

# Las metabasitas de Bordelle y los gneises de Lousada (Lugo): una posible asociación bimodal pre-hercínica en la Zona Asturoccidental-Leonesa

*The Bordelle metabasites and the Lousada gneisses (Lugo): a likely bimodal Pre-Hercynian association in the West- Asturian-Leonese Zone*

Mercè Fernández Roig y Gumer Galán

Departament de Geologia. Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.  
merce\_roig@hotmail.com, gumer.galan@uab.es

## ABSTRACT

*Metabasites and orthogneisses, which could form a pre-Hercynian bimodal igneous association, crop out within the Lower Cambrian metasediments of the West Asturian-Leonese Zone. Four types of metabasites are distinguished: metaperidotites, chlorite-amphibole schists, amphibolites with megacrystals, and common amphibolites. The most melanocratic types are interpreted as cumulates from a continental tholeiite. The orthogneisses are intrusive, leucocratic, equivalent to peraluminous and potassic porphyritic alkali feldspar microgranites or rhyolites of calc-alkaline nature. Both metabasites and orthogneisses could be related to the continental rift magmatic episode preceding the formation of the Rheic Ocean during the Lower Paleozoic. The emplacement of tholeiitic magmas at the lower crust would favoured the melting of immature sediments forming granitic magmas, which were intruded with the basalts, into a thick pile of terrigenous sediments.*

**Key-words:** Pre-Hercynian, metaperidotites, chlorite-amphibole schist, amphibolites, orthogneisses.

## RESUMEN

*Las metabasitas y los gneises que afloran en metasedimentos del Cámbrico Inferior, dentro de la Zona Asturoccidental-Leonesa, podrían constituir una serie ígnea bimodal pre-hercínica. Se distinguen cuatro tipos de metabasitas: metaperidotitas, esquistos anfibólico-cloríticos, anfibolitas con megacristales, y anfibolitas comunes. Los tipos más melanocráticos serían cumulos formados a partir de una toleíta continental. Los ortogneises son intrusivos, leucocráticos, equivalentes a microgranitos feldespático alcalinos porfídicos, o a riolitas, metalumínicos, potásicos y de naturaleza calcoalcalina. Tanto las metabasitas como los ortogneises podrían relacionarse con un episodio magmático de distensión continental, que precedió a la apertura del Océano Rheico, durante el Paleozoico Inferior. El emplazamiento de los magmas toleíticos en la corteza inferior habría favorecido la fusión de sedimentos inmaduros, dando lugar a magmas graníticos, que se habrían intruido simultáneamente con los basaltos, en la potente serie terrígena de la zona.*

**Palabras clave:** Pre-hercínico, metaperidotitas, esquistos anfibólico-cloríticos, anfibolitas, ortogneises.

*Geogaceta*, 50-1 (2011), 47-50.  
ISSN:2173-6545

Fecha de recepción: 14 de Febrero de 2011  
Fecha de revisión: 28 de Abril de 2011  
Fecha de aceptación: 27 de Mayo de 2011

## Introducción, situación geológica, antecedentes y objetivos

En distintos terrenos del Orógeno Hercínico afloran asociaciones de rocas ígneas bimodales intercaladas en metasedimentos, con edades que van desde el límite Proterozoico-Cámbrico Inferior al Ordovícico Superior (Lancelot *et al.*, 1985; Pin *et al.*, 2007; Castiñeiras *et al.*, 2008). Estas asociaciones están afectadas, en mayor o menor grado, por el metamorfismo varisco y son de gran interés para caracterizar el contexto tectónico de su emplazamiento, durante el Paleozoico Inferior. Recientemente, las rocas ígneas pre-hercínicas en el NW del Macizo Ibérico, han sido relacionadas con la actividad magmática ligada a la evolu-

ción precoz del Océano Rheico (Murphy *et al.*, 2008). En concreto, en la Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL) (Fig. 1A), Murphy *et al.* (2008) asocian las rocas volcánicas y subvolcánicas que afloran en metasedimentos del Ordovícico Medio con este episodio distensivo. Sin embargo, en la ZAOL hay además metabasitas y gneises, intercalados en metasedimentos del Cámbrico Inferior (Bastida *et al.*, 1984), que también pertenecerían a este evento magmático preoceánico, y que son el objeto de estudio de este trabajo.

Ambos tipos de rocas afloran principalmente en la parte sur de la ventana tectónica de Gistral (Martínez Catalán, 1985), dentro del dominio del Manto de Mondoñedo (Marcos *et al.*, 2004) (Fig. 1B). Los

únicos trabajos específicos sobre las metabasitas son de Capdevila (1966, 1969), que distingue cuatro tipos: tipo I (metaperidotitas), tipo II (esquistos con clorita y tremolita), tipo III (anfibilolitas con megacristales) y tipo IV (anfibilolitas plagioclásicas). En este trabajo se conservan estos nombres, con ligeras modificaciones para el tipo II (esquistos anfibólico-cloríticos) y para el tipo IV (anfibilolitas comunes). Estas metabasitas y gneises fueron cartografiados inicialmente por Arce Duarte *et al.* (1975) dentro de metasedimentos cámbricos y precámbricos, respectivamente, y después por Bastida *et al.* (1984) y Martínez Catalán (1985) sólo en relación con metasedimentos del Cámbrico Inferior. Todos estos autores atribuyen a los gneises un posible origen ortoderi-

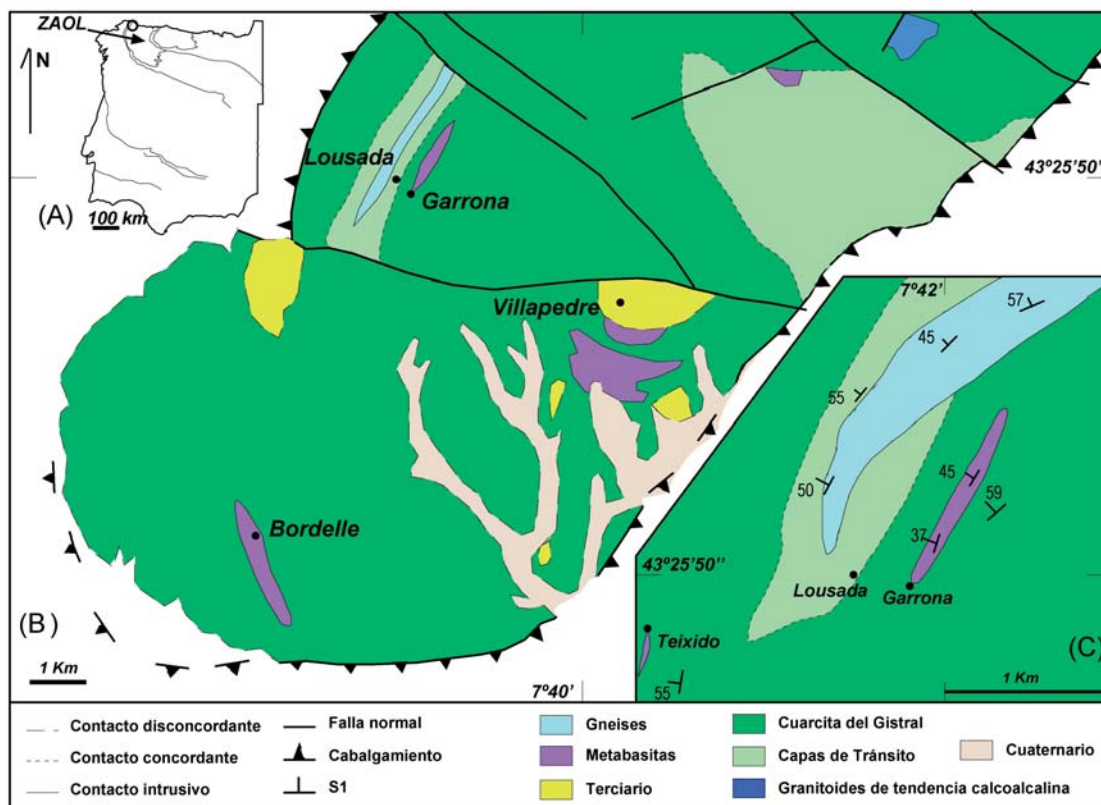


Fig. 1.- A) Situación de la Zona Asturoccidental-Leonesa en el Macizo Ibérico. B) Situación de las metabasitas y de los ortogneises en el autóctono de la ventana tectónica de Gistral (mapa de Bastida *et al.*, 1984 simplificado). C) Detalle del contacto modificado entre los ortogneises y las rocas encajantes respecto a la cartografía anterior.

Fig. 1.- A) Location of the West Asturian-Leonese Zone in the Iberian Massif. B) Situation of the metabasites and orthogneisses in the autochthonous of the Gistral tectonic window (mapping after Bastida *et al.*, 1984 simplified). C) Detail of the modified contact between the orthogneisses and the wall rocks with respect to the earlier mapping.

vado. El objetivo de este estudio preliminar es establecer las relaciones de campo de estas rocas, caracterizarlas petrográficamente y geoquímicamente, usando elementos mayores y menores, y finalmente, discutir su relación genética y significado tectonomagmático.

**Relaciones de campo**

Las metabasitas forman lentejones en la Cuarcita del Gistral y los gneises una banda en el núcleo del sinforme de Lousada (Martínez Catalán, 1985) (Fig. 1B). Los contactos de ambos tipos de rocas con el encajante son netos y concordantes con la esquistosidad regional S1, al igual que su foliación interna, pero tienen intercalaciones centimétricas a métricas de cuarcitas en las metabasitas, y de esquistos en el borde occidental de los gneises. También se han observado, ocasionalmente, lentejones de escasos metros de metabasitas en los gneises.

Se muestrearon cuatro afloramientos de metabasitas (Fig. 1B y C): Bordelle, Garrona, Villapedre y Teixido. En el de Bordelle afloran los cuatro tipos de Capdevila (1966). Las metaperidotitas y las anfíbolitas con megacrístales alternan en bandas centimétricas con bordes netos, mientras que las metaperidotitas pasan a esquistos anfíbólico-cloríticos en el contacto con el enca-

jante. Las anfíbolitas comunes dominan en todos los afloramientos. La deformación aumenta del centro al borde en los lentejones más gruesos, y se generaliza en el caso de los más estrechos.

Los gneises muestran un contacto neto y concordante con la S1 regional, en su borde occidental donde están en contacto con los esquistos de las Capas de Tránsito, pero en su borde oriental, se ponen en contacto con la Cuarcita de Gistral, lo que indicaría un emplazamiento intrusivo entre las dos formaciones, y confirmaría su naturaleza ortoderivada (Fig. 1C). Son gneises de grano fino a medio, con un bandeado centimétrico definido por la variación del tamaño de grano y por la cantidad de biotita. Este bandeado es paralelo a una foliación penetrativa (S1), que está suavemente plegada por la deformación D3 regional (Marcos *et al.*, 2004).

**Petrografía**

Las *metaperidotitas* tienen cristales grandes (5-8 mm), con textura blastopoiquílica (Fig. 2A), pseudomorfizados totalmente por agregados de clorita ± tremolita. Incluyen cristales de olivino (3 mm), total o parcialmente pseudomorfizado por agregados de tremolita ± clorita. La paragénesis metamórfica es: olivino - clorita - tremolita

± serpentina - magnetita - ilmenita, con pirita como mineral secundario.

Los *esquistos anfíbólico-cloríticos* son de grano medio, tienen textura nematoblástica y una paragénesis metamórfica de hornblenda - clorita ± plagioclasa - magnetita - ilmenita, y con leucoxeno como mineral secundario.

Las *anfíbolitas con megacrístales* son melanocráticas, con abundantes porfidoclastos de hornblenda (3-4 cm), que tienen textura blastofítica, en una matriz granone-matoblástica. La paragénesis metamórfica es: hornblenda - plagioclasa - biotita - magnetita - ilmenita.

Las *anfíbolitas comunes* son rocas melano- a mesocráticas, de grano grueso a muy grueso, con textura blastointergranular (Fig. 2B) a blastofítica en las rocas menos deformadas, y porfidoclastica con matriz granone-matoblástica, en las más deformadas. Sus paragénesis metamórficas son: hornblenda - plagioclasa ± biotita ± cuarzo - ilmenita - esfena y hornblenda - plagioclasa - epidota - cuarzo - esfena. La última se observa en muestras más retrogradadas. Hay además allanita, apatito y leucoxeno.

Los *gneises* son leucocráticos. En las diversas bandas muestran porfidoclastos (2-3 mm) de cuarzo, microclina y rara vez de plagioclasa en una matriz granolepidoblástica,

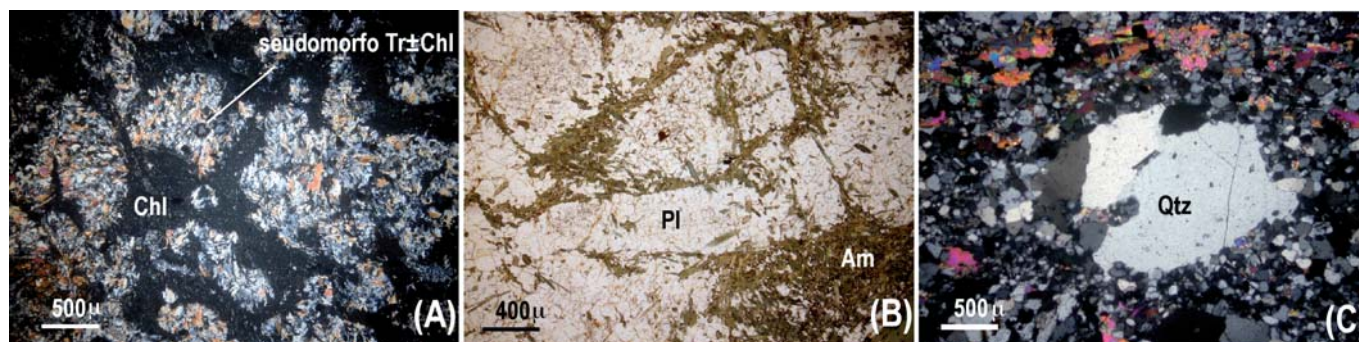


Fig. 2.- A) Textura blastopoiquilitica en metaperidotitas. B) Textura blastointergranular en las anfibolitas comunes menos deformadas. C) Porfiroclasto de cuarzo con forma amebode en los ortogneises. Abreviaturas de minerales según Kretz (1983).

Fig. 2.- A) Blastopoiquilitic texture in metaperidotites. B) Blastointergranular texture in less deformed common amphibolites. C) Quartz porphyroblast preserving embayed shape in the orthogneisses. Mineral abbreviations after Kretz (1983).

formada por los mismos minerales, además de por moscovita - biotita - turmalina - epidota - pirita. En ocasiones, la biotita forma nódulos, junto con los minerales félsicos. También conservan algunas texturas ígneas relictas, como cristales ameboides de cuarzo (Fig. 2C). La proporción de microclina domina siempre a la de plagioclasa, y la de moscovita a la de biotita.

Tanto en las metabasitas como en los gneises, los minerales de las paragénesis metamórficas son pre- a sin-D1 regional, pero el anfíbol, la moscovita y la biotita pueden ser post- D1, definiendo en algunos casos una foliación discreta (S3?).

### Geoquímica

La Tabla I incluye nueve análisis de elementos mayores y menores, determinados por espectrometría de emisión óptica en el

CRPG (Nancy, Francia). Los análisis de las metabasitas son comparables a los de Capdevila (1969), y los de los gneises al análisis de F. Bea en Martínez Catalán (1985).

El contenido en SiO<sub>2</sub> de las metaperidotitas, esquistos anfibólico-cloríticos y de los dos tipos de anfibolitas corresponde al de rocas ultrabásicas a básicas. Todas son metalumínicas, excepto una muestra de los esquistos anfibólico-cloríticos. El valor de #M disminuye regularmente desde las metaperidotitas a las anfibolitas comunes (0,76-0,50), mientras el valor de #K aumenta ligeramente (0,00-0,10) en el mismo sentido.

Los gneises son rocas ácidas, peralumínicas, con un valor de #M de 0,50- 0,36, y un valor de #K muy elevado (0,75- 0,96).

En el diagrama de la figura 3A, que considera solo los componentes menos móviles durante el metamorfismo, las metaperidotitas y los esquistos anfibólico-cloríticos

tienen composiciones comparables a las de komatitas y basaltos komatíticos, mientras que los dos tipos de anfibolitas serían equivalentes a basaltos toleíticos ricos en Mg. Los gneises se proyectan en el campo de las riolitas calcoalcalinas.

El contenido en elementos menores de las anfibolitas corresponde a basaltos toleíticos continentales, próximos a basaltos oceánicos (Fig. 3B).

### Discusión

La presencia de metabasitas y ortogneises en metasedimentos del Cámbrico Inferior indicaría que la actividad ígnea ligada a la distensión continental, previa a la formación del Océano Rheico, fué notable en la ZAOL. La edad de estas intrusiones sería Cámbrico Inferior o posterior. Por otra parte, la relación espacial estrecha entre los aflo-

Óxidos (%)	Meta-peridotita	Esquisto Am-Chl	Anfibolitas mc	Anfibolitas comunes			Gneises		
	MB-16	MB-54	MB-1	MB-15	MB-30	MB-32	MB-47	MB-48	MB-49
SiO <sub>2</sub>	40,09	39,78	45,60	47,57	45,78	48,17	75,97	75,57	72,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,61	14,18	16,83	15,38	16,18	15,14	11,94	12,36	13,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,75	14,94	11,53	11,91	11,30	12,78	2,29	1,43	2,50
MnO	0,24	0,17	0,15	0,19	0,15	0,17	trazas	trazas	0,03
MgO	25,67	17,73	11,25	7,41	6,83	6,40	0,64	0,40	1,25
CaO	4,19	6,40	9,33	9,60	11,36	9,10	0,24	0,20	0,43
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,58	2,11	2,88	2,79	3,33	0,17	1,53	0,20
K <sub>2</sub> O	0,00	0,03	0,10	0,25	0,45	0,28	6,44	7,13	7,19
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,86	0,71	1,28	1,53	1,53	0,14	0,10	0,19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,19	0,12	0,25	0,34	0,38	0,39	0,20	0,02	0,04
PF	4,93	4,91	1,97	2,51	1,59	2,26	1,73	0,95	1,67
TOTAL	100,23	99,70	99,83	99,32	98,34	99,55	99,76	99,69	99,75
A/CNK	0,86	1,12	0,82	0,68	0,63	0,68	1,55	1,17	1,53
#M	0,74	0,70	0,66	0,55	0,54	0,50	0,36	0,36	0,50
#K	0,00	0,03	0,03	0,05	0,10	0,05	0,96	0,75	0,96

Tabla I.- Análisis de metabasitas y ortogneises. Los parámetros A/CNK [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)], #M [MgO/(MgO+FeOt)] y #K [K<sub>2</sub>O/(K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O)] están calculados en moles de óxidos.

Table I.- Analyses of metabasites and orthogneisses. A/CNK [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)], #M [MgO/(MgO+FeOt)] and #K [K<sub>2</sub>O/(K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O)] with oxides in moles.



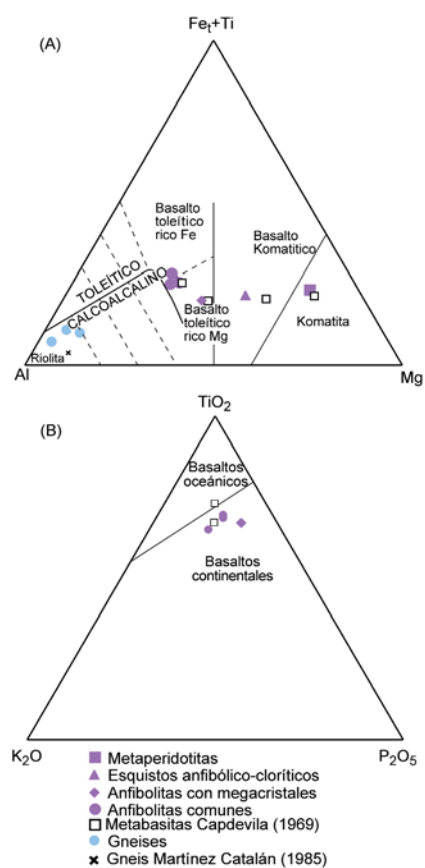


Fig. 3.- A) Diagrama de Jensen (1976) para las metabasitas y los ortogneises. B) Proyección de las anfibolitas en el diagrama de Pearce et al. (1975).

Fig. 3.- A) Triangular plot of Jensen (1976) for the metabasites and the orthogneisses. B) Diagram of Pearce et al. (1975) for the different types of amphibolites.

ramientos de metabasitas y ortogneises, y la presencia de inclusiones ocasionales de las primeras en los últimos, sugiere una intrusión cuasi-simultánea, por lo que podría tratarse de una asociación bimodal, comparable a las de otros terrenos hercínicos. Esta hipótesis deberá ser confirmada con edades absolutas.

La forma de los afloramientos, el contacto intrusivo de los gneises, junto con los tipos de texturas observadas, indicarían un emplazamiento subvolcánico. Serían diques o sills de gabros o doleritas fragmentados, y de un microgranito feldespático alcalino porfídico, en el caso de los gneises. Todas estas rocas están afectadas por la deformación y el metamorfismo varisco, y tienen paragénesis características de las anfibolitas de grado alto, como las de las rocas encajantes (Arenas y Martínez Catalán, 2003).

Los contenidos en  $Al_2O_3$  y CaO, y el valor de #M en las metaperidotitas y en los esquistos anfibólico-cloríticos, no corres-

ponden ni a peridotitas mantélicas, ni a fundidos basálticos, por lo que podrían ser acumulados. Esto, junto con la disminución progresiva de #M de metaperidotitas a anfibolitas, sugiere un proceso de diferenciación entre estas rocas. Los acumulados se formarían a partir de un basalto toleítico, de origen mantélico, cuya composición sería próxima a la de las anfibolitas comunes. Aunque en el campo, los esquistos anfibólico-cloríticos parecen originarse por deformación de las metaperidotitas en el contacto con el encajante, la comparación de sus composiciones químicas lo descarta (Tabla I). Asumiendo que el  $Al_2O_3$  tuvo un comportamiento inmóvil durante el metamorfismo, la pérdida de masa de las metaperidotitas a los esquistos anfibólico-cloríticos sería del 53%, lo que parece poco probable. Esto indicaría que estos esquistos se formaron a partir de una composición diferente a la de las metaperidotitas.

En cuanto a la relación genética entre las metabasitas y los ortogneises, estos últimos podrían ser el resultado extremo de la diferenciación del basalto toleítico, pero su carácter peraluminico y muy potásico, de afinidad calcoalcalina, estaría más de acuerdo con un origen cortical, por ejemplo, a partir de la fusión de metasedimentos de afinidad calcoalcalina, tipo grauwacas, que heredarían los gneises (Pin et al., 2007). En esta segunda hipótesis, y asumiendo una intrusión contemporánea, el ascenso de los magmas básicos, a partir del Cámbrico Inferior, durante la distensión cortical que precedió a la apertura del Océano Rheico, favorecería la fusión de rocas corticales inmaduras, emplazándose los dos tipos de magmas en la potente serie terrígena de la ZAOL. El carácter de toleitas continentales, próximas a toleitas oceánicas de las anfibolitas, estaría de acuerdo con este contexto tectónico.

### Conclusiones

Las metabasitas de Bordelle y los ortogneises de Lousada derivarían de una asociación bimodal, emplazada en condiciones subvolcánicas, durante la distensión continental, previa a la apertura del Océano Rheico. Esta distensión tendría lugar a partir del Cámbrico Inferior, en la ZAOL.

Las metabasitas incluyen acumulados ultramáficos formados a partir de un magma toleítico. Los gneises son de naturaleza calcoalcalina, carácter ácido, peraluminico y

potásico, lo que sugiere un origen por fusión de materiales corticales de esta misma naturaleza, favorecida por la inyección de los magmas básicos en la corteza inferior.

Las paragénesis metamórficas que presentan ambos tipos de rocas son características de las facies de las anfibolitas de grado alto.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a M. López Plaza y A. Marcos las sugerencias para mejorar el manuscrito.

### Referencias

Arce Duarte, J.M., Fernández Tomás, J. y Alvarez Menéndez, J.M. (1975). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 23 (Puentes de García Rodríguez)*. IGME.

Arenas, R. y Martínez Catalán, J. R. (2003). *Tectonophysics*, 365, 143-164.

Bastida, F., Marcos, A., Marquínez, J., Martínez Catalán, J.R., Pérez-Estaún, A. y Pulgar, J. A. (1984). *Mapa Geológico de España 1:200.000, hoja nº1 (La Coruña)*. IGME.

Capdevila, R. (1966). *Comptes Rendus l'Académie des Sciences de Paris*, 262, 2193-2196.

Capdevila, R. (1969). *Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galicie Nord orientale (NW de l'Espagne)*. Tesis doctoral, Univ. Montpellier, 430 p.

Castiñeiras, P., Navidad, M., Liesa, M., Carreras, J. y Casas, J.M. (2008). *Tectonophysics*, 461, 228-239.

Jensen, L.S. (1976). *Ontario Division of Mines, Miscellaneous Paper*, 66, 22 p.

Kretz, J. (1983). *American Mineralogist*, 68, 277-279.

Lancelot, J. R., Allegret, A. e Iglesias Ponce de León, M. (1985). *Earth and Planetary Science Letters*, 74, 325-337.

Marcos, A., Martínez Catalán, J.R., Guitérrez-Marco, J.C. y Pérez-Estaún, A. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, 49-52.

Martínez Catalán, J. R. (1985). *Corpus Geologicum Gallaeciae (2.ª serie)*, 2, 291 p.

Murphy, J. B., Gutiérrez-Alonso, G., Fernández-Suárez, J. y Braid, J.A. (2008). *Tectonophysics*, 461, 166-180.

Pearce, T.H., Borman, B.E. y Birkett, T.C. (1975). *Earth and Planetary Science Letters*, 24, 419-426.

Pin, C., Kryza, R., Oberc-Dziedzic, T., Mazur, S., Turniak, K. y Waldhausrová, J. (2007). *Geological Society of America Special Paper*, 423, 209-229.