

# MINERALES ACCESORIOS DE Fe Y Ti EN LAS INTRUSIONES ALCALINAS DE TAMARGADA. LA GOMERA (ISLAS CANARIAS).

J.A.Rodríguez, (1), J.De la Nuez, (1) y J.Martínez-Frías, J. (2)

(1) Departamento Edafología y Geología. Universidad de La Laguna (Tenerife).

(2) Instituto Andaluz de Geología Mediterránea. C.S.I.C. - Facultad de Ciencias - Universidad - 18071-GRANADA.

## RESUMEN

Se define por primera vez, la aparición de fases metálicas ligadas a procesos hidrotermales en La Gomera (Islas Canarias). Se estudian paragénesis de pirita-pirrotina y magnetita-ilmenita para la estimación de sus condiciones de cristalización en las intrusiones alcalinas de Tamargada. La primera asociación indica condiciones de estabilidad entre 650 y 700°C para cristales idiomorfos primarios, mientras que los tipos alotriomorfos se formaron a menos de 500°C, como consecuencia de un metamorfismo de tipo hidrotermal. La paragénesis magnetita-ilmenita señala un intervalo entre 700 y 790°C que corresponde a la temperatura de cristalización magmática.

**Palabras clave:** Minerales Fe y Ti, rocas alcalinas, Tamargada, La Gomera, (I. Canarias).

## ABSTRACT

Ore phases linked to hydrothermal processes were detected in La Gomera (Islas Canarias). Pyrite-pyrrhotite and magnetite-ilmenite associations in Tamargada's alkaline rocks are studied and used as geothermometric indicators. The former pair suggests a stability about 650-700°C for primary and idiomorphic types, and less than 500°C for secondary allotriomorphic ones, formed by hydrothermal metamorphism. Magnetite-ilmenite pairs, point out an interval about 700-790°C that would come up to the magmatic crystallization temperature.

**Key words:** Fe-Ti minerals, alkaline rocks, Tamargada, La Gomera, Canarias.

Rodríguez, J.A., De la Nuez, J. y Martínez Frías, J. (1990): Minerales accesorios de Fe y Ti en las intrusiones alcalinas de Tamargada, La Gomera, Islas Canarias. *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 161-166

Rodríguez, J.A., De la Nuez, J. y Martínez Frías, J. (1990): Fe and Ti accessory minerals in the alkaline intrusions of Tamargada, La Gomera (Islas Canarias). *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 161-166

## 1. INTRODUCCIÓN

Las intrusiones alcalinas de Tamargada están localizadas en un área reducida en las proximidades de dicha localidad (Fig. 1) y están constituidas fundamentalmente por gabros alcalinos y sienitas s.s. (Cendrero, 1971; Rodríguez, 1988). Aparecen en contacto intrusivo con las rocas gabroides del Complejo Basal, que a su vez intruyen en materiales volcánicos submarinos, como ocurre en las islas de Fuerteventura y La Palma (Fuster *et al.*, 1980; De la Nuez, 1983). Estas rocas alcalinas serían los últimos cuerpos intrusivos del Complejo Basal, con una posición volcanoestratigráfica similar a la de los complejos circulares estudiados por

Muñoz (1969). Posteriormente, están en parte intruidas por el Complejo Traquítico-Fonolítico, formación volcánica sin ninguna relación genética con las intrusiones de Tamargada (Rodríguez, 1988).

El cuerpo intrusivo principal de Tamargada, que se prolonga por venas y diques alcalinos, produce en las rocas encajantes fenómenos de alcalinización (Cendrero, 1971), que en otras islas han sido ampliamente descritos (Fuster *et al.*, 1968; Gastesi, 1969; De la Nuez, 1983). Asimismo, estas intrusiones presentan una mineralogía secundaria debida a un metamorfismo hidrotermal de grado bajo.

Con este trabajo se pretende contribuir a la determinación de las condiciones de formación de pares de

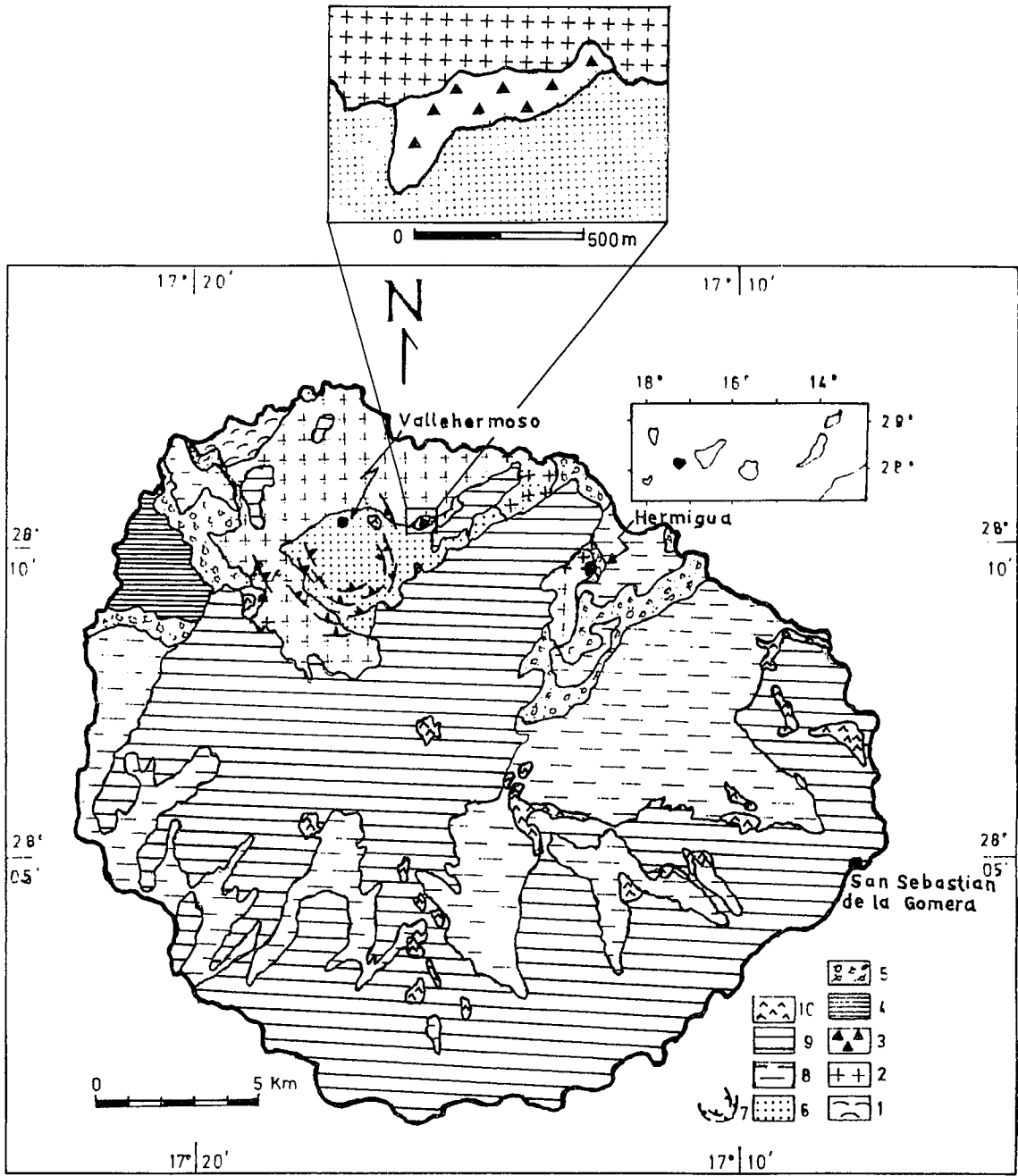


Fig. 1.-Situación de las intrusiones alcalinas de Tamargada en el marco geológico de la isla de La Gomera (basado en Bravo, 1964; Cendrero, 1971 y Rodríguez, 1988). Complejo basal: 1.- Sedimentos y lavas submarinas; 2.- Rocas plutónicas básicas; 3.- Intrusiones sieníticas (gabros alcalinos y sienitas s.s.). Series volcánicas posteriores: 4.- Basaltos antiguos inferiores; 5.- Aglomerados volcánicos; 6.- Complejo traquítico-fonolítico; 7.- Cone-sheet; 8.- Basaltos antiguos superiores; 9.- Basaltos subrecentes; 10.- Doms y coladas sálicas.

Fig. 1.-Location of Tamargada alkaline intrusions in Gomera geological sketch (after Bravo, 1964; Cendrero, 1971 and Rodríguez, 1988). Basal Complex: Deep sea sediments and lavas; 2.- alkaline plutonic rocks; 3.- Sienitic intrusions (alkaline gabros and sienites s.s.). Later volcanic series: 4.- Bottom old basalts; 5.- Volcanic agglomerates; 6.- Traquitic and fonolitic complex; 7.- Cone-sheet; 8.- Top old basalts; 9.- Subrecent basalts; 10.- Domes and salic coladas.

minerales metálicos (pirita-pirrotina, magnetita-ilmenita), que aparecen como accesorios en estas rocas y que se generan en la fase magmática en unos casos y en la hidrotermal en otros. Para ello, se ha utilizado una microsonda electrónica JEOL JXA-50A con unas

condiciones de trabajo de 15 Kv,  $2 \times 10^{-8}$  de corriente absorbida y 10 segundos de contaje. Posteriormente, se han recalculado los análisis de magnetita e ilmenita en base a la metodología de Buddington y Lindsley (1964) y Carmichael (1966).

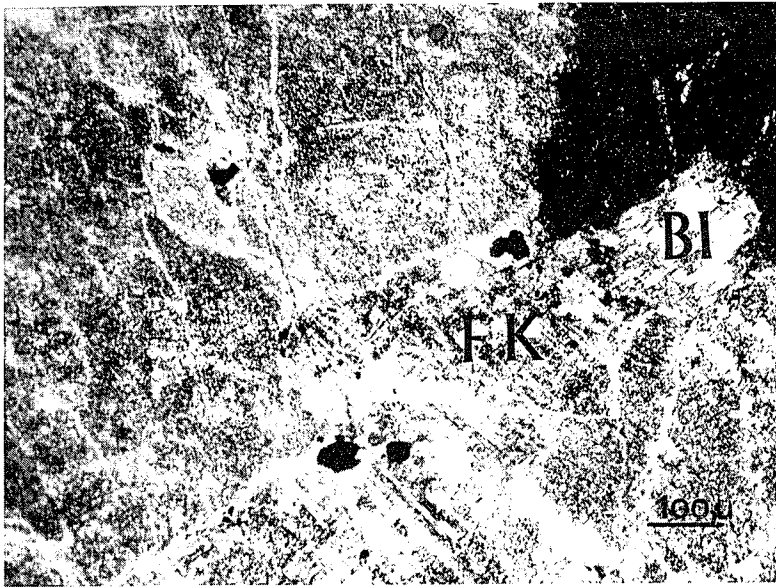


Fig. 2.-Cristales de feldespato potásico, anubarrado y con bandas periticas. FK= Feldespato potásico. Bi= Biotita.

Fig. 2.-Cloudy K-feldspar, with microperthitic exsolutions. FK= K-feldspar. Bi= Biotite.

Fig. 3.-Agregados de clinzoisita y epidota en las sienitas de Tamargada. Ep= Epidota. Gr= Granate. Bi= Biotita. FK= feldespato potásico.

Fig. 3.-Clinzoisite and epidote aggregates in Tamargada intrusive syenites. Ep= Epidote. Gr= Garnet. Bi= Biotite. FK= K-feldspar.

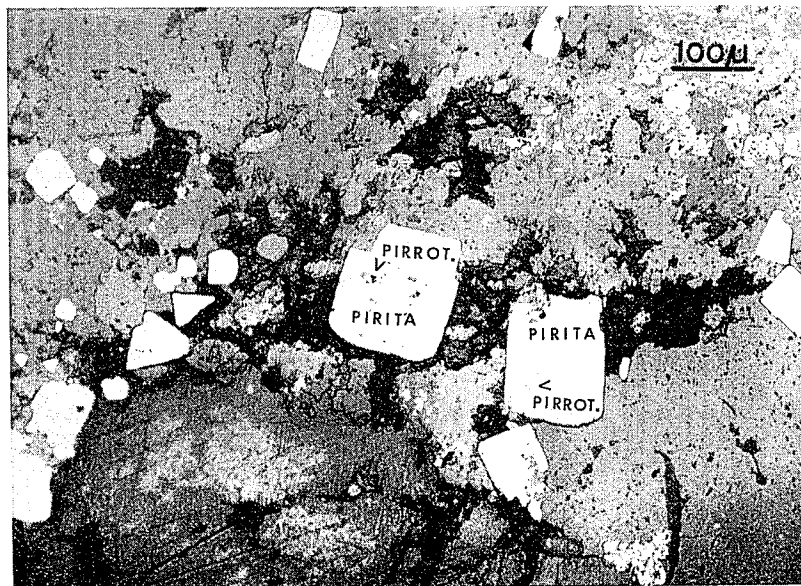
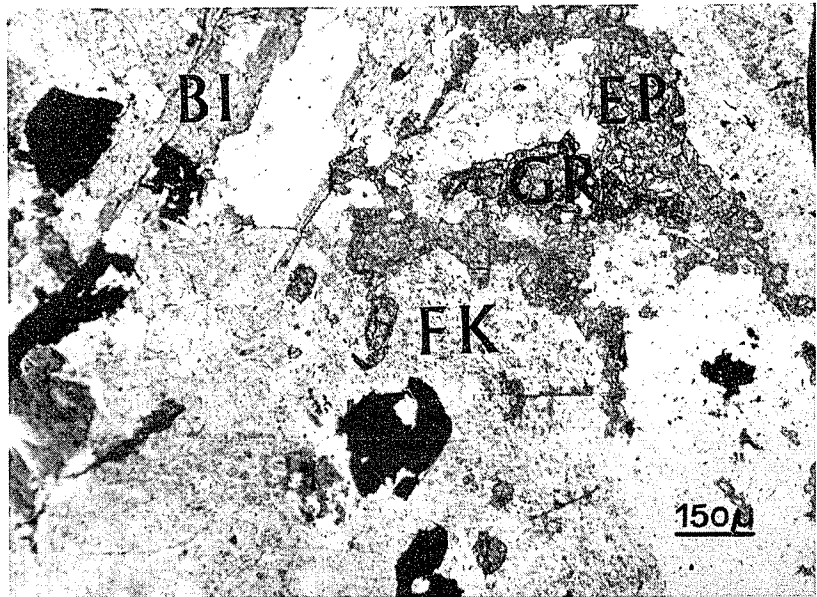


Fig. 4.-Cristales idiomorfos de pirita con exsoluciones de pirrotina.

Fig. 4.-Idiomorphic pyrite, with pyrrhotite exsolutions.

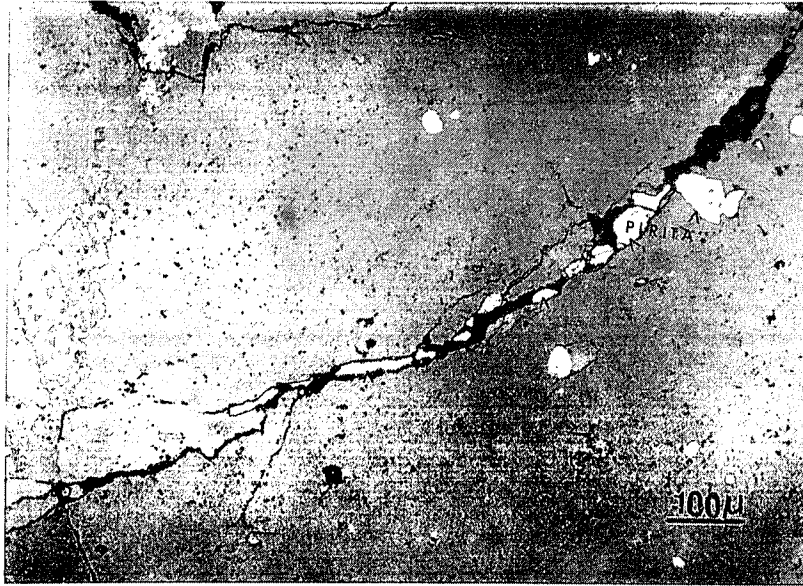


Fig. 5.-Pirita en cristales alotriomorfos, rellenando pequeñas fracturas.  
Fig. 5.-Allotriomorphic pyrite filling little cracks.

	1(Mg)	1(L)	2(MG)	2(IL)	3(MG)	3(L)
SiO <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.02	0	0.86	0	0.92	0
FeO	81.72	46.87	82.03	47.15	81.78	47.12
MnO	1.10	2.17	0.98	3.63	0.88	3.55
MgO	0.09	0.03	0.08	0.10	0	0.10
TiO <sub>2</sub>	11.97	50.18	12.24	47.24	12.18	47.33
	95.91	99.26	96.20	98.14	95.76	98.09
ANÁLISIS RECALCULADO						
FeO	41.20	42.86	41.60	38.62	41.05	38.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45.03	4.45	44.87	9.47	44.90	10.17
	100.42	99.70	100.70	99.08	99.93	99.29
% mol. ulv.	34.2	—	34.80	—	34.10	—
% mol. R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	4.25	—	9.12	—	9.35
T°C	730	—	790	—	790	—
Log. F(O <sub>2</sub> )	-17.8	—	-13.5	—	-13.6	-13.06

1.-Afloramientos Sieníticos de Tamargada (5437 U.L.). Km. 36.500 de la Crtra. de S.Sebastián a Vallehermoso.

2 y 3.-Afloramientos Sieníticos de Tamargada (5.438 U.L.) Km. 35.500 de la crtra. de S.Sebastián a Vallehermoso

MG (Titanomagnetitas); IL (Ilmenitas).

Tabla 1: Composición química y temperaturas de estabilidad de titanomagnetitas e ilmenitas (basado en Buddington y Lindsley, 1964).  
Table 1: Chemical composition and stability temperature of titanomagnetite and ilmenite pairs (after Buddington and Lindsley, 1964).

## 2. ASPECTOS PETROGRÁFICOS

Las sienitas (s.s.) se presentan en tipos texturales de grano grueso, con facies pegmatíticas, en ocasiones. Menos frecuente se encuentran tipos microsieníticos, sobre todo en forma de diques intrusivos en el Complejo Basal.

En conjunto, presentan algunas variaciones en lo que se refiere al contenido en feldespato alcalino y plagioclasa. Así encontramos términos constituidos en su

totalidad por feldespato potásico micropertitizado, en cristales alotriomorfos y anortoclasa subidiomorfa (Fig. 2), con proporciones muy reducidas de kaersutita y biotita, así como cantidades accesorias de apatito, esfena e intercrecimientos de magnetita e ilmenita.

Con respecto a los gabros alcalinos, el mineral fundamental es la plagioclasa (andesina - oligoclasa). La proporción de minerales máficos (kaersutita y biotita) es sensiblemente mayor, siendo el resto de la mineralogía similar a la de los tipos sin plagioclasa (Fig. 3).

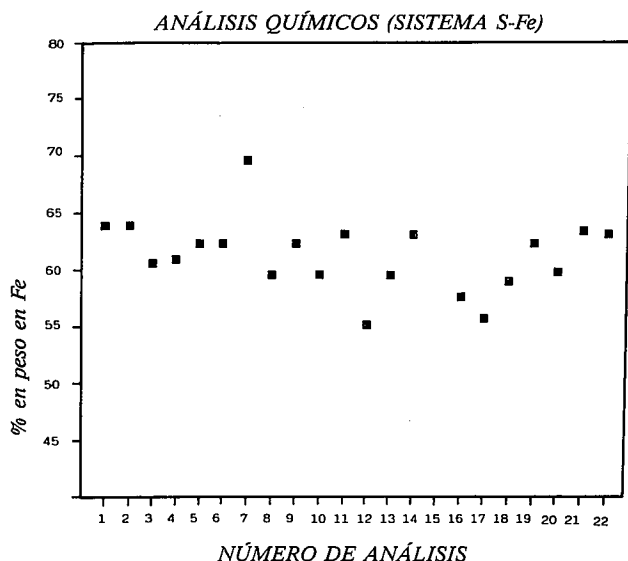


Fig. 6.-Proyección de la composición de las piritas en el sistema S-Fe.

Fig. 6.-Diagram showing compositions of pyrites.

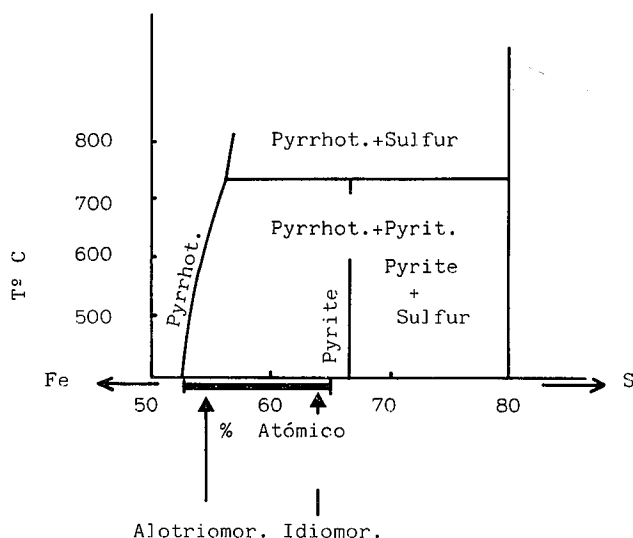


Fig. 7.-Representación del intervalo composicional de las piritas de las sienitas de Tamargada en el diagrama de Ehlers.

Fig. 7.-Projection of pyrite compositions in Ehlers diagram.

Los minerales secundarios presentes son albita, clinzoisita, epidota, clorita, calcita, actinolita, pirita, cuarzo, granate andradítico y apatito. La pirita aparece en cantidades relativamente importantes, observables a simple vista, y con intercrecimientos de pirrotina.

### 2.1. Asociación magnetita - ilmenita

En las rocas alcalinas de Tamargada se observan cristales subidiomorfos de magnetita frecuentemente atravesados por pequeñas venillas y glóbulos de ilmenita, exsuelto de la magnetita. En la Tabla 1 aparecen representados los pares de minerales analizados, encon-

trándose una temperatura de estabilidad comprendida entre 730 y 790°C, que indica la temperatura de emplazamiento de las intrusiones alcalinas de Tamargada, para log  $fO_2$  entre -13 y -17 (Buddington y Lindley, 1964; Carmichael, 1967).

### 2.2. Asociación pirita - pirrotina

En ella la pirita aparece en forma de cristales idiomorfos (Fig. 4) y subidiomorfos, alterados de forma incipiente a hematites. Otras veces la pirita rellena pequeñas grietas en la roca (Fig. 5), mostrando una morfología más irregular e indicando un origen posterior a la cristalización magmática.

La pirrotina aparece como producto de desmezcla de la pirita, en forma de cristales esqueléticos, aciculares, estrellados o globulares y de muy reducidas dimensiones (Fig. 4).

En la Figura 6 se han representado los valores de Fe obtenidos en los análisis de piritas, no habiendo sido posible realizarlos en pirrotina debido a su reducido tamaño en relación con el diámetro del haz. Como se puede observar, las piritas muestran unos contenidos de Fe elevados y comprendidos entre 53 y 70%.

Las asociaciones de estos dos minerales se situarían entre los campos  $Fe_{1-x}S + FeS_2$  y  $FeS_2 +$  líquido en el diagrama de Ehlers (en Vaughan y Craig, 1978), y dado el intervalo composicional de las piritas analizadas, las temperaturas de estabilidad de estas asociaciones se sitúan por debajo de los 700°C; representando las composiciones cercanas al 52% de Fe, unas temperaturas incluso por debajo de los 500°C. Estas últimas se corresponden con piritas alotriomorfas que rellenan huecos y grietas, mientras que las de mayor temperatura son más idiomorfos (Fig. 7)

### 3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Por los datos termométricos obtenidos, se puede concluir que las intrusiones alcalinas de Tamargada se han emplazado a temperaturas del orden de unos 760°C, valor medio deducido a partir de la asociación magnetita-ilmenita.

Por la asociación pirita-pirrotina y por la composición de las piritas analizadas, se deduce un intervalo térmico que va desde los 700°C, hasta por debajo de 500°C. Las composiciones relacionadas con los valores de temperatura más elevados, corresponden probablemente a piritas cristalizadas durante el enfriamiento del magma sienítico; mientras que las piritas cuyas composiciones nos indican las temperaturas más bajas, corresponden probablemente a una cristalización posterior, relacionada con procesos hidrotermales. Estos procesos están igualmente puestos de manifiesto por la aparición de minerales característicos de un metamorfismo de grado bajo.

En otras islas de Archipiélago Canario, se han estudiado procesos similares en gabros (Arenas y De la

Nuez, 1987), ligados a un metamorfismo hidrotermal originado por la intrusión a elevada temperatura de otros cuerpos magmáticos, encontrándose en las paragenesis metamórficas valores termométricos máximos similares a los aquí deducidos. En La Gomera, Fernández (1979) al estudiar fenómenos de transformación me-

tasomática en rocas sálicas del Complejo Basal, indica una temperatura para estos fenómenos entre 300° y 500°C, intervalo que se corresponde con los valores térmicos deducidos de las piritas alotriomorfas de las intrusiones sieníticas de Tamargada.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arenas, R. y De la Nuez, J. (1987): Características del metamorfismo hidrotermal del Complejo Plutónico de la Caldera de Taburiente (La Palma, Canarias). *Geogaceta*, 3: 13-15.
- Bravo, T. (1964): Estudio geológico y petrológico de la isla de La Gomera. *Estudios Geol.*, 20: 1-57.
- Buddington, A.F. y Lindsley, D.H. (1964): Iron-titanium oxides minerals and synthetic equivalents. *Jour. Petrol.*, 5: 310-357.
- Carmichael, I.S.E. (1967): The iron-titanium oxides of salic volcanic rocks and their associated ferromagnesian silicates. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 14: 36-64.
- Cendrero, A. (1971): Estudio geológico y petrológico del complejo basal de la isla de La Gomera (Canarias). *Estudios Geol.*, 27: 3-73.
- De la Nuez, J. (1983): *El Complejo Intrusivo Subvolcánico de la Caldera de Taburiente, La Palma (Canarias)*. Tesis Univ. Complutense. 378 p.
- Fernández Santín, S. (1979): Procesos de propilitización en rocas sálicas del complejo basal de la isla de La Gomera (Canarias). *Com. IV Asamblea Nac. Geod. Geof.* 1633-1654.
- Fúster, J.M., Cendrero, A., Gastesi, P., Ibarrola, E. y López Ruiz, J. (1968): *Geología y volcanología de las Islas Canarias: Fuerteventura*. Inst. Lucas Mallada, C.S.I.C. 239 p.
- Fuster, J.M., Muñoz, M., Sagredo, J. y Yébenes, A. (1980): Islas Canarias. Fuerteventura. Excursión 121+AC. *Bol. Geol. Min.*, 91: 103-130.
- Gastesi, P. (1969): El Complejo Plutónico básico y ultrabásico de Betancuria, Fuerteventura (Islas Canarias). *Estudios Geol.*, 25: 1-52.
- Muñoz, M. (1969): Estudio petrológico de las formaciones alcalinas de Fuerteventura (Islas Canarias). *Estudios Geol.*, 25: 257-310.
- Rodríguez, J.A. (1988): *El Complejo traquítico-fonolítico de la isla de La Gomera (Islas Canarias)*. Tesis Univ. Complutense. 416 p.
- Vaughan, V.H. y Craig, J.R. (1978): *Mineral chemistry of metal sulphides*. Cambridge Univ. Press. In: J.R. Craig y V.H. Vaughan (1981): *Ore microscopy and ore petrography*. John Wiley and Sons, New York, 406 p.

Recibido el 18 de abril de 1989  
Aceptado el 26 de enero de 1990