

# El campo pegmatítico de Forcarei Norte y las mineralizaciones de fosfatos asociadas (Galicia, España)

*The Forcarei Norte pegmatite field and their mineralizations of phosphates (Galicia, Spain)*

M.Fuertes Fuentes (\*), A. Martín Izard (\*)

(\*) Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. Arias de Velasco sn. 33005 Oviedo

## ABSTRACT

*The aim of this paper is to present the most important mineralogical, textural and petrological characteristics of the Forcarei Norte pegmatite field. On the basis of on their internal structure, mineralogical association and field outcrop, we can establish two different types of pegmatites named 1 and 2. The first one has a well-developed internal structure around the core, and replacement aplitic units. The second one has no well-developed internal structure and it has biotite as a main mineral phase. The phosphate mineralization is made up by apatite manganese rich, eosphorite, montebrasite and possible xanthoxenite and only appear in the border zone of group 1, where fill cavities and mineral fractures or is an alteration product of plagioclase*

**Key words:** Pegmatites, Phosphates, Mineralization, Forcarei, Galicia, Spain.

*Geogaceta, 20 (7) (1996), 1594-1597  
ISSN: 0213683X*

## Introducción

Los cuerpos pegmatíticos objeto de este estudio, se localizan al nordeste de la provincia de Pontevedra, destacando como localidades más importantes Lalín y Forcarei. Geológicamente, las pegmatitas estudiadas encajan en la denominada Área Esquistosa de Galicia Central (AEGC) (Fig. 1), que pertenece, dentro del Macizo Hespérico, a la Zona de Galicia Tras-Os-Montes. La secuencia metasedimentaria del AEGC está limitada al Este y Oeste, entre otros, por dos grandes batolitos graníticos de tendencia alcalina, el complejo granítico occidental y el batolito oriental. Existen también otros macizos y stocks de menor importancia (Fig. 1).

El campo pegmatítico de Forcarei Norte lo constituye el conjunto de pegmatitas que intruyen en la mitad Norte del flanco occidental del Sinforme de Forcarei (Fig. 1). En este trabajo, se hace una descripción general del campo y se establecen una serie de grupos pegmatíticos con características comunes. Por otro lado, se presenta la distribución y descripción de la mineralización de P dentro de los grupos establecidos.

## Localización geológica

Dentro de la sucesión metasedimentaria que aflora en el AEGC, las pegmatitas estudiadas encajan en dos de los tres grupos

litoestratigráficos que fueron propuestos por Marquínez (1984), Paraño y Lalín-Forcarei, de edad Silúrico-Devónico. El Grupo Paraño está formado por esquistos, con frecuentes tramos de micaesquistos cuarcíferos y feldespáticos e intercalaciones de niveles grafitosos y cuarcitas. El Grupo Lalín-Forcarei ocupa el núcleo de dos grandes sinformes, el de Forcarei y el de Lalín. Su contacto con el Grupo Paraño está marcado por la presencia, en la base del Grupo Lalín-Forcarei, de anfibolitas.

Los materiales del AEGC están afectados por una deformación polifásica de edad hercínica. Los acontecimientos tectonometamórficos y magmáticos se desarrollan en tres fases. Una primera (F1), de la que no se han encontrado pliegues que puedan atribuirse a ella, sin embargo, existe una esquistosidad S1, cuyo grado de conservación varía en función de la intensidad de las deformaciones posteriores. Durante la segunda fase de deformación (F2) se originan pliegues de pequeño tamaño, asimétricos, isoclinales y vergentes al Este, con ejes cuya dirección tiene una notable dispersión, disponiéndose preferentemente N-S o NNW-SSE, con inclinaciones variables. A estas estructuras se asocia una foliación que aparece generalizada en toda el AEGC. Esta segunda fase de deformación es la responsable del cabalgamiento del Dominio Esquistoso de Galicia Media Tras-Os-Montes

sobre el Dominio del Anticlinorio del Olló de Sapo y la Unidad de los Montes del Invernadero (Barrera *et al.*, 1989). Para Marquínez (1984) existe un tránsito gradual, desde el punto de vista litológico, entre el Grupo Lalín-Forcarei y las rocas subyacentes, pero para otros autores (Hilgen, 1971; Minnigh, 1978; Martínez Catalán *et al.*, 1996) durante esta fase tiene lugar el cabalgamiento de las Unidades de Lalín y Forcarei originando la S2. La última fase de deformación (F3) produce el repliegamiento longitudinal de las estructuras anteriores (Barrera *et al.*, 1989). A esta fase corresponden la mayoría de los pliegues menores que se observan en el campo, así como las macroestructuras que aparecen en la zona, los Sinformes de Forcarei y de Lalín y el Antiforme del Candán. Aparte de las estructuras descritas, existe una red de fallas y diaclasas que afectan a los pliegues de tercera fase y a los granitoides, destacando el sistema de fallas de dirección N30-40E.

La deformación de estos materiales durante el ciclo Hercínico está acompañada por un metamorfismo regional de presión intermedia a baja y temperatura intermedia (facies de esquistos verdes-anfibolitas), al que se superpone un metamorfismo térmico inducido por los granitoides del área.

Las pegmatitas estudiadas pertenecientes al campo de Forcarei Norte están, probablemente, en relación con el complejo

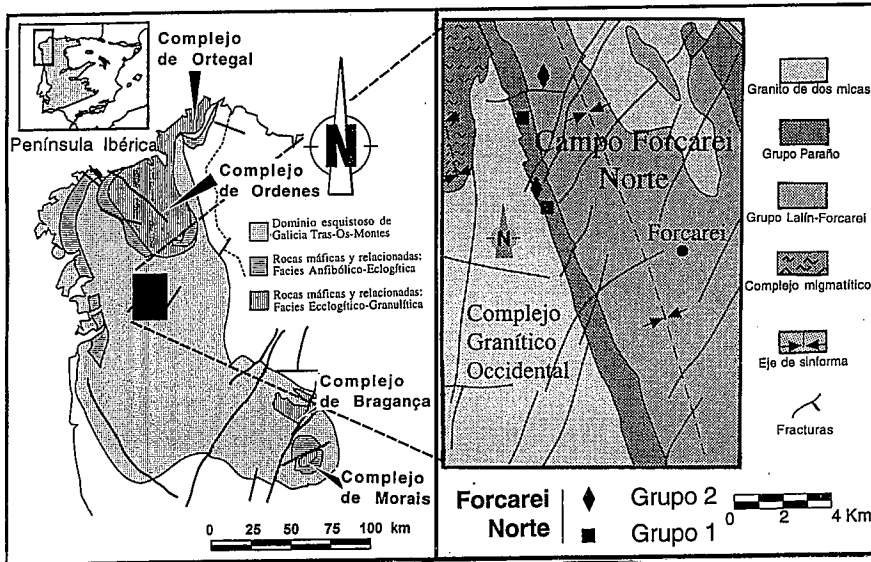


Fig. 1.- Situación y esquema geológico de Forcarei Norte (adaptado de Barrera *et al.*, 1989)

Fig. 1.- Setting and schematic map of the Forcarei Norte area (adapted from Barrera *et al.*, 1989)

granítico que aflora en el borde occidental del área (Fig. 1). Está formado por rocas graníticas pertenecientes al grupo denominado granitoides sincinemáticos. Son cuerpos afectados por alguna de las fases de deformación hercínica y, desde un punto de vista mineralógico y geoquímico, se clasifican como granito peraluminado de dos micas inhomogéneo (Klein & Hilgen, 1982; Barrera *et al.*, 1982).

En líneas generales, el contacto de estos granitos con el encajante metamórfico es neto. En el caso del complejo granítico occidental dicho contacto sigue la dirección de las estructuras hercínicas. Estos granitos originan en el encajante una aureola metamórfica que puede alcanzar dos kilómetros, además del cortejo de cuerpos pegmatíticos.

#### El campo pegmatítico de Forcarei Norte

Este campo pegmatítico está formado por un conjunto de pegmatitas de dimensiones variadas, que van desde 1 a 300 metros de longitud, potencias aparentes desde 30 cm. a 10 metros y formas filonianas o boudinadas. Los cuerpos localizados al Sur de este campo encajan principalmente en la franja de metasedimentos del Grupo Paraño, y sólo se ha encontrado una pegmatita dentro de los micaesquistos de la formación Xesta (Grupo Lalín-Forcarei). La mayoría son concordantes con la foliación principal de los metasedimentos (superposición de S2 y S3). De esta forma, los cuerpos se orientan con direcciones N170-180E y buzamientos entorno a 80° hacia el oeste. Suelen adoptar formas boudinadas y se

frecuente encontrar cuarzo en los extremos de estos boudines. Otros cuerpos pegmatíticos son discordantes, cortan pliegues menores de tercera fase en los esquistos, y a su vez, aparecen también plegados. Son pliegues originados durante la tercera fase de deformación, y se generan porque, una vez intruídas las pegmatitas, las rocas metamórficas continuaron apretándose. Teniendo en cuenta la disposición de los cuerpos antes descrita, su intrusión debió tener lugar durante la tercera fase de deformación, bien de forma concordante con la S3 o cortándola.

El extremo septentrional del campo pegmatítico de Forcarei Norte lo forman un conjunto de cuerpos que se encajan, en su totalidad, dentro de los materiales del Grupo Lalín-Forcarei (Fig. 1). Adoptan formas filonianas, con tamaños que van desde 2 a 5 metros de potencia, y longitudes medias entre 100 y 150 metros. En general, todos los cuerpos son discordantes con la foliación principal de campo (superposición de S2 y S3), y tienen direcciones variables y buzamientos subverticales, o bien se inclinan ligeramente hacia el Norte.

El contacto entre los cuerpos pegmatíticos y el encajante es neto, y está marcado por la presencia de una banda de greissen, muy rico en cuarzo, de unos 10 cm. de potencia. A esta banda pegmatítica, greissenizada, se superpone una turmalinización. Ambos procesos, greissenización y turmalinización, llegan a afectar al encajante.

#### Grupos pegmatíticos. Características.

Todas las pegmatitas de este campo en función, fundamentalmente de la estructura interna, mineralogía y características de visu, se han clasificado en dos grupos a los que denominamos grupo 1 y grupo 2.

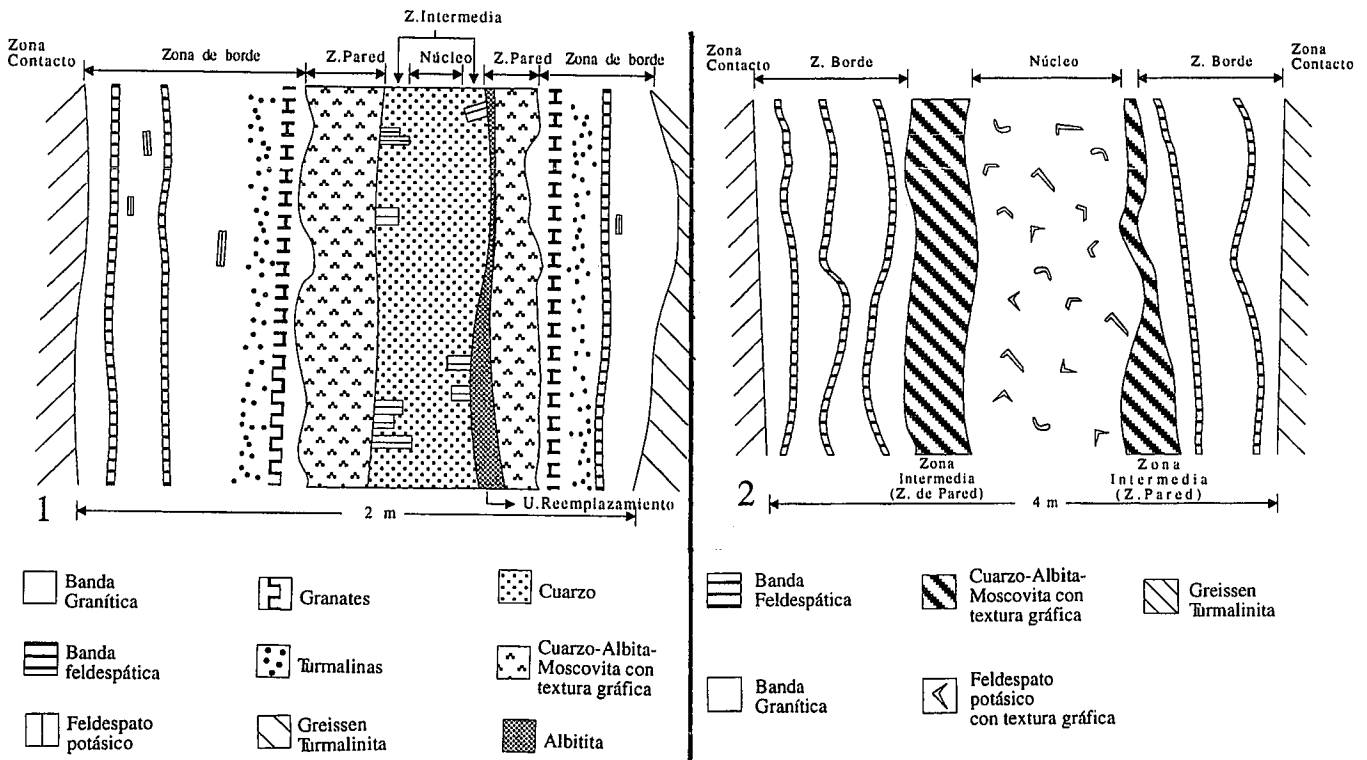
#### Grupo 1

Los cuerpos de este grupo están situados en el borde oriental de la franja de metasedimentos del Grupo Paraño (Fig. 1) y siempre aparecen en la zona sur del Campo. Se caracterizan por desarrollar estructura interna. Tienen una serie de zonas típicas, cuya distribución, alrededor del núcleo puede ser simétrica o asimétrica, siendo esto último lo más frecuente. Las zonas que aparecen son:

**Zona de borde:** Presenta un bandeo en el que alternan dos tipos de bandas, unas, más potentes, tienen textura granítica y están constituidas por albita, cuarzo, moscovita y algo de microclina, en cristales idiomórficos aislados que no suelen estar maclados y tienen tamaño centimétrico, o interpenetrada y reemplazada por la albita. Los principales accesorios son granate y turmalina. Las otras bandas son más delgadas y están formadas por microclina peritética en una matriz de cuarzo. El límite entre los dos tipos de bandas descritos suele estar marcado por moscovita.

En el primer tipo de bandas es frecuente la presencia de fosfatos tardíos, manganoapatito (hasta 10% en peso de MnO), eosforita, montebrasita y "posible xanthoxenita". Estos aparecen rellenando huecos, cementando cristales fracturados durante la deformación, o bien, como producto de alteración de minerales primarios, generalmente de los feldespatos. En los casos, en que el manganoapatito y la xanthoxenita aparecen juntos, el contenido en manganeso del apatito disminuye notablemente. La eosforita-childrenita y montebrasita aparecen en el núcleo de los cristales de albita, o como parches al azar dentro de ellos. Generalmente, en el tránsito de la zona de borde a la de pared se concentran granate (71.5% Alm., 26.6% Srp., 1.1 Prp., 0.6% Grs) y turmalina.

**Zona de pared:** El comienzo de esta zona viene marcado por un aumento brusco en el tamaño de grano, de modo que todos los cristales superan el centímetro. Por otro lado, los minerales muestran un hábito esquelético, con intercrecimientos gráficos entre ellos, y rodeados por una matriz de cuarzo. La mineralogía principal está formada por cuarzo, moscovita y albita, y como accesorios hay berilo, manganoapatito y granate que puede ser zona-



Figs. 2 y 3.- Esquemas de la zonación general de las pegmatitas de los grupos 1 y 2

Figs. 2 y 3.- Schematic view of the Zonation in the pegmatite groups 1 and 2

do o homogéneo. En el primer caso, los bordes tienen composición almandínica (Alm. 65.3%, Srp. 32.8%, Prp. 1.6%, Grs. 0.1%) y los núcleos son de composición espesartítica (Srp. 54%, Alm. 45.8%, Prp. 0.1%, Grs. 0%). En el segundo caso, se trata de espesartinas (Srp. 51.5%, Alm. 48%, Prp. 0.3%, Grs. 0.5%).

**Zona intermedia:** Esta zona se caracteriza por estar formada por grandes cristales de microclina pertítica con textura gráfica. En la zona intermedia próxima al núcleo de cuarzo, hay una desaparición progresiva de la textura gráfica. Esto puede seguirse incluso en un único cristal de microclina pertítica. Normalmente estos feldespatos potásicos, idiomórficos se disponen con su eje cristalográfico c, perpendicular al zonado general del cuerpo

**Núcleo:** El núcleo de cuarzo no aparece bien definido en todos los cuerpos. En algunos es continuo y se puede seguir a lo largo de toda la pegmatita, con una potencia más o menos constante. Por el contrario, en otros cuerpos, se reduce a formas redondeadas o en huso, discontinuas, y que se engrosan y adelgazan hasta de desaparecer. Incluidos en estas masas de cuarzo aparecen dispersos, como minerales accesorios, cristales aislados de granate, albita, y moscovita en grandes placas tabulares.

**Unidades de reemplazamiento:** Frecuentemente son bandas discontinuas, con potencias variables que no superan el metro. Se distribuyen al azar pero, en general, atraviesan el núcleo o lo bordean. En otros casos, llegan a cortar la zona intermedia. En ocasiones, son masas sin forma definida, que se presentan como parches en el núcleo. En general, el contacto de estas unidades con las zonas intermedia y núcleo, aunque es neto, tiene un trazado irregular y frecuentemente lobulado. Estas zonas de reemplazamiento tienen textura aplítica. Están constituidas mayoritariamente por albita y en menor proporción cuarzo. Los accesorios son moscovita y circón.

La albita puede formar cristales relativamente grandes, de subeuhedrales a euhedrales, con formas tabulares y que exhiben un maclado irregular, de origen mecánico (maclas de deformación), o albita de grano fino, sacaroidea, que es la más abundante. Son cristales euhedrales, de hábito tabular, con un fino maclado según la ley de la albita. Este feldespato sódico corroe, a través de los bordes del cristal, los fenocristales centimétricos de microclina que forman la zona intermedia. El resultado de este proceso es un reemplazamiento, casi completo del feldespato potásico que aparece como parches relictos en los cristales de albita. Por todo lo anteriormente expuesto, a esta

albita la hemos denominado de segunda generación. Su origen es más tardío, y reemplaza a minerales primarios, como feldespato potásico o albita de primera generación.

Las características descritas permiten considerar a esta unidad como una típica zona de reemplazamiento. Su origen, aunque posterior a las otras zonas de cristalización primaria definidas anteriormente (borde, pared, intermedia y núcleo), es también primario (Cerny, 1994). Se formarían a partir de la cristalización de un fundido residual del magma pegmatítico que dió origen a estos cuerpos. En el esquema de la figura 2 y de una forma idealizada, se muestra como es el zonado de estos cuerpos. En ocasiones, y cortando de manera oblicua a estos cuerpos del grupo 1, aparecen venas rellenas de cuarzo, que, en general, presentan formas sigmoidales.

### Grupo 2

Por sus características de campo, mineralógicas y su estructura interna, los cuerpos más occidentales de la zona sur del campo, que encajan en la franja de metasedimentos del Grupo Paraño, y los situados en la zona norte de este campo, encajados en los materiales del Grupo Lalín-Forcarei, se han incluido en este grupo 2 (Fig. 1). En la mayoría de estos cuerpos se pueden sepa-

rar tres zonas caracterizadas por su mineralogía, pero principalmente por su textura y se han denominado zona de borde, zona de pared, intermedia y núcleo.

**Zona de borde:** Al igual que ocurría en el Grupo 1, está bandeada, dándose una alternancia de dos tipos de bandas, albiticas con textura granítica y feldespáticas.

Por lo que respecta a las primeras, la mineralogía principal es albita, cuarzo, moscovita, feldespato potásico y biotita parcialmente moscovitizada. Los principales accesorios son granate almandino y circon. En esta banda destacan los fenómenos de albitización de la microclina, y la presencia de abundantes mirmequitas en la albita que serían el resultado de un proceso de albitización del feldespato potásico (Paraskovopoulos, 1953). En el segundo tipo de bandas, el feldespato potásico es microclina que, ocasionalmente, presenta la macla de Carlsbad con perfitas tipo «vein», tiende a disponerse perpendicular al bandeo y crece dentro de una matriz formada por cristales xenomorfos de cuarzo.

En algunos cuerpos la biotita, que puede estar parcialmente moscovitizada, o en otros la moscovita, se sitúan entre los cristales de feldespato potásico. Estos filosilicatos tienen un hábito tabular, y en ellos el eje largo se dispone perpendicular al bandeo general de esta zona de borde.

**Zona de pared:** El inicio de esta zona se señala por aumento del tamaño de grano, junto con la aparición de un hábito de tipo esquelético en el crecimiento de los cristales. La mineralogía principal es albita, cuarzo, moscovita y/o biotita. La albita se presenta intercrecida con cuarzo y, como ocurre en la mayoría de los cuerpos del campo pegmatítico de Forcarei Norte, está muy deformada. Los filosilicatos se presentan en cristales tabulares centimétricos, rodeados por cuarzo. En esta zona el principal accesorio es el granate que, al igual que la albita, tiene un hábito esquelético mostrando intercrecimientos con el cuarzo.

**Zona intermedia y núcleo:** En casi todas estas pegmatitas, esta parte del cuerpo está muy desarrollada. La forman microclina perfito-gráfica y, como accesorios, turmalina, granate y moscovita. Generalmente, en un

mismo cristal de microclina, el cuarzo gráfico presenta intercrecimientos esqueléticos con turmalina y granate. Lister (1979) explicó este tipo de intercrecimientos como el resultado de la combinación de un crecimiento cristalino rápido y una lenta difusión de nutrientes en el fundido. Ambas cosas son los posibles resultados de una pérdida repentina de volátiles o, un rápido sobreenfriamiento en el contacto con las rocas encajantes. Las texturas gráficas y hábitos esqueléticos en los minerales indica un crecimiento rápido (Martín, 1982). La moscovita también se presenta como inclusión en el feldespato potásico o adosada a sus bordes. En el esquema de la figura 3 se representa como es el zonado de las pegmatitas que forman el grupo 2.

### Conclusiones

Todas las pegmatitas de este campo en función, fundamentalmente de la estructura interna, mineralogía y características de visu, se han clasificado en dos grupos que se han denominado 1 y 2. Como se ha podido ver, las pegmatitas del grupo 2 tienen una serie de claras diferencias con las del primer grupo descrito, lo que permite clasificarlas aparte. En primer lugar, señalar la presencia de biotita, tanto en la zona de borde como en la intermedia, la cual suele estar moscovitizada. En las pegmatitas de la franja de metasedimentos del grupo Paraño, la relación biotita/moscovita aumenta a medida que los cuerpos están más próximos al complejo granítico del borde occidental del AEGC. Y en las pegmatitas encajadas en el grupo Lalín-Forcarei, la relación aumenta cuanto más al Norte de este campo se sitúan los cuerpos.

Por otro lado, la mayoría de los cuerpos del grupo 2 no desarrollan una estructura interna tan clara y con zonas tan bien delimitadas como la descrita para el grupo 1. Generalmente, presentan unas zonas de borde y pared similares a las descritas para el primer grupo. Pero no desarrollan una zona intermedia y núcleo de cuarzo, sino que ambas zonas están indiferenciadas, y sólo aparece una parte central constituida mayoritariamente por microclina perfito-gráfica. Otra diferencia destacable es la ausencia de unidades de reemplazamiento aplíticas. Finalmente, por lo que respecta a las minerali-

zaciones de fosfatos, estas solo se presentan en el grupo 1, y dentro de él, en la zona de borde donde se forman fosfatos tardíos rellenando huecos, cementando cristales fracturados durante la deformación, o bien, como producto de alteración de minerales primarios, generalmente de los feldespatos. Los fosfatos son manganoapatito (hasta 10% en peso de MnO), eosporita, montebrasita y "posible xanthoxenita". En los casos en que manganoapatito y xanthoxenita aparecen juntos, el contenido en manganeso del apatito disminuye notablemente. La eosporita-childrenita y montebrasita aparecen en el núcleo de los cristales de albita, o como parches al azar dentro de ellos.

### Agradecimientos.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT GEO 91/1077 y una beca de Formación del Personal Investigador en favor de D<sup>a</sup> Mercedes Fuertes Fuente.

### Referencias

- Barrera, J.L.; Farias, P.; González, F.; Marquín, J.; Martín, L.M.; Martínez, J.R.; Del Olmo, A.; De Pablo, J.G. (1989): *Memoria del Mapa Geológico 1:200.000 de Ourense/Verín (I.T.G.E.)*.
- Cerny, P. (1994): *Ore Deposits Models*, 2, p. 29-47. Geoscience ed, Canada.
- Hilgen, J.D. (1971): *Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Serie B*, 74, p. 298-407.
- Klein, E. & Hilgen, J.D. (1982): *Cerdedo (153). Mapa Geológico de España*, E:1/50.000. I.G.M.E.
- Marquín, J. (1984): *Mem. del I.G.M.E. N° 100*, 213 p.
- Martín, R. F. (1982): *MAC short course handbook*, 8, pp 311-342. M.A.C. ed, Canada.
- Martínez Catalán, J.R.; Arenas, R.; Díaz García, F.; Rubio, F.; Abati, J.; Marquín, J. (1996): *Tectonics*, V. 15-1, pp 106-121.
- Minnigh, L.D. (1978): *Cuadernos del Seminario de estudios cerámicos de Sargadelos*, 27, p. 203-217.
- Lister, C. J. (1979): *Proc. Ussher Soc.* 4, pp 402-418.
- Paraskovopoulos, G.M. (1953): *TMPM. Ser.*, vol. 3 n° 3, p. 191-271.