

ñas (1991) han considerado que las Unidades de Canillas y de la Tejada, forman parte del Grupo de Mantos de Blanca y por tanto la Unidad de Sayalonga sería una prolongación al Este del Manto de Jubrique (Los Reales). Si tenemos en cuenta que al Oeste de Málaga, el paso del Manto de Los Reales al Complejo Maláguide es gradual (Tubía *et al.*, 1991), podemos considerar, como indican estos autores que la Unidad de Sayalonga constituye la parte basal del Complejo Maláguide, del que se diferenció en un episodio extensional previo al cabalgamiento sobre el Complejo Alpujarride, y que parte de su historia tectono-metamórfica es herciniana. Esto explicaría que solo las fases de deformación frágiles sean semejantes en las tres unidades estudiadas.

Consideramos que la secuencia de las deformaciones en las Unidades de Canillas y la Tejada puede ser la siguiente, una deformación por cizallamiento fúctil heterogéneo que desarrolla una fábrica milonítica con sentido del movimiento del bloque de techo hacia WSW, una fase posterior en la que se producirían grandes pliegues tumbados vergentes al Norte y finalmente una fase extensional relacionada con la desestabilización de una corteza previamente engrosada con movimiento del bloque de techo hacia el WSW. La edad

de esta extensión es port-Burdigaliense inferior ya que la deformación frágil afecta a los materiales de la Fm. Viñuela (Mathis, 1974).

Esta última extensión, observada en todo el Orógeno Bético da lugar a despegues («*detachments*»), que hoy día ponen en contacto los Complejos: Maláguide-Alpujarride (Aldaya *et al.*, 1991) y Alpujarride-Nevado-Filábride (Galindo-Zaldívar *et al.*, 1989). La geometría de la falla de despegue de Alcaucín, que tiene como bloque de muro la Unidad de la Tejada, es semejante a la superficie de despegue de Mecina (Galindo-Zaldívar *et al.*, 1991). Las unidades de que componen el bloque de techo (Canillas, Sayalonga, etc) están limitadas por fallas normales que se unen asintóticamente (Fig. 2) al despegue de Alcaucín.

#### Referencias

Aldaya, F. y García-Dueñas, V. (1976): *Bull. Soc. Geol. France*, 18, 635-639.  
 Aldaya, F.; Campos, J.; García-Dueñas, V.; González-Lodeiro, F.; y Orozco, M. (1984): In: *El borde Mediterráneo español: evolución del Orógeno Bético y geoquímica de las depresiones neógenas*. Granada. ISBN. 005776-7, 18-20.  
 Aldaya, F.; Alvarez, F.; Galindo-Zaldívar, J.; González-Lodeiro, F.; Jabaloy, A. y Navarro-Vilá, F. (1991): *C. R. Acad. Sci. France*, 313 (II), 1447-1453.

Alvarez Lobato, F. (1987): *Tesis Doc. Univ. Salamanca*, 371 pp.  
 Avidad, J. y García-Dueñas, V. (1981): Motril (nº 1055). Mapa geológico de España, E. 1:50.000. *I.G.M.E.* Madrid.  
 Balanya, J. C. y García-Dueñas, V. (1991): *Geogaceta*, 9, 30-33.  
 Cuevas, J. (1988): *Tesis Doc. Univ. País Vasco*, 283 pp.  
 Cuevas, J.; Navarro-Vilá, F. y Tubía, J. M. (1989): *Geodinámica Acta*, 3, 107-116.  
 Elorza, J. J. (1979): *Tesis Doc. Univ. País Vasco*, 364 pp.  
 Elorza, J. J.; García -Dueñas, V. (1979): Vélez-Málaga (nº 1054). Mapa geológico de España, E. 1: 50.000. *I.G.M.E.* Madrid.  
 Elorza, J. J.; García Dueñas, V.; Martín, L. y Matas, J. (1979): Zafaraya (nº 1040) Mapa geológico de España E. 1:50.000. *I.G.M.E.* Madrid.  
 Galindo-Zaldívar, J.; González-Lodeiro, F. y Jabaloy, A. (1989): *Geodinámica Acta*, 3 (1), 73-85.  
 Galindo-Zaldívar, J.; González-lodeiro, F. y Jabaloy, A. (1991): *Geogaceta*, 10, 130-134.  
 García-Dueñas, V.; Balanya, J. C. y Martínez-Martínez, J. M. (en prensa): *Geomarine Letter*.  
 Mathis, V. (1974): *Tesis 3º cycle, Univ. Besançon*, 192 pp.  
 Passchier, C. W. y Simpson, C. (1986): *J. Struct. Geol.*, 8 (8), 831-843.  
 Tubía, J. M. (1985): *Tesis Doc. Univ. País Vasco*, 263 pp.  
 Tubía, J. M. ; Navarro-Vilá, F. y Cuevas, J. (1991): *Geogaceta*, 10, 141-143.

Recibido el 30 de enero de 1992  
 Aceptado el 21 de febrero de 1992

## Sobre la presencia de Bastnaesita y su papel en la evolución geoquímica del Complejo Alcalino del Galiñeiro (Galicia, España)

### *On the presence of Bastnaesite and its role in the geochemical evolution of the Galiñeiro Alkaline Complex (Galicia, Spain)*

L. G. Corretgé; M. P. González-Montero y O. Suárez (\*)

(\*) Dpto de Geología. Area de Petrología y Geoquímica. Universidad de Oviedo. 33005 Oviedo. Asturias.

#### ABSTRACT

*In this paper we report the existence of bastnaesite (REE-fluocarbonate) in the Galiñeiro alkaline complex (Pontevedra, Galicia); we show an approximation to its chemical composition by electron-microprobe, and we discuss the participation of fluoride complexes in the processes of transport and enrichment of rare earth elements (mainly LREE) in these rocks.*

**Key words:** *bastnaesite, REE, fluoride complexes, Galiñeiro alkaline complex, Pontevedra, Galicia.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 16-19.

ISSN: 0213683X

El complejo ígneo alcalino del Galiñeiro (provincia de Pontevedra) es un complejo ortoneisificado en etapas variscas y cuyo magmatismo primigenio corresponde a las fases más tardías de la actividad ígnea Cambro-ordovícica (Riftnig Cambro-ordovícico), presente en varios dominios de la Península Ibérica (Priem *et al.*, 1970; Lancelot & Allegret, 1982; García Casquero, 1985; Galindo *et al.*, 1986). Está constituido por un conjunto de facies (Floor, 1966): Ortoneises Galiñeiro, Ortoneises Magnetita Ortoneises Zorro y Neises Radiactivos. La suma total de los elementos traza y tierras raras supera en ocasiones el 3% en peso de la roca, muy especialmente en el caso de los neises radiactivos. La geoquímica sumaria de los elementos mayoritarios de estas facies viene reflejada en la tabla I.

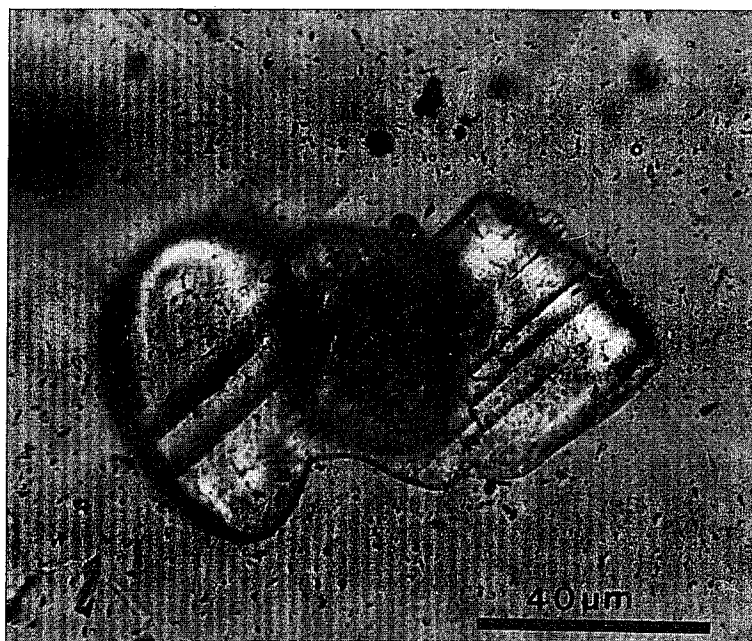


Foto 1.—Cristal de bastnaesita incluido en plagioclasa, LN.

Photo 1.—Crystal of bastnaesite included in plagioclase. PPL.

	GAL.	MAG.	ZOR.	RAD.
SiO <sub>2</sub>	73,06	72,68	74,91	71,71
TiO <sub>2</sub>	0,27	0,24	0,19	0,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,79	11,14	11,57	11,83
FeO	5,67	5,56	2,82	4,06
MgO	0,16	0,15	0,01	0,52
MnO	0,09	0,05	0,04	0,15
CaO	0,26	0,16	0,20	0,51
Na <sub>2</sub> O	4,11	3,64	4,46	4,45
K <sub>2</sub> O	3,90	3,89	5,22	2,30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,05	0,02	0,16
H <sub>2</sub> O	0,56	1,12	0,23	0,62
Total	98,91	98,68	99,67	96,82

Tabla I.—Composición química media (óxidos mayoritarios) de las facies del complejo del Galiñeiro

Table I.—Mean chemical composition (major elements) of the Galiñeiro complex facies

La mineralogía de las tres primeras facies, perfectamente descrita por Floor (op. cit) es muy similar, está constituida por: cuarzo, albita, microclina, riebeckita, aegirina ( $\pm$  biotita) como fases principales y circón, fluorita, astrofilita, allanita, monacita, xenotima, esfena, apatito, pirocloro, siderita y magnetita como fases accesorias. En los neises radiactivos la principal diferencia mineralógica respecto a la mencionada es la mayor abundancia de algunos de estos minerales accesorios y la práctica desaparición del anfíbol y el piroxeno.

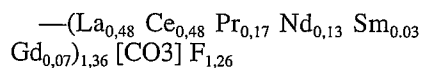
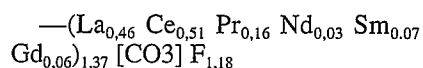
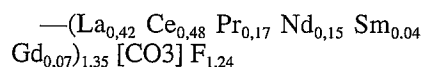
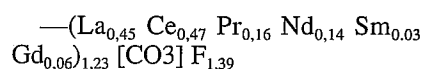
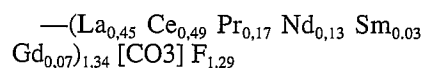
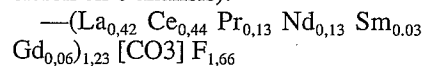
Se ha reconocido la importancia de los minerales accesorios (pirocloro

monacita...) como portadores de tierras raras en el complejo del Galiñeiro (Arribas, 1963 y Floor, op. cit) y hemos reconocido, además de los minerales mencionados, las siguientes especies minerales, pendientes de determinación precisa: bastnaesita, fluorcerita, ferritorita con tierras raras, y samarskita (?), todas ellas específicas de REE.

Uno de los minerales más ubícuos en todo el complejo es un fluo-carbonato que aparece en todas las facies y que creemos el más importante portador de tierras raras ligeras (LREE) en estas rocas. Se trata de un mineral muy claro, casi incoloro en luz transmitida. Su forma más común de aparición es en pequeños cristales (sobre 50  $\mu$ m) incluidos en agregados junto con otros minerales accesorios, fundamentalmente circones. Cuando aparece aislado presenta formas globulosas, raramente se distinguen formas hexagonales, y su tamaño oscila entre 80 y 200  $\mu$ m. También se encuentra como pequeñas inclusiones en feldespatos o en posiciones intercrystalinas. La fotografía 1 muestra el aspecto de un cristal incluido en plagioclasa.

La estequiometría más apropiada, a pesar de algunos excesos notables de carga, corresponde a bastnaesita ((La, Ce)[CO<sub>3</sub>]F). Los datos de análisis de

este mineral en la bibliografía son muy escasos; nuestros primeros ensayos mediante microsonda electrónica (Camebax, SX-50, Laboratorio de Geología y Geoquímica de la U. de Oviedo) muestran a siguiente composición en 6 análisis:



Observamos que estos datos son bastante coherentes con análisis realizados por Maksomovic & Panto, 1983 (en Hawthorne *et al.* 1986) sobre hidroxilbastnaesita. Las fotografías 2 y 3 corresponden a imágenes de electrones secundarios y retrodispersados respectivamente, de un agregado de cristales de bastnaesita del complejo del Galiñeiro.

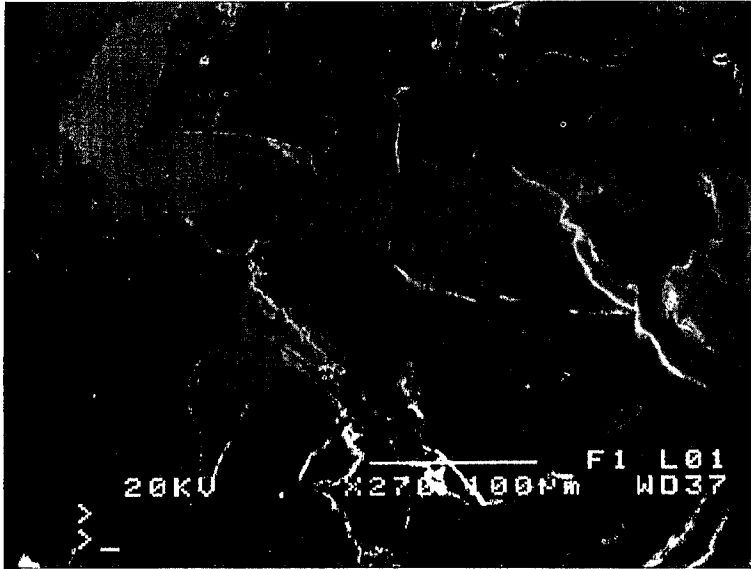


Foto 2.—Imagen de electrones secundarios de un agregado de cristales de bastnaesita.

Photo 2.—Secondary electron image of an aggregate of bastnaesite crystals.

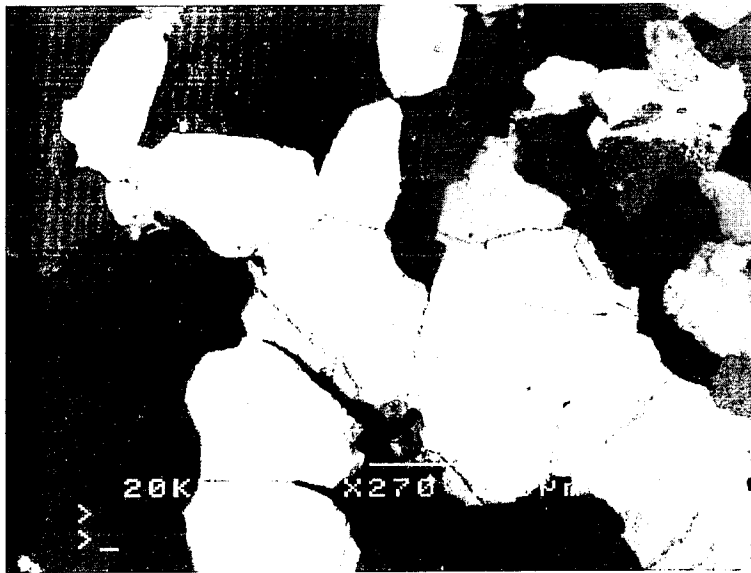


Foto 3.—Imagen de electrones retrodispersados de un agregado de cristales de bastnaesita.

Photo 3.—Backscattered electron image of an aggregate of bastnaesite crystal

El diagrama normalizado de tierras raras de las bastnaesitas del Galiñeiro, en comparación con otras bastnaesitas (Mountain Pass, California y Kazastan), (Lipin & McKay, 1989) se puede ver en la figura 1. Puede apreciarse un comportamiento intermedio de las primeras respecto a los contenidos en tierras raras de los citados complejos tomados como referencia.

La presencia de bastnaesita en las rocas del Galiñeiro corresponden a procesos de evolución compleja del sistema, que queda perfectamente reflejada en las tendencias del comportamiento del U y el Th en las distintas facies del complejo. Keppler & Wyllie (1990) estudian la partición de estos elementos en sistemas aplograníticos y su variación según la fase volátil pre-

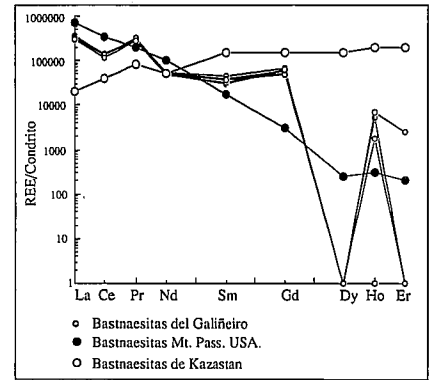


Fig. 1.—Diagrama normalizado comparativo de REE de las bastnaesitas del Galiñeiro, Mountain Pass and Kazakistan.

Fig. 1.—Comparison chondrite-normalized REE diagram for bastnaesites from Galiñeiro, Mountain Pass and Kazakistan

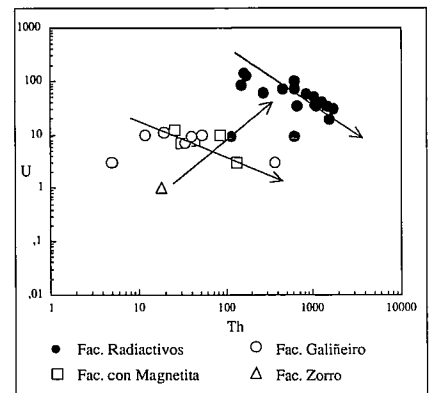


Fig. 2.—Trend de evolución de U y Th (ppm) de las facies del complejo del Galiñeiro.

Fig. 2.—Evolutive trend of U and Th (ppm) of the Galiñeiro complex facies.

sente en el sistema, esto proporciona algunas ideas interesantes de aplicación en el caso del complejo del Galiñeiro (Fig. 2). La tendencia general es discontinua, se observa una tendencia positiva normal de la serie, desde los ortoneises tipo Zorro hasta las facies más transformadas por procesos hidrotermales (neises Radiactivos), mientras que para los distintos grupos la tendencia de evolución es negativa, este tipo de comportamiento atendiendo a los coeficientes de distribución  $K_D$  fluido/fundido para U y Th (Keppler & Wyllie, op. cit.) pueden corresponder a fenómenos de transporte diferenciales, con H<sub>2</sub>O como único volátil principal o con FH y CO<sub>2</sub>.

En el Galiñeiro el factor principal de enriquecimiento de las tierras raras y

otros elementos traza ha debido ser, sin duda, los complejos fluorados y el  $\text{CO}_2$ . A este respecto Harris (1981) encuentra la existencia de una fuerte correlación positiva entre los elementos litófilos de alta valencia (Zr, Nb, Y, Th) y F en granitos peralcalinos, en nuestro caso existe correlación positiva clara en F/Th y F/Y, mientras que F/Nb y F/Zr muestran correlaciones negativas; sin embargo la correlación positiva entre F/LREE = 0,44 y F/HREE = 0,41 (Fig. 3) revela que las tierras raras son transportadas en las etapas tardías de la evolución del complejo del Galiñero por complejos fluorados, a pesar de su débil correlación. La presencia ubicua de la bastnaesita en toda la unidad parece abonar este aserto.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con financiación de los Proyectos de Investigación GEO89-0600-co3-02 de la CICYT. y A4-025-88 ERT-U. Oviedo.

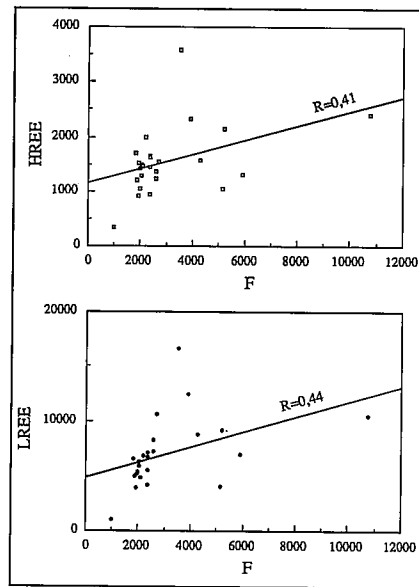


Fig. 3.—Correlación de F con LREE y HREE (ppm) del Complejo del Galiñero.

Fig. 3.—Correlation of F with LREE and HREE (ppm) of the Galiñero complex.

#### Bibliografía

- Arribas, A. (1963): *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (G)*, 61: 51-57.  
 Floor, P. (1966): *Leidse Geol. Meded.* 36: 1-204.  
 Galindo, C.; Casquet, C.; Portugal Ferreira, M. & Macedo, C. A. R. (1986): *Maleo, Bol. Inf. Geol. Portugal.* 21: 12-22.  
 García Casquero, J. L.; Boelrijk, N.A.I.M.; Chacon, J. & Priem, H. N. A. (1985). *Geol. Rundschau*, 74: 379-384.  
 Harris, N.B.W. (1981). *Chem. Geol.* 31: 303-310.  
 Hawthorne, F.C.; Fleischer, M et al (1986). *Am. Min.* 71: 1277-1282.  
 Keppler, H. & Wyllie, P.J. (1990): *Nature*, 348: 531-533.  
 Lancelot, J. R. & Allegret, A. (1982): *Neues Jb. Min. Abh. Mh.* 9: 385-394.  
 Lipin, B.R. & Mckay, G. A. (eds.) *Min. Soc. America. Reviews in Mineralogy*, 21.  
 Priem, H.N.A.; Boelrijk, N. A.I.M.; Verschure, R. H. Hebeda, E. H. & Verdurmen, E. A. Th. (1970). *Ecog. Geol. Helv.* 63: 255-274.

Recibido el 30 de enero de 1992  
 Aceptado el 21 de febrero de 1992

## Magnetoestratigrafía del Triásico medio de la Cadena Costero Catalana. Resultados iniciales

### *Middle Triassic magnetostratigraphy from the Catalan Coastal Range. Initial reports*

J. M. Parés, M. Garcés y J. O. Pascual (\*)

(\*) Instituto de Ciencias de la Tierra (Jaume Almera), CSIC, Martí i Franquès, s/n, 08028 Barcelona.

#### ABSTRACT

*A magnetostratigraphic reconnaissance of the Middle Muschelkalk red beds from the Catalan Coastal Range is presented. The selected section is composed by red mudstones and sandstones 25 mt thick. Although the sedimentary section is not continuously exposed, it is apparently complete and records a lithologic sequence that provides a basis for detailed stratigraphic correlation and temporal calibration as well. It is emphasized the role of the paleomagnetism as a time-line tracer in the correlation between the three defined units (Buntsandstein, Muschelkalk and Keuper) and the stages that constitute the chronostratigraphic subdivision of the Triassic period.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 19-21.  
 ISSN: 0213683X

#### Introducción

La escala de polaridad magnética del Mesozoico tardío se ha establecido mediante la correlación de magnetoestratigrafías de series sedimentarias fosilíferas con la secuencia M de anomalías magnéticas marinas. Los períodos de tiempo anteriores a la anomalía magnética más antigua han recibido menor atención: La cor-

teza oceánica más antigua hasta el presente es el Oxfordiense, consecuentemente, no existe registro oceánico de las inversiones magnéticas pre-oxfordienses. Por esta razón, la estructura de la Escala Global de Polaridad Magnética (EGPM) para el Jurásico Inferior y períodos anteriores, ha tenido que deducirse exclusivamente de estudios paleomagnéticos en secciones de continente.

Por lo que se refiere al Triásico, la principal fuente de información sobre las inversiones de polaridad, la constituyen los estudios paleomagnéticos de las series rojas de la formación Moenkopi (Colorado, p. e. Molina-Garza *et al.*, 1991), formación Chugwater (Wyoming, p. e. Shive *et al.*, 1984) y el Triásico de la provincia de Sichuan (S China, p. e. Steiner *et al.*, 1989). Por lo tanto, el