

# Deformación en yesos del Triásico en el sector oriental de la Falla de Socovos (sureste de España)

*Deformation of Triassic gypsum in the eastern sector of the Socovos Fault (southeast Spain)*

Fernando Pérez-Valera <sup>(1)</sup>, Mario Sánchez-Gómez <sup>(1)</sup>, Luis Alfonso Pérez-Valera <sup>(1)</sup> y Alberto Pérez-López <sup>(2)(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus de Las Lagunillas s/n. 23071, Jaén, España. fperez@ujaen.es; msgomez@ujaen.es; laperez@ujaen.es

<sup>(2)</sup> Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Avenida Fuentenueva s/n. 18071, Granada, España. aperezl@ugr.es

<sup>(3)</sup> Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Universidad de Granada), Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071. Granada, España.

## ABSTRACT

*A Triassic gypsiferous formation is juxtaposed to the Socovos Fault along its eastern portion. Here, the gypsum shows penetrative cataclastic fabrics, particularly prominent in the main fault zone. The fabrics show a profuse catalog of kinematic markers. The consistence between the kinematic criteria and the sense of the strike-slip faulting suggest that the fabrics have been generated, at least in a late stage, by tectonic strain. We propose that gypsum fabrics could help to analyze the structure in shallow tectonic environments. Testing this hypothesis would be highly useful in the Betics, were gypsum-bearing Triassic rocks crop out in extensive areas.*

**Key words:** Socovos Fault, Triassic, gypsum fabrics, milonites, cataclastites.

Geogaceta, 48 (2010), 211-214  
ISSN: 0213-683X

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2010

Fecha de revisión: 21 de abril de 2010

Fecha de aceptación: 28 de mayo de 2010

## Introducción

El arco de Cazorla-Alcaraz-Hellín junto a su terminación norte, la Falla de Socovos, constituye uno de los rasgos estructurales más característicos del sector septentrional de la Cordillera Bética (Rodríguez-Estrella, 1979). La Falla de Socovos presenta un desarrollo cartográfico de más de 80 km y un salto en dirección estimado en torno a 35 km (Jerez Mir, 1973) o 60 km (Rodríguez-Estrella, 1979). Ha actuado como una «transfer fault» entre el arco Cazorla-Alcaraz-Hellín y unidades más orientales y se amortigua hacia el oeste en el frente de cabalgamientos y escamas de la Sierra de Segura, por lo que su salto es máximo en el segmento más oriental, situado entre Calasparra y Cieza, provincia de Murcia (Fig. 1). A lo largo de este segmento, en el bloque sur, se encuentra una franja continua de materiales triásicos intensamente deformados con una anchura variable que oscila entre pocas decenas de metros y varios kilómetros.

La estructura de esta banda de materiales triásicos es compleja, tanto a escala cartográfica como de afloramiento, por lo que ha sido presentada como una unidad sin una estructura interna definida en las cartografías previas (Jerez Mir, 1973) e

incluso ha llegado a considerarse como de origen sedimentario (olistostromico) en el marco de una paleogeografía compleja (García Cortés *et al.*, 1991). Recientemente se ha incluido dentro de los Complejos Caóticos Subbéticos (Vera, 2004). Sin embargo, un análisis detallado de los afloramientos, ha permitido observar la presencia de estructuras discretas a escala cartográfica y penetrativas a escala de afloramiento, con orientaciones y criterios cinemáticos congruentes a lo largo de varios kilómetros.

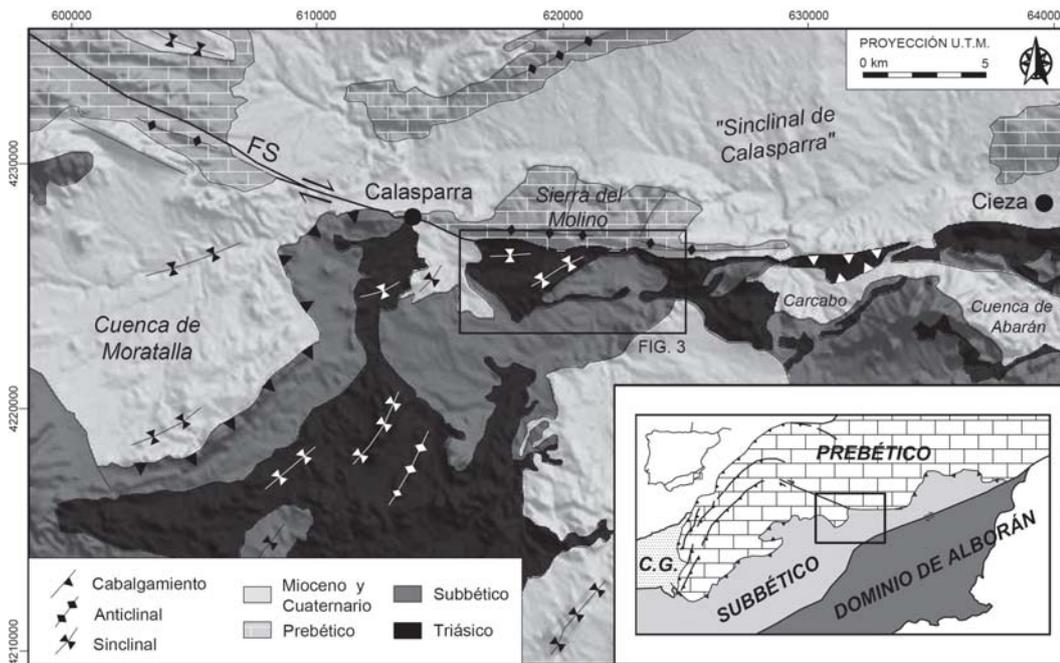
La mayor parte de las fábricas tectónicas observadas se encuentran en unidades evaporíticas pertenecientes al Triásico Sudibérico. El yeso, y en su caso, la anhidrita, puede deformarse dúctilmente en condiciones de baja presión y temperatura, desarrollando fábricas miloníticas (Malavieille y Ritz, 1989; Williams-Stroud y Paul, 1997) siempre que exista un esfuerzo diferencial adecuado.

En trabajo se analizan las fábricas de deformación presentes en los materiales triásicos próximos a la Falla de Socovos con la finalidad de determinar si su origen es tectónico y en relación con el funcionamiento de la falla. Puesto que el régimen y desplazamiento de la Falla de Socovos es poco discutido, la región pue-

de considerarse un laboratorio natural donde comprobar la utilidad de este tipo de fábricas para estudios estructurales.

## Estructura del segmento Calasparra-Cieza

La Falla de Socovos posee una dirección general N120E que hacia el este de la población de Calasparra pasa a ser N100E e incluso E-O en las proximidades de la región del Carcabo (Fig. 1). Este segmento de la falla pone en contacto rocas del Triásico y unidades subbéticas al sur, con materiales del Prebético al norte (Baena y Jerez Mir, 1982). El segmento posee una clara expresión topográfica marcada por el contraste entre las estructuras a un lado y otro de la falla. En este sector, la falla limita varias estructuras singulares, como la de la Sierra del Molino y su continuación al este, formada por pliegues anticlinales, asimétricos vergentes al sur, cuya dirección es paralela a la falla (Fig. 1). Hacia la parte más oriental del segmento, la Falla de Socovos pasa de ser un límite neto con una zona de falla de pocos hectómetros de anchura, a una amplia franja de materiales Triásicos fuertemente deformados, que llegan a superar el kilómetro de anchura (Fig. 1). Esta zona de falla está li-



**Fig. 1.- Mapa geológico simplificado del sector oriental de la Falla de Socovos, donde se señala el área estudiada. FS: Falla de Socovos. CG: Cuenca del Guadalquivir.**

*Fig. 1.- Simplified geological map of the eastern sector of the Socovos Fault, showing the studied area. FS: Socovos Fault. CG: Guadalquivir Basin.*

mitada por fallas inversas, con sentidos de movimiento hacia el norte y el sur, formando una estructura en flor positiva que separa sendas cuencas miocenas («sinclinal de Calasparra» y Carcabo, Fig. 1). A lo largo del segmento estudiado, la zona de falla se encuentra intruida por diversos cuerpos volcánicos de rocas ultrapotásicas (Pérez-Valera *et al.*, este volumen) que aparecen parcialmente deformados.

**Fábricas en materiales yesíferos**

El análisis de la deformación de las rocas triásicas que se encuentran en la zona de falla de la traza principal, así como del resto de afloramientos triásicos al sur de la Falla de Socovos, ha permitido el reconocimiento de un conjunto de fábricas, penetrativas al menos a escala de afloramiento, que son ubicuas en toda la región. En estas fábricas el yeso constituye un elemento esencial, ya sea como componente mayoritario o único, o bien como cemento de una roca heterogénea. Las fábricas en yesos aparecen íntimamente relacionadas con estructuras frágiles que se desarrollan en otras litologías, tales como planos de falla estriados y harinas de falla, estas últimas en ocasiones bandeadas y con estructuras pseudo-SC. Las fábricas observadas pueden dividirse en dos grupos, rocas de apariencia milonítica y rocas cataclásticas.

Las de apariencia milonítica presentan siempre un alto porcentaje de matriz yesífera y un reducido tamaño de grano, por lo que suelen formar las rocas más compactas de todas ellas. Son general-

mente de tonalidades blancas, negras o grises, con un bandeado bien definido. Muestran dos términos extremos entre los que se encuentran todas las situaciones intermedias posibles. Por una parte existen rocas muy bien foliadas, que llamaremos yesos foliados, generalmente sin una lineación penetrativa, pero con pliegues similares (Fig. 2C) a veces intrafoliares. El otro término extremo lo constituye una fábrica plano-lineal muy marcada, con pliegues en vaina y estructuras morfológicamente similares a las SC y SC' de las milonitas cuarzo-feldespáticas, por lo que pueden denominarse verdaderas milonitas de yesos. La lineación está marcada por cristales estirados de yeso y/o por la orientación de los ejes de los pliegues. Cuando las milonitas de yeso incluyen cristales bipiramidales de cuarzo o pequeños niveles de dolomías, éstos se reorientan según la lineación actuando como porfiroclastos.

Las fábricas cataclásticas son comparativamente más frecuentes. Poseen un aspecto muy variado que va a depender fundamentalmente de la proporción entre el yeso y el resto de componentes. En general presentan foliación (cataclasitas foliadas, Chester *et al.*, 1985; Fig. 2A) marcada por láminas de diferente composición, o proporción de matriz yesífera. Son frecuentes los fragmentos de rocas más competentes a modo de porfiroclastos que desarrollan formas sigmoidales asimétricas (Fig. 2A, 2B), que indican el sentido de movimiento. Otro elemento característico de estas fábricas es la presencia de colas de presión en los porfiroclastos con fibras orientadas (Fig.

2D) en el sentido de transporte. Cuando predomina el componente yesífero en la matriz, las cataclasitas se asemejan a las milonitas descritas anteriormente. Sin embargo, cuando la matriz está compuesta mayoritariamente por lutitas, las cataclasitas poseen una foliación definida por formas almendradas delimitadas por «slickensides» estriadas. Estas formas amigdalares están constituidas por estructuras SC frágiles, desarrolladas a partir de la intersección de planos Riedel tipo Y, R1, y P (Babaie *et al.*, 1991).

**Orientación y cinemática**

El gran número de indicadores cinemáticos encontrados en las fábricas descritas, junto con los habituales de las estructuras frágiles, han permitido realizar un análisis de la deformación similar al que se puede realizar en una región metamórfica. Como indicador de la dirección se han utilizado lineación mineral de yeso, fibras en planos y colas de presión, estriás en almendras frágiles, por reorientación y estiramiento frágil de clastos.

El sentido de desplazamiento ha sido obtenido a partir de estructuras SC y SC' en yesos, pseudo-SC frágiles, formas sigmoidales de porfiroclastos, pliegues de arrastre y escalones en las fibras de yesos. Además de estas estructuras se ha observado que la orientación de las fibras de yeso que rellenan diaclasas de determinados sectores no guardan relación con la orientación de las mismas (Fig. 2E), por lo que se ha considerado un criterio adicional de extensión.

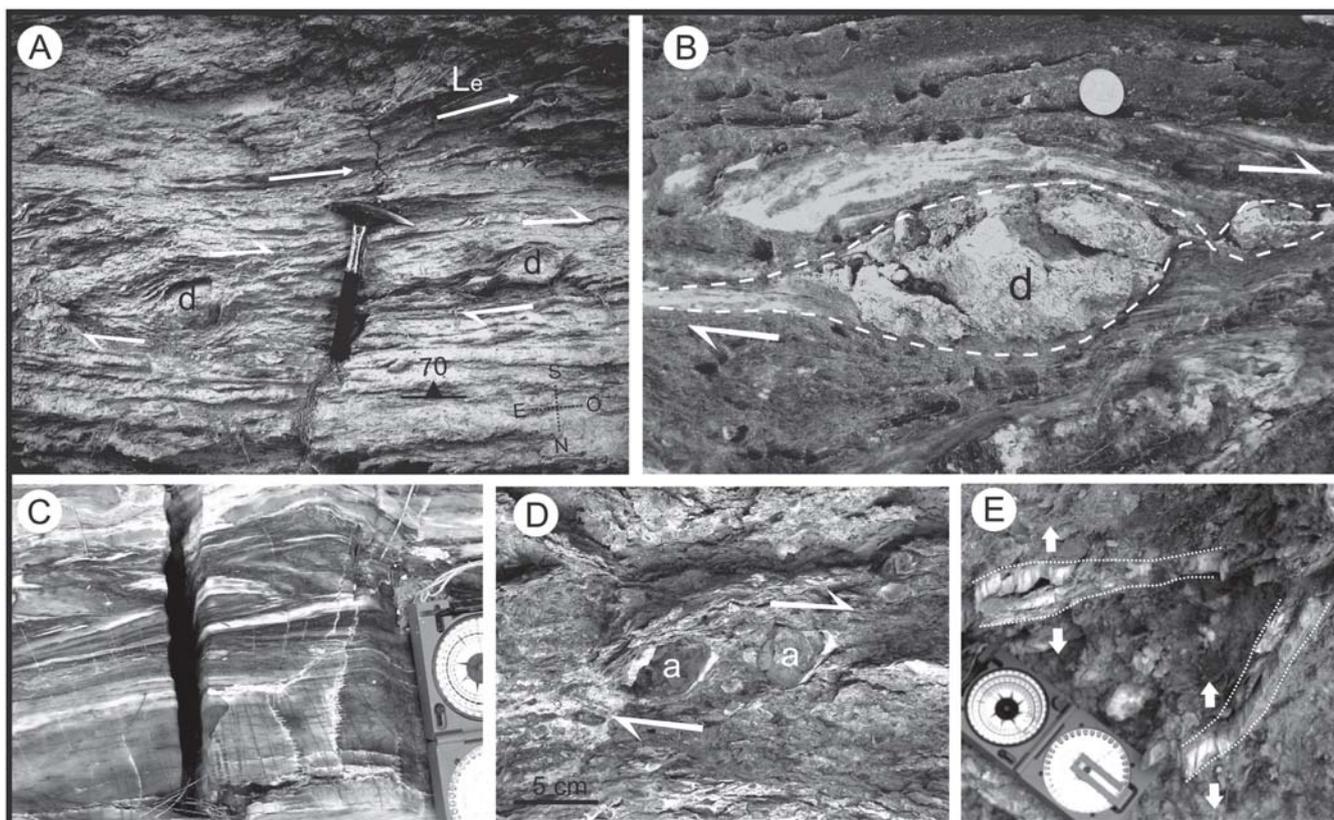


Fig. 2.- Ejemplos de estructuras de deformación en yesos. A) Foliación cataclástica con matriz arcillo-yesífera, donde se observa una lineación de estiramiento (Le) con clastos de dolomías (d) que muestran colas asimétricas con sentido dextrorso. B) Porfiroclasto de dolomía (d) con colas asimétricas en el seno de una foliación cataclástica. C) Pliegues similares desarrollados en yesos foliados. D) Porfiroclastos de areniscas (a) con colas de presión rellenas de yeso fibroso. E) Venas rellenas de yeso fibroso donde se observa que la dirección de las fibras es independiente a la orientación de las venas.

Fig. 2- Examples of gypsum deformation structures. A) Cataclastic foliation with clay-gypsum matrix, note the stretching lineation (Le) and the dolostone clasts (d) that develop asymmetric tails with dextral sense of shearing. B) Dolostone porphyroblast with asymmetric tails inside of cataclastic foliation. C) Similar folds developed in foliated gypsum. D) Sandstone porphyroclasts (a) with pressure tails filled by fibrous gypsum. E) Joints filled by fibrous gypsum; note that the fiber trend has not relationship with the joint strike.

En la figura 3 se han resumido estos indicadores cinemáticos, representándolos junto a las principales estructuras cartografiadas. Se observa que la mayor parte de las fábricas con criterios cinemáticos se encuentran en la zona de falla principal, y son congruentes con el régimen dextro de la falla. Además, 1 km al sur de la falla pueden observarse lineaciones asociadas a pequeños cabalgamientos de dirección NNO o SSE (ver diagrama ARC, Fig. 3) y sin embargo en su proximidad aparecen también venas rellenas y fallas normales con una dirección de extensión ortogonal a la anterior, es decir OSO-ENE (diagramas CUM y CAB, Fig. 3).

Estos sentidos de movimiento son también congruentes con el funcionamiento de la Falla de Socovos, considerando que los materiales triásicos próximos a ella se comportan en conjunto como una zona de cizalla dextra con deformación plástica que sufre simultáneamente acortamientos a  $60^\circ$  y

alargamientos a  $150^\circ$  de la dirección principal.

Otros indicadores cinemáticos no descritos en este trabajo muestran localmente sentidos de movimiento inverso hacia el norte en la Falla de Socovos, que podrían corresponder con un cambio de régimen de esfuerzos reciente, como ocurre en la Falla de Crevillente cerca del sector estudiado (Sanz de Galdeano y Buforn, 2005).

#### Discusión y conclusiones

La estructura cartográfica de afloramientos triásicos similares al área estudiada ha sido atribuida a procesos diapíricos (ver p. ej. Mancheño y Rodríguez-Estrella, 1985) o sedimentarios (Bourgeois, 1975; García Cortés *et al.*, 1991). Sin embargo, se ha prestado poca atención a las deformaciones de origen predominantemente tectónico, a pesar de que se conoce una amplia representación de materiales del

Triásico a lo largo de grandes zonas de falla de salto en dirección (Falla de Socovos, Falla de Crevillente, Falla de Tíscar), donde se ha puesto de manifiesto la importancia de los procesos tectónicos en la estructuración de las rocas (Pérez-Valera, 2005; Pérez-Valera *et al.*, 2006).

En el sector estudiado, próximo a la Falla de Socovos, se ha encontrado que la deformación de las rocas yesíferas muestra un profuso desarrollo de fábricas con criterios cinemáticos coherentes con el funcionamiento de la falla, incluso a varios kilómetros de distancia de la traza principal. Las fábricas observadas varían desde las que pueden considerarse milonitas auténticas con un comportamiento dúctil a todas las escalas, hasta cataclastitas provenientes de la brechificación de rocas detrítico-carbonatadas pero que aparecen cementadas por yeso.

La congruencia regional de los criterios cinemáticos indica que las fábricas observadas se deben esencialmente a la

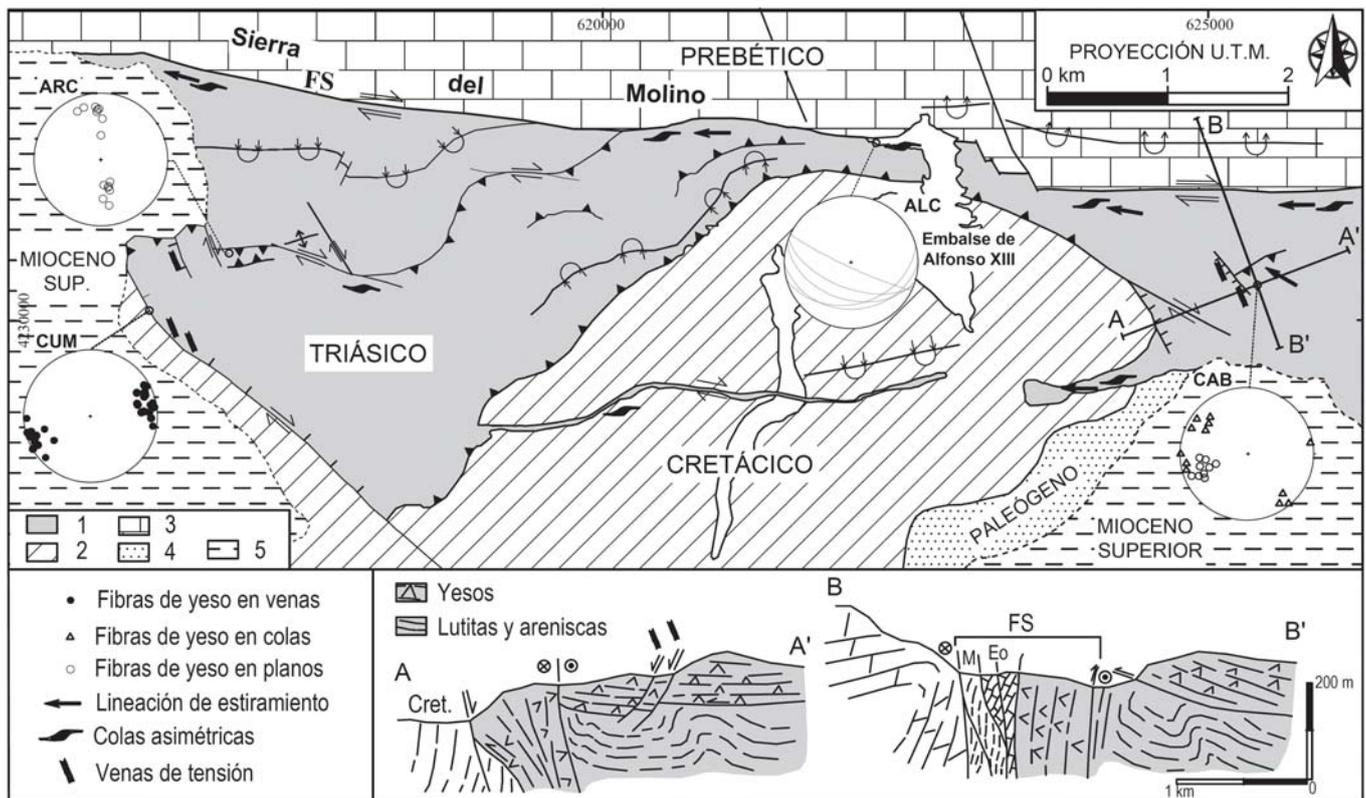


Fig. 3.- Esquema tectónico del Triásico al sur de la Falla de Socovos, con la representación de las estructuras principales. Se indica la proyección estereográfica (hemisferio inferior, igual área) de la orientación de las estructuras. Círculos mayores: foliación cataclástica. FS: Falla de Socovos. Eo: Eoceno. M: Mioceno. 1: yesos, lutitas, areniscas y carbonatos. 2: margas y margocalizas. 3: dolomías y calizas. 4: margas, margocalizas y areniscas. 5: calcarenitas y margas.

Fig. 3.- Tectonic sketch of the Triassic in the south of the Socovos Fault, with the main tectonic structures. Lower hemisphere, equal-area stereographic diagram showing the orientation of the structures. Great circles: cataclastic foliation. FS: Socovos Fault. Eo: Eocene. M: Miocene. 1: gypsum, lutite, sandstone and carbonates. 2: marl and marly limestone. 3: dolomite and limestone. 4: marl, marly limestone and sandstone. 5: calcarenite and marl.

deformación tectónica sobreimpuesta, sin prejuicio de que originalmente la roca haya sido afectada por procesos halocinéticos o de resedimentación. Se pone así de manifiesto que las fábricas desarrolladas sobre yesos pueden ser útiles para esclarecer la estructura de amplias áreas de la Cordillera Bética donde los afloramientos triásicos son predominantes. De igual forma, el estudio de la deformación en evaporitas podría ser empleado, no sólo en contextos de tectónica salina, sino en regiones con tectónica de piel fina o zonas transcurrentes, donde son relativamente escasos los elementos susceptibles de ser utilizados en un análisis estructural. La alta ductilidad de las evaporitas permite además un análisis más preciso de la deformación cuaternaria frente a otros tipos de rocas.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a Francisco Gutiérrez y Tomás Rodríguez Estrella sus sugerencias, que han contribuido a mejorar el trabajo. El presente trabajo ha sido

financiado por los Proyectos CGL2006-10202/BTE y CGL 2008-00093, del MICINN, y los Grupos de Investigación RNM 325 y 208.

#### Referencias

- Babaie, H. A., Babaie, A. y Hadizadeh, J. (1991). *Tectonophysics*, 200, 67-77.
- Baena, J. y Jerez Mir, L. (1982). *Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la Zona Bética (s.str)*. IGME. Colección informe, 256 p.
- Bourgeois, J. (1975). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 17, 1095-1100.
- Chester, F. M., Friedman, M. y Logan, J. M. (1985). *Tectonophysics*, 111, 139-146.
- García-Cortés, A., Mansilla, H. y Quintero, I. (1991). *Boletín Geológico y Minero*, 102, 524-535.
- Jerez Mir, L. (1973). *Geología de la zona Prebética, en la transversal de Elche de la Sierra y sectores adyacentes*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 749 p.
- Malavieille, J. y Ritz, J. F. (1989). *Journal of Structural Geology*, 11, 583-590.

- Mancheño, M.A. y Rodríguez Estrella, T. (1985). *Estudios Geológicos*, 41, 189-200.
- Pérez-Valera, F. (2005). *Estratigrafía y tectónica del Triásico Sudibérico en el sector oriental de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 301 p.
- Pérez-Valera, F., Sánchez-Gómez, M. y Pérez-López, A. (2006). *Geogaceta*, 40, 243-246.
- Pérez-Valera, L.A., Sánchez-Gómez, M., Fernández-Soler, J. M., Pérez-Valera, F. y Azor, A. (2010). *Geogaceta*, 48, 151-154.
- Rodríguez-Estrella, T. (1979). *Geología e Hidrogeología del sector de Alcaraz-Liétor-Yeste (prov. de Albacete): Síntesis geológica de la zona Prebética*. Tesis doctoral, Univ. de Granada, 566 p.
- Sanz de Galdeano, C. y Buforn, E. (2005). *Geologica Acta*, 3, 3, 241-250.
- Vera, J.A. (editor) (2004). *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 890 p.
- Williams-Stroud, S. C. y Paul, J. (1997). *Journal of Structural Geology*, 19, 897-907.