

Nuevas aportaciones al estudio del «siderolítico» (Fm. Areniscas de Salamanca). Borde Oeste de la cuenca del Duero (Zamora)

New contributions to the study of the «siderolítico» (Areniscas de Salamanca Fm.). Western border of the Duero basin (Zamora)

E. Molina Ballesteros, G. Alonso Gavilán y J. García Talegón

Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Univ. Salamanca. Plaza de los Caídos, s/n. 37008, Salamanca
emoli@usal.es, gavilan@usal.es, talegon@usal.es

ABSTRACT

The Areniscas de Salamanca Formation, located in the western border of the Duero basin, has been studied by means of the polarized light microscope and the SEM. The study has brought out some interesting remarks: 1) important processes of redistribution of matter within the sediments displaying many bioturbation features (collapses, tubules, cutans, etc) all of them being previous to lithification; 2) presence of spicules of sponges (megascleras) appearing in the intermediate member of this Formation; 3) progressive enrichment in silica upwards with an increase in the contrasts of hues of the sediment due to Fe oxyhydroxides segregations.

Although the dominant forms of silica are lepispheres, cavities filled up by idiomorphic crystals of tridimite, fibrous forms, microquartzs and isotropic opal are frequent. The presence of sponge spicules, both isolated or grouped, open the possibility (??) that this Formation had been related in some way to a seashore sedimentary environment in someone period of its geological history.

Key words: siderolithic, sponge spicules, tridimite, Duero basin, Zamora

Geogaceta, 42 (2007), 27-30
ISSN: 0213683X

Introducción

En el borde occidental de la cuenca terciaria del Duero, área de Zamora (Fig. 1), aflora el contacto entre el zócalo hercínico y la cobertera sedimentaria que rellena dicha cuenca. En esta región se identifica un conjunto de hechos no exclusivos del borde SO de la cuenca del Duero, sino que también han sido observados en ciertas zonas del borde sur de la cuenca del Tajo (Mas *et al.*, 1989; Rodas *et al.*, 1990; Molina *et al.*, 2002). Estos hechos sintetizados a partir de Ubanell *et al.* (1978); Molina y Blanco, (1980); Bustillo y Martín Serrano, (1980); Arenillas y Saavedra, (1982), García Talegón (1995), Molina Ballesteros *et al.* (1997) entre otros, son los siguientes:

- ▶ el zócalo aparece afectado por una potente alteración de carácter kaolinizante y hacia techo se encuentra silicificada por ópalo CT.
- ▶ sobre este zócalo se apoya discordante la Fm. Areniscas de Salamanca (Alonso Gavilán, 1981), cuya edad se atribuye, al Cretácico terminal- Paleoceno (Alonso Gavilán, 1989). Se halla cementada por sílice con concentraciones locales de oxihidróxidos de hierro

(siderolítico), sulfatos de Al y K, y es rica en kaolín y ópalo CT. El porcentaje de sílice disminuye hacia el muro de la sucesión sedimentaria.

- ▶ tanto sobre el zócalo como sobre la cobertera siderolítica están



- ★ Columnas estratigráficas
- 1 Valorio
- 2 Arroyo Perdigón
- 3 Tardobispo

Fig. 1.- Situación geográfica del área de estudio y ubicación de las columnas estratigráficas realizadas.

Fig. 1.- Geographical situation of the study area and location of the stratigraphic sections.

discordantes los depósitos eocenos y cuaternarios.

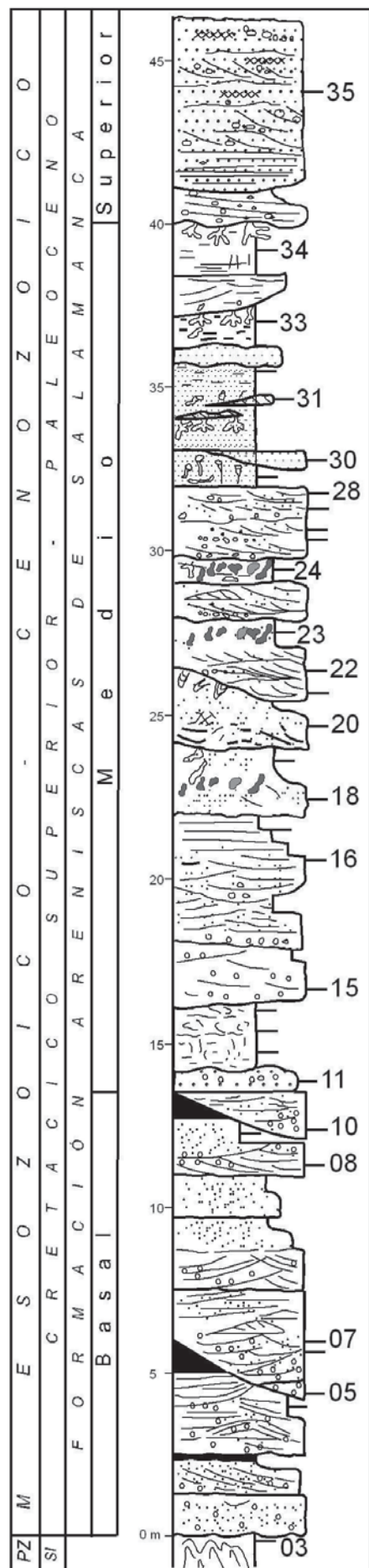
Las dataciones radiométricas (método de K/Ar.), realizadas por Blanco *et al.* (1982) en muestras de sulfatos de Al y K (alunitas) en secciones del área dan una edad entre 58-65 Ma.

El objeto del presente trabajo es poner de manifiesto la presencia de cristales de tridimite y, por vez primera, de espículas de esponjas silíceas en sedimentos que hasta hoy siempre han sido considerados azoicos. Así mismo, se aportan datos sobre los procesos postsedimentarios que afectaron a Fm. Areniscas de Salamanca.

Situación geográfica y estratigrafía

La columna estratigráfica elegida como la más representativa del área, se localiza en la margen derecha del arroyo Perdigón, en un tramo abandonado de la carretera N-527, Zamora a Pererueta (Fig. 2). En ella, de forma sucinta, se identifica:

- ▶ un basamento de esquistos silúricos plegados, los 5-6m finales están muy alterados y con fuerte contraste de coloración, desde tonos rojos a ocre, blancos, etc.
- ▶ una cobertera sedimentaria detrítica formada por casi 46m de gravas,



arenas y fangos ordenados en secuencias granodecrecientes que conforman una arquitectura estratigráfica granocreciente. Constituyen la Formación Areniscas de Salamanca (Alonso Gavilán *et al.*, 2006) y en ella se diferencian tres tramos con rango de Miembro, denominados Basal (gravas y arenas de colores ocre y violetas, púrpuras, generalmente sueltos), Medio (arenas y limos, de tonos grises, blancos, ocre y rojizos, parcialmente cementados) y Superior (gravas y arenas grises, blancas y zonas violetas, púrpuras con clastos de cuarzo dominantes, 6cm de centil y fuertemente cementados por ópalo CT).

Las características estratigráficas y sedimentológicas permiten interpretarla como depósitos formados por un sistema fluvial trenzado de gravas bien desarrollado, con una red muy densa de canales planos, de alta energía y gran movilidad, desplazándose hacia el SE principalmente y con componentes secundarias hacia el E y NE, drenando un área fundamentalmente granitoide y metamórfica (Delgado y Alonso Gavilán, 1996; Alonso Gavilán *et al.*, 2006).

Metodología.

Se han utilizado las técnicas de microscopio de luz polarizada Laborlux 12 Pol S y un microscopio electrónico de barrido (MEB), modelo Philips PW 173, con microanálisis por medio de energía dispersiva de rayos-X (EDRX), siguiendo criterios micromorfológicos. Con ese fin, se estudiaron un total de 50 láminas delgadas de muestras orientadas paralela y/o perpendicularmente a la estratificación. Así mismo, se prepararon pequeños fragmentos 3D para su estudio al MEB.

Resultados

Al microscopio de luz polarizada, los esquistos silúricos presentan como minerales principales moscovita, biotita, cuarzo y feldespatos, y como accesorios turmalina y zircón. Hacia techo, las biotitas están más o menos cloritizadas y ferruginizadas y las moscovitas han perdido sus colores de polarización pasando a sericitas en diferentes estadios de evolución.

Formación Areniscas de Salamanca (siderolítico). Dadas las características litológicas del Miembro Basal (arenas y

gravas sueltas) no se han realizado láminas delgadas de las muestras recogidas en ninguna de las columnas estratigráficas. El techo de este Miembro se sitúa a 15m por encima de la discordancia con el zócalo y se toma este punto al aparecer por vez primera la sílice como ópalo CT.

El Miembro Medio tiene un espesor de 25m. Se han estudiado 21 muestras con preparaciones en planos de orientación diferentes. Presentan como minerales heredados y muy dominantes (esqueleto) granos de cuarzo (poli y monomineral) y muchos con bordes corroídos. Hay algunas moscovitas más o menos alteradas, escasos clastos de feldespato y, en algún caso, fragmentos de esquistos muy alterados y ferruginizados. Por el contrario, son frecuentes las turmalinas y escasos los zircones. En todas las muestras los granos del esqueleto aparecen embutidos dentro de la fracción fina o «plasma de alteración» (*sensu* Nahon, 1991), muestra zonas con fuerte birrefringencia y otras son totalmente isotropas y el paso de un extremo al otro es muy progresivo. La mayor parte del «plasma de alteración», se ha originado *in situ* por alteración de clastos menos resistentes (feldespatos, micas) y de la antigua matriz del sedimento.

Se diferencian dos tipos principales de cavidades, unas por migración parcial del plasma y otras por bioturbación. Las primeras presentan bordes irregulares y pueden tener aportes de material alóctono tanto en sus bordes como en su interior (p. ej. sílice, arcillas, etc.). Las originadas por bioturbación muestran secciones circulares, elípticas (Fig. 3 A) o en galería (Fig. 3 B), siendo sus paredes regulares, más o menos paralelas y con aporte de material alóctono (oxihidróxidos de hierro). Como rasgos más importantes se destacan: a) removilizaciones de materia, b) acumulaciones de sílice, y c) presencia de espículas de esponjas silíceas.

Removilizaciones de materia. Son frecuentes los procesos de colapso por pérdida de plasma y posteriores aportes de arcillas (*argilanes*) o de sílice (*silanes*) sobre las paredes de los huecos. A lo largo de todo el Miembro hay una fuerte redistribución de los oxihidróxidos de Fe. Éstos pueden aparecer recubriendo paredes de huecos (*ferranes*), en la masa basal a cierta distancia de la cavidad (*quasiferrán*) o próximos a su borde (*hypoferrán*).

Existen acumulaciones de micromódulos (diámetro <5µm) dispersos en el plasma o en cavidades. A techo de los

Fig. 2.- Columna estratigráfica del arroyo Perdigón.

Fig. 2.- Arroyo Perdigón stratigraphic section.

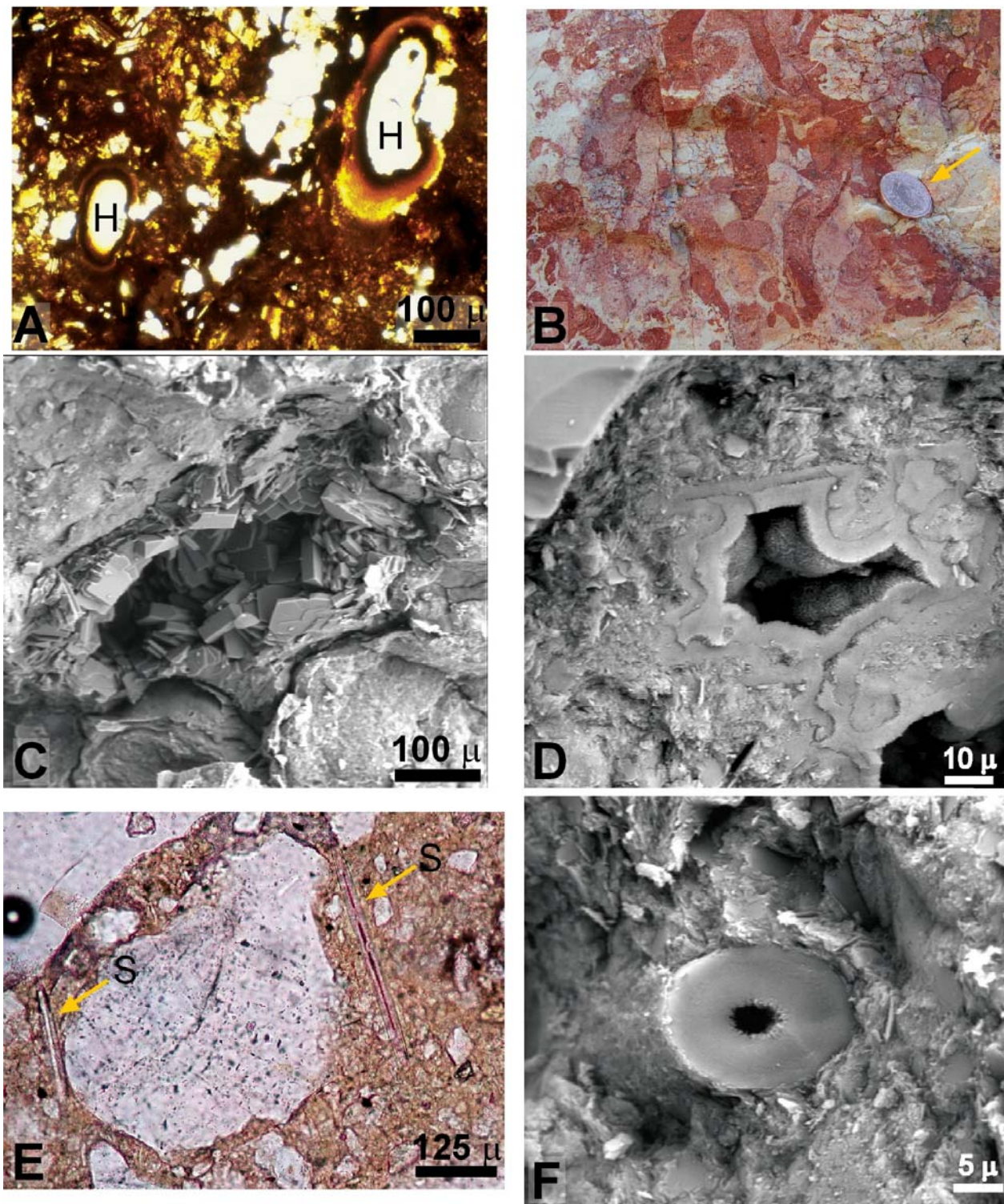


Fig. 3.- A, Concentración de oxihidróxidos de hierro alrededor de huecos semicirculares o elípticos (H) originados por actividad biológica. Microfotografía, 1 nicol. B, Bioturbación. Galerías por actividad de anélidos considerando la organización y tipo de relleno. La actividad orgánica es muy monoespecífica. C, Cavidad rellena por cristales de tridimita. Microfotografía al MEB. D, Cavidad tapizada por lepisferas de ópalo CT como último aporte de sílice. Microfotografía al MEB. E, Sección longitudinal de espículas de esponjas silíceas (S) dentro de la masa del sedimento. En ellas se aprecia el canal interno. Microfotografía, 1 nicol. (F) Sección transversal de una espícula de esponja silícea. Microfotografía al MEB.

Fig. 3.- A, Iron oxy-hydroxides concentration around the semicircular or elliptical voids (H) originated by biological activity. Microphotograph 1 nicol. B, Bioturbation. According to arrangement and type of the filling material, they suggest annelid activity. The activity is very specific. C, Crystals of tridimite filling a cavity. SEM microphotograph. D, Last silica contribution forming a covering of CT opal lepispheres into a cavity. SEM microphotograph. E, Longitudinal section of siliceous sponge spicules (S) within the sediment. It is possible to appreciate the internal channel of the spicule. Microphotograph 1 nicol. F, Cross section of a siliceous sponge spicule. SEM microphotograph.

estratos es frecuente el desarrollo de túbulos (Fig. 3 B) rellenos de aportes alóctonos (p. ej. *estriotúbulos*) y restos de *pelets*.

Acumulaciones de sílice (Figs. 3 C y D). La sílice forma parte de la masa basal de la roca o de distintos tipos de recubrimientos en paredes de huecos hasta el relleno total o parcial de las cavidades. En el primer caso aparece como final en una progresiva pérdida de la birrefringencia del plasma de alteración mientras que en el segundo caso existen todas las posibilidades, desde la formación de lepisferas, rellenos de sílice fibrosa en varias fases con elongación + y -, microcristales de tipo sacaroideo hasta el desarrollo de cristales de tridimita rellenando cavidades.

Espículas de esponjas silíceas (Figs. 3 E y F). Tienen una longitud entre 100-300µm (megascleras) con secciones circulares de diámetro (15-20µm). Aparecen aisladas (Fig. 3 E), dispersas en la masa del sedimento o agrupadas en racimos de tres o más. En su interior presentan un canal central bien conservado de 4-5µm de diámetro (Fig. 3F). Aunque la mineralogía de los depósitos del Miembro Superior es la misma que la del Miembro Medio, sin embargo el tamaño de grano es mayor y la organización interna y textura son diferentes. Los clastos de cuarzo y cuarcita, tamaño grava y canto, están englobados en una fracción fina muy endurecida con fuertes contrastes de colores blancos y violetas por redistribución interna de los oxihidróxidos de Fe. A techo suelen aparecer concentraciones locales de ópalo de aspecto lechoso que rellena fisuras y grietas y presenta fractura concoidea.

El estudio microscópico revela que los granos del esqueleto aparecen engastados dentro de una fracción fina birrefringente con estructura dominante tipo *esquel-insépica* (nomenclatura *sensu* Brewer, 1976) donde son frecuentes las zonas ópticamente isotropas. Los oxihidroxidos presentes en zonas con tonos violáceos aparecen formando nódulos de estructuras concéntricas con diámetros máximos entre 10-15µm. No suelen aparecer aislados sino que tienden a concentrarse en las fisuras donde, a veces, se encuentran delgadas *silanes*. Muchas de las cavidades mayores aparecen rellenas total o parcialmente por cristales de tridimita de hábito tabular que, al microscopio de luz polarizada, presentan colores de polarización grises.

Discusión y conclusiones

Exceptuando el Miembro Basal de la Fm. Areniscas de Salamanca, los otros

dos tienen un grado de enriquecimiento en sílice secundaria diferente. Esta silicificación es máxima en el Miembro Superior donde es frecuente la presencia de grietas y fisuras rellenas de ópalo. La sílice puede ser más o menos masiva (concentraciones isotropas de ópalo) o en otras formas (en tabletas de tridimita, formando lepisferas, fibras, cuarzo sacaroideo o en mosaico).

Es de destacar la abundancia de rasgos texturales originados por bioturbación principalmente a techo de los bancos del Miembro Medio. En algunos niveles son especialmente abundantes los isotúbulos y estriotúbulos (*sensu* Brewer, 1976) con dimensiones de varios cm, lo que hace suponer que puedan ser de origen animal (¿anélidos?) aunque no se descarta que algunos hayan sido generados por raíces dadas las características morfológicas que presentan. Las espículas de esponjas aparecen en cavidades o dispersas en la masa general de la roca lo que indica que esta acumulación es anterior al endurecimiento del sedimento.

El otro proceso importante ha sido la removilización de los oxihidróxidos que, aunque se da en todos los Miembros, es especialmente llamativo a techo de la Formación. Los colores ocres, con una variada gama de tonos, corresponden a dominios donde los oxihidróxidos están íntimamente unidos a la fracción fina. Por el contrario, a medida que se separan ambos componentes se desarrollan mejor los micronódulos, el color rojo se hace más intenso y los contrastes cromáticos aumentan. El análisis puntual por EDRX del núcleo de uno de estos micronódulos ha dado los siguientes resultados: Fe= 85.74%, K= 0.56%, Si= 9.76% y Al= 3.94%, lo que confirma la fuerte concentración de Fe.

Por último, la abundancia de rasgos de bioturbación de tipo estriotúbulos así como la presencia de espículas de esponjas en el Miembro Medio, plantea la cuestión de si, en algún momento de su historia, esta Formación estuvo relacionada de alguna forma con ambientes sedimentarios marinos situados hacia el E (Alonso Gavilán, 1989 y Molina *et al.* 1997).

Agradecimientos

Este trabajo se inscribe dentro de los proyectos CGL2004-07066-C02-01 BTE y CGL2004-07066-C02-02 BTE del Ministerio de Educación y Ciencia. A la Dra. E. Pellitero Pascual por su ayuda y sugerencias en el estudio de algunas de las láminas delgadas. A la Lcda. Dña. Milagros Bartolomé por su tiempo plasmado en su-

gerencias científicas, trabajo en ordenadores y aguantar los cambios de pareceres en el orden del texto.

Referencias Bibliográficas.

- Alonso Gavilán, G. (1981). *Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la cuenca del Duero (provincia de Salamanca)*. Tesis Doctoral, Univ. de Salamanca, 436 p.
- Alonso Gavilán, G., (1989). En: *XII Congreso Nacional de Sedimentología*. Comunicaciones, I, 7-10.
- Alonso Gavilán G., Molina Ballesteros, E. y García Talegón, J., (2006). En: *VI Congreso del Grupo Español del Terciario*. Geo-Guías, 2, 109-156.
- Arenillas, M. y Saavedra, J. (1982). *Boletín del Servicio Geológico de Obras Públicas*, 42, 69-85.
- Blanco, J. A., Corrochano, A., Montigny, R. y Thizat, R. (1982). *Comptes Rendue de l'Académie des Sciences de Paris*, 295, 259-262.
- Brewer R. (1976). *Fabric and mineral analysis of soils*. R. E. Krieger Publ. Co., Hustington, New Cork, 482 p.
- Bustillo M. A. y Martín Serrano A. (1980). *Tecniterrae*, 36, 1-6.
- Delgado, J. y Alonso Gavilán, G. (1996). *Geogaceta*, 20, 297-299.
- García Talegón, J. (1995). *Paleoalteraciones y alteraciones de rocas silíceas: implicaciones en el paisaje y su comportamiento como materiales de construcción*. Tesis Doctoral, Univ. de Salamanca, 379 p.
- Mas, R., Bernabeu, P., Garzón, M. G. y Rodas, M. (1989). En: *XII Congreso Español de Sedimentología*. Comunicaciones, 1, 253-256.
- Molina, E. y Blanco, J. A. (1980). *Comptes Rendue de l'Académie des Sciences de Paris*, 290, 1293-1296.
- Molina Ballesteros, E., García Talegón, J. y Vicente Hernández, M. A. (1997). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 10, 327-338.
- Molina Ballesteros, E., Jiménez de Haro, M. C., Justo, A. y Pérez Rodríguez, J. L. (2002). En: *Investigación de arcillas en Geología, Agricultura, Medio Ambiente y Ciencia de Materiales*, (T. Sanfeliu y M. M. Jordán, Eds.). 107-110, Castellón.
- Nahon D.B. (1991). *Introduction to the petrology of soils and chemical weathering*. John Wiley and Sons Inc., 313 p.
- Rodas, M., Garzón, M. G., Luque, F. J. y Mas, R. (1990). En: *9th. International Clay Conference, 1989*, (V. C. Farmer y Y. Tardy, Eds.). Strasbourg, 88, 43-52.
- Ubanell, A. G., Garzón, G., Peña, J. A. de la, Bustillo, M. A. y Marfil, R. (1978). *Estudios Geológicos*, 34, 151-160.