparar sin más las rocas volcánicas de la Faja Pirítica con el plutonismo de las zonas más septentrionales por el carácter trondjemítico de estas últimas (Schutz *et al.*, 1987), porque eso supondría ignorar la movilidad generalizada de álcalis durante los procesos de alteración. Análogamente, no está probado que elementos trazas como los utilizados por Thieblémont *et al.*, (1995) sean totalmente inmóviles durante todos esos procesos, máxime cuando los mismos elementos se movilizan, al menos, durante la alteración hidrotermal intensa en la Faja Pirítica (Almodóvar *et al.*, 1995).

Como conclusión, en lo que respecta a la clasificación del vulcanismo, consideramos que los datos presentados refuerzan las opiniones previas de que el vulcanismo de la FPI es esencialmente bimodal, con una serie de rocas basálticas y otra ácida, esencialmente subalcalina, que evolucionan separadamente. Tal vulcanismo, de quimismo moderadamente alcalino al menos en parte

de las rocas básicas, es similar al de algunas zonas de rift incipiente, y se puede haber generado en este caso en cuencas distensivas, posiblemente de pull-apart.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado mediante contrato suscrito entre la Universidad de Huelva y la Compañía SELEMSA, a la que agradecemos además las facilidades para la publicación de los resultados. Agradecemos asimismo al BRGM el uso de la microsonda electrónica.

Referencias

- Almodóvar, G.R., Sáez, R., Toscano, M. & Pascual, E. (1995). In: J. Pasava, B. Kríbek & K. Zák (eds). Mineral deposits, Balkema, Rotterdam, 217-220 pp.
- Basalt Volcanism Study Project (1981). Pergamon Press, inc., New York 1286 pp.
- De la Rosa, J.D. (1992): Tesis Doc. Univ. Sevilla.
- Barriga, F.J.A.S. (1990): RD Dallmeyer & E. Martinez, (eds), Pre-Mesozoic Geology of Iberia, Springer-Verlag, 369-379.
- Leterrier, J., Maury, R.C., Thonon, P., Girard, D., Marchal, M. (1982): Earth Planet Sci Letters, 59: 139-254.
- Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman J., Aoki, K. y Gottardi, G. (1989): Can Mineral., 27: 143-156.
- Munha, J. (1983): Mem. Serv. Geol. Portugal, 29:39-81.
- Quesada, C., Fonseca, P.E., Munha, J., Oliveira, J.T. y Ribeiro, A. (1994): Bol. Geol. Min. 105: 3-49.
- Routhier, P., Aye, F., Boyer, C., Lécolle, M., Moliere, P., Picot, P. et Roger, G. (1978): Mem. B.R.G.M., 94: 1-265.
- Schutz, W., Ebneith, J. and Meyer, K.D. (1987). Geol. Rundsch, 76: 201-212.
- Simancas, F. (1983): Tesis Doc. Univ. Granada.
- Thiéblemont, D., Marcoux, E., Tégyey, M., Leistel, J.M. (1994): 15° R.S.T., Nancy, 26-28.
- Thiéblemont, D., Stein, G., Leistel, J.M., Tégyey, M. (1995): In: J. Pasava, B. Kríbek & K. Zák (eds). Mineral deposits, Balkema, Rotterdam, 245-247 pp.

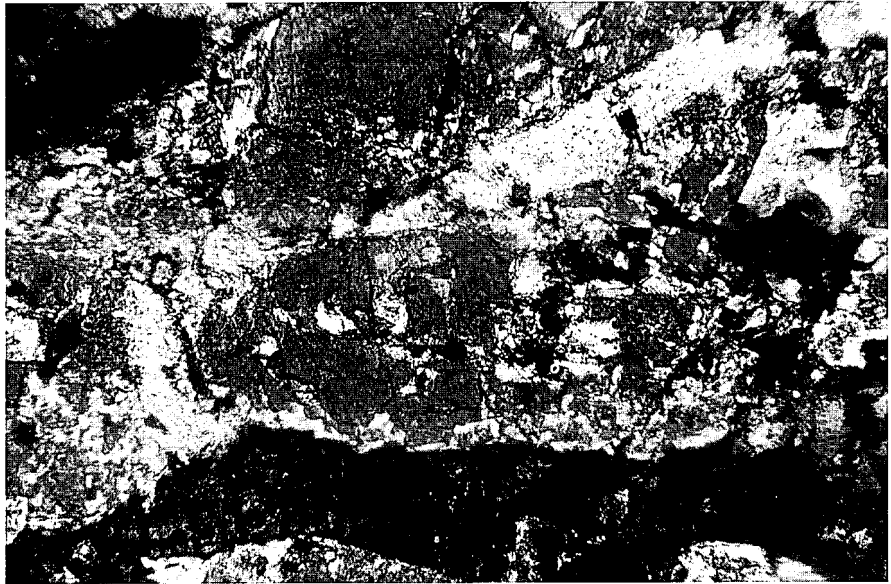


Foto 1.- Fenocristal de piroxeno titanífero en una diabasa. El borde posee composición y textura diferente.



Foto 2.- Fenocristal de augita titanífera de hábito muy alargado en una roca volcánica básica