

Origen y desmantelamiento del Antiforme Plio-Cuaternario de Marratxí (Mallorca, España)

Origin and Dissection of the Plio-Quaternary Marratxí Antiform (Mallorca Island, Spain)

P.G. Silva (*), F.M. González Hernández (**), J.L. Goy (**) y C. Zazo (***)

(*) Dpto. Geología, Universidad Salamanca. E.U. Politécnica de Avila, 05003-Ávila.

(**) Dpto. Geología, Universidad Salamanca. Fac. Ciencias, 37008-Salamanca.

(***) Dpto. Geología, M. Nac. CC. Naturales (CSIC). Gutiérrez Abascal, 2. 28006-Madrid.

ABSTRACT

The so-called Marratxí Anticline, which separates the Quaternary basins of Inca and Palma Bay (Mallorca Island), does not correspond to a true compressive feature. It only represents an NNW-SSE trending antiform resulting from the adaptation, and subsequent dissection, of Quaternary gently-dipping eolian sedimentation of calcarenitic nature coming from the Palma Bay (South limb), to a previous horst-type structural high constituted by structured mesozoic, paleogene and early miocene materials topped by sub-horizontal upper Pliocene littoral calcarenites. These last also constitutes the moderate to strongly-dipping calcarenitic cuestas of the northern limb of the antiform. Its structuration can be explained in terms of Plio-Quaternary surficial monoclinial folding, probably linked to rollover-type processes along previous lateral ramps generated during the early Miocene nappe emplacement phase along the northern border of the mentioned structural-high. Topographic disruption promoted by this structure gave place to Quaternary defeating of the drainage coming from the Sierra de Tramuntana to the Palma Bay. Subsequent late Pleistocene headward erosion along the ses Mates creek, probably linked to the Last Glacial sea-level drop, lead the generation of the presently transverse drainage.

Key words: neotectonics, rollover monoclinial folding, drainage, Plio-Quaternary, Mallorca.

Geogaceta 23 (1998), 143-146

ISSN: 0213683X

Introducción

La estructura de la Isla de Mallorca se resuelve en una serie de horst y semi-grabens alargados en dirección NE-SW, desarrollados en un contexto distensivo NW-SE, activo desde el Mioceno superior (Benedicto, *et al.*, 1993). Con anterioridad, tuvo lugar la importante etapa compresiva alpina que estructuró los materiales mesozoicos, paleógenos y miocenos inferior-medio de las sierras de Tramuntana y Llevant (Horsts), en un importante conjunto de cabalgamientos NE-SW con direcciones de transporte hacia el NW, que culminó durante el Aquitaniense-Langhiense (Alvaro, 1987; Sabat *et al.*, 1988; Gelabert *et al.*, 1992).

Las actuales cuencas de Palma, Inca y Alcúdia delimitan el surco sedimentario neógeno-cuaternario más importante de la isla que, paralelo a la Sierra de Tramuntana, atraviesa la isla de costa a costa en dirección NE-SW (Fig. 1). Todas ellas responden a semi-grabens limitados

al SE por dos de los accidentes distensivos NE-SW más importante de la isla, las fallas de Sencelles y Sineú-Algaida (Del Olmo y Alvaro, 1984; Benedicto *et al.*, 1993). A comienzos del Cuaternario el surco se compartimenta en las tres cuencas actuales, mediante la emersión de complejos umbrales transversales que previamente interfirieron la sedimentación neógena (Fig. 1).

A pesar de que la evolución tectosedimentaria neógeno-cuaternaria de la isla ha estado regida por una tectónica distensiva NW-SE, el actual umbral que separa la Cuenca de Inca de la Bahía de Palma se encuentra constituido por dos estructuras antiformes en relevo de dirección NW-SE, los denominados Anticlinales de Marratxí y Sta. Eugenia (Fig. 1). Estos siempre han sido citados como estructuras compresivas anómalas o aberrantes plio-cuaternarias (Del Olmo *et al.*, 1991; Benedicto *et al.*, 1993; Grimalt Gelabert y Rodríguez-Perea, 1994) incoherentes con la tectónica

distensiva predominante. En este trabajo se aborda el análisis del mencionado Anticlinal de Marratxí, aportando datos preliminares que permiten explicar su génesis dentro del contexto distensivo post-orogénico en el que ha evolucionado la isla, así como el impacto que generó dicho relieve sobre el drenaje.

Geometría y Estructura del Antiforme de Marratxí

El Antiforme de Marratxí. Presenta una estructura antiforme asimétrica de geometría ovalada, de dirección general NNW-SSE definida por la calcarenitas plio-cuaternarias de la Unidad de San Jordi de Pomar *et al.* (1983). Éstas buzan suavemente (8-10°SW) hacia la Bahía de Palma, mientras que en su flanco NE se encuentran más verticalizadas mostrando importantes cambios de buzamiento (15-35°), dando lugar a cuestas calcáreas de distinta envergadura (Fig. 2). En la zona axial, y en posición culminante, las

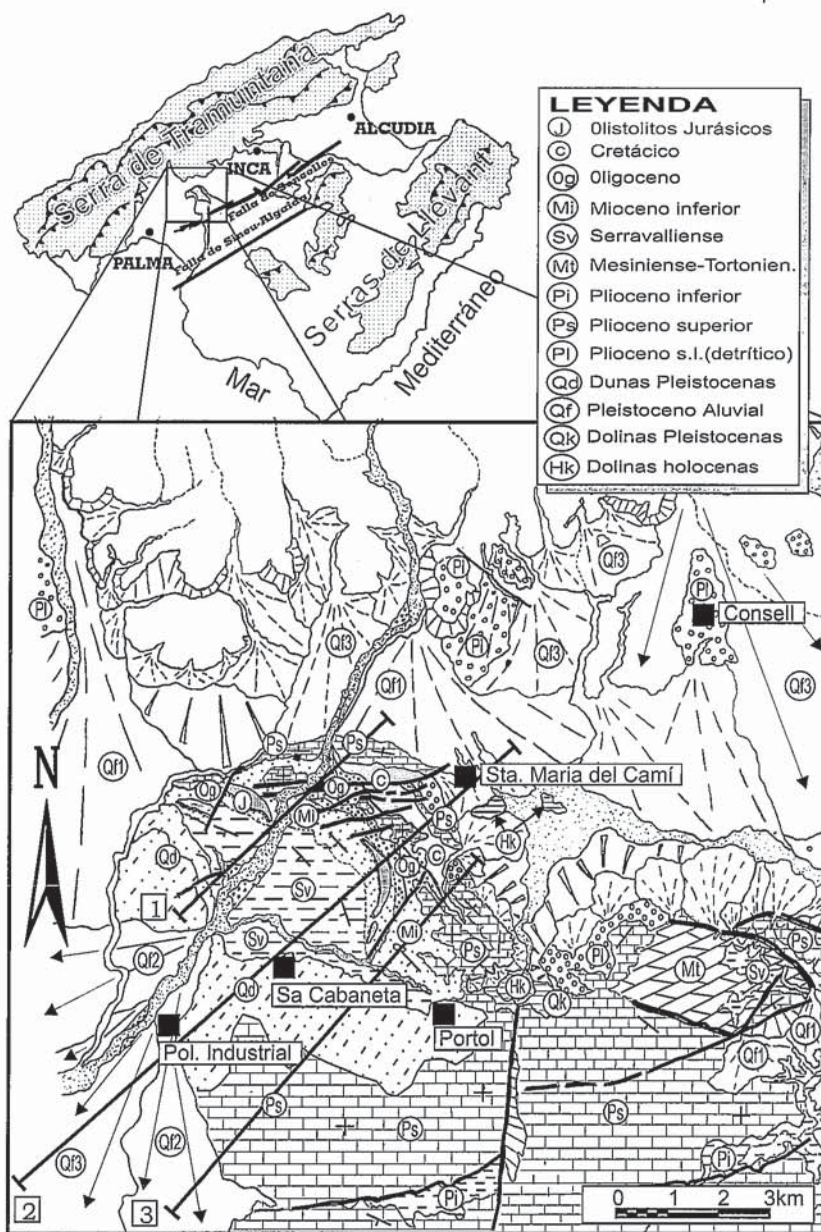


Fig. 1.- Localización y cartografía geológica del Antiforme Plio-Cuaternario de Marratxí. Las líneas 1, 2 y 3 muestran la localización de los cortes geológicos de la figura 2.

Fig. 1.- Location and geological mapping of the Plio-Quaternary Marratxí Antiform. Lines 1, 2 and 3 show the location of cross-sections of figure 2.

calcarenitas se encuentran subhorizontales en discordancia erosiva sobre los materiales mesozoicos y terciarios estructurados que ocupan el núcleo de la estructura, definiendo la charnela de la estructura actualmente dismantelada (Figs. 1 y 2).

Tal y como se observa en los cortes geológicos de la figura 2 los materiales pre y sin-orogénicos que ocupan el núcleo del antiforme presentan una estructuración discordante en relación a la de las calcarenitas plio-queaternarias que lo definen. Estos, están constituidos por po-

tentes series detríticas (300-400m) dispuestas en discordancia progresiva hacia la Cuenca de Palma (SW), incluyendo grandes olistolitos de calizas y brechas jurásicas (Del Olmo *et al.*, 1991). A su vez esta potente serie detrítica se encuentra en discordancia angular y/o contacto mecánico sobre los materiales calcáreos cretácicos fuertemente replegados (NE-SW) que afloran en el flanco norte del antiforme (Figs. 1 y 2). Esta estructuración sería correlativa a la importante fase compresiva NE-SW registrada durante el

Mioceno inferior (Alvaro, 1987; Gelabert *et al.*, 1992), pudiéndose considerar como discordancias progresivas frontales asociadas a rampas laterales de los sistemas de cabalgamientos de la Sierra de Tramuntana, cuya existencia sugieren datos geofísicos (Dañobeitia *et al.*, 1992; Ayala *et al.*, 1994).

Origen de la estructura antiforme en relación a la tectónica distensiva neógeno-cuaternaria

El único dato que ha permitido considerar a esta estructura como un verdadero anticlinal es el buzamiento opuesto de las calcarenitas en ambos flancos de la estructura. Sin embargo, las características sedimentarias y estructurales de las cuestas calcareníticas que definen ambos flancos indican que su naturaleza y estructuración poseen distinto origen y edad. En el flanco Sur, a lo largo del escarpe de Marratxí-Portol, sobre las facies laminadas salobres y calcáreas lacustres serravalienses, se sitúan en discordancia angular dos unidades calcareníticas separadas entre sí por un nivel de 0.5-0.6m de potencia de yesos y margas finamente laminados, que buzán 8-12° hacia la Bahía de Palma (SW). En ambas unidades calcareníticas, aunque intensamente bioturbadas por huellas y tubos de raíces, se reconocen amplios sets de estratificaciones cruzadas de alto ángulo (especialmente en el superior) de origen eólico. En este sentido, el extremo NW del flanco Sur muestra un triple escarpe de geometría ondulada que ressemble la morfología de grandes sistemas de dunas parabólicas procedentes del SW, similares a los que actualmente se registran en otras zonas de la isla (Figs. 1 y 3). El nivel laminado puede interpretarse como zonas lagunares interdundares, cuyo carácter salobre estaría fundamentalmente determinado por la naturaleza margo-yesífera de los terrenos serravalienses sobre los que se desarrollan estos depósitos. Estas características sedimentarias contrastan con las facies bioclásticas litorales, intensamente karstificadas, que dominan las cuestas y mesas calcareníticas que definen el flanco Norte y a la charnela del antiforme.

Estos datos parecen indicar que las calcarenitas situadas en el flanco Sur corresponderían a las facies somerizantes y expansivas cuaternarias de origen eólico, que culminan la serie plio-cuaternaria de la unidad de San Jordi (Pomar *et al.*, 1983) y su inclinación actual no tendría origen tectónico, si no que sería el reflejo de la pendiente deposicional de los siste-

mas dunares eólicos progradantes hacia borde de cuenca que las originaron (Fig. 3). Aunque no se descarta que parte del discreto basculamiento este relacionado con la actuación de la Falla de Son Sardiña (García Yagüe y Muntaner, 1968), un accidente normal de dirección general E-W, actualmente fosilizado, que controló la sedimentación pliocena en la Bahía de Palma (Simó y Ramón, 1986) Por otro lado, las calcarenitas bioclásticas situadas en el flanco Norte responderían a los sistemas litorales de playas y barras bioclásticas, algo más antiguas, que caracterizan los depósitos del Plioceno superior en el resto de la Isla (Pomar *et al.*, 1983). Sin embargo, su atribución cronológica es imprecisa, ya que otros autores consideran una edad Tortoniense-Mesiniense para estos depósitos (Benedicto *et al.*, 1993). Su inclinación actual puede interpretarse en términos de un plegamiento monoclinial (Pliegue en Rodilla) de intensidad variable genéticamente relacionadas con procesos de despegue distensivos, tipo *rollover*, a favor de las rampas laterales del borde occidental del semi-graben de Inca (Figs. 2 y 3).

Evolución geomorfológica del antifforme y su impacto en el drenaje

En la actualidad el Antiforme de Marratxí posee su núcleo erosionado, presentándose como un suave relieve de tipo jurásico abierto (*cluse*) de cuyo interior sobresalen pequeñas mesas y relieves en cuesta esculpidos por erosión diferencial sobre la calcarenitas subhorizontales de charnela y los materiales paleógenos (Figs. 1 y 3). El drenaje que disecta el núcleo del antifforme posee un claro patrón dendrítico de cuenca de recepción, relacionado con el torrent de ses Mates. Actualmente atraviesa el antifforme en dirección NE-SW, instalando su cabecera en la sierra de Tramuntana, donde su cauce recibe el nombre de torrent de Cova Negra (Fig. 3). Este drenaje transversal ha sido recientemente citado como un claro ejemplo de antecedencia (Grimalt Gelabert y Rodríguez Perea, 1994) relacionado con la estructuración cuaternaria del supuesto anticlinal. Sin embargo, varios hechos indican que el drenaje transversal ses Mates-Cova Negra fue generado por un simple proceso de captura por erosión remontante, posterior, a la formación de la flexura monoclinal que caracteriza el flanco NE del Antiforme de Marratxí.

En primer lugar, el Torrent de Cova Negra generó un importante abanico aluvial a su salida de la Sierra de

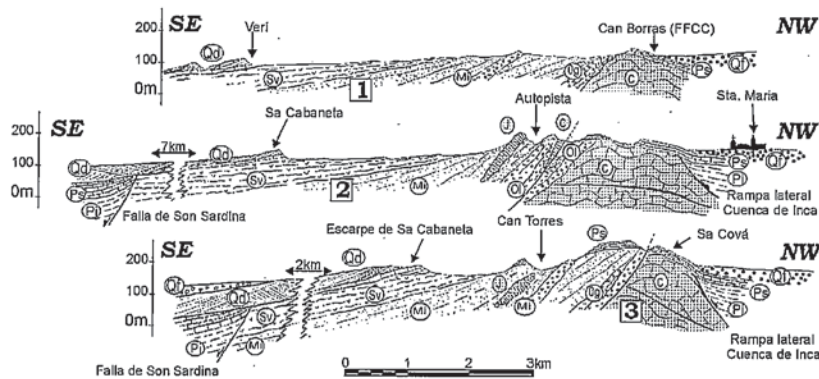


Fig. 2.- Cortes geológicos transversales a la estructura antifforme de Marratxí. Localización y símbolos en figura 1.

Fig. 2.- Transverse geological cross-sections of the antiformal structure of Marratxí. Location and symbols-code in figure 1.

Tramuntana, de algo más de 10m de potencia, cuyos depósitos se adaptan al flanco NE del antifforme, indicándonos que el actual drenaje hacia la Bahía de Palma estuvo obturado durante gran parte del Pleistoceno (Qf1 en Fig. 3). En el mismo sentido, tal y como indican Grimalt Gelabert y Rodríguez Perea (1994) en el extremo NW del antifforme existe un cauce, actualmente abandonado, ligeramente encajado en los depósitos aluviales más antiguos de la cuenca de Palma, que rodea el antifforme (Fig. 3). Este cauce

abandonado puede considerarse como el trazado del antiguo canal alimentador del abanico de Cova Negra, que tuvo que circunvalar el antifforme al verse impedido su drenaje directo hacia la Bahía de Palma por el relieve generado, y hacia la Cuenca de Inca por los propios depósitos del abanico generado.

En Segundo lugar el actual torrent de ses Mates-Cova Negra a su salida del relieve antifforme hacia la Bahía de Palma, da lugar a dos importantes sistemas aluviales solapados que se encajan en las

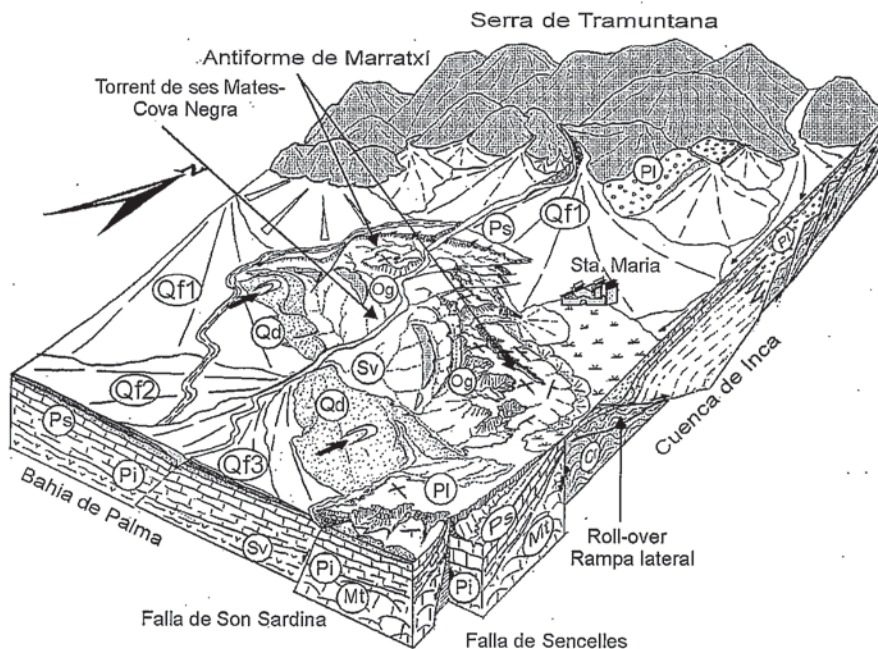


Fig. 3.- Bloque-diagrama mostrando las características geomorfológicas más importantes, estado de desmantelamiento actual y estructuración inferida del subsuelo, del Antiforme de Marratxí. Símbolos en figura 1.

Fig. 3.- Block-Diagram showing the most relevant geomorphological features, present stage of dissection and the inferred subsurficial structuration of the Antiform of Marratxí. Symbols-code in figure 1.

calcarenías eólicas cuaternarias que definen el flanco Sur de la estructura (Qf2 y Qf3 en Figs. 2 y 3). El primer depósito aluvial está caracterizado por la presencia de cantos con litologías características de los materiales que constituyen el núcleo del antiforme y calcarenitas, siendo patente la escasa presencia de cantos de calizas jurásicas, indicando la desconexión del torrent de ses Mates con la Sierra de Tramuntana en ese momento. Este depósito soporta a techo una costra calcárea masiva-laminar, por lo que estos depósitos podrían atribuirse al Pleistoceno medio-superior. El segundo depósito aluvial se encuentra solapado al primero definiendo la actual superficie topográfica y fosilizando la zona terminal del antiguo canal abandonado que rodeaba el antiforme por su extremo NW. Su espectro litológico está fundamentalmente dominado por cantos de calizas y brechas jurásicas poco rodadas de procedencia Tramuntana. A techo soporta un suelo argílico marrón con un horizonte Btc en enrejado, de unos 40-50 cm, indicándonos el carácter más reciente del abanico, posiblemente Pleistoceno superior-Holoceno en su zona terminal.

Todos estos datos indican que la formación de la flexura monoclinial que define el flanco NE del antiforme de Marratxí obturó el drenaje del Torrent de Cova Negra dando lugar, primero a un importante abanico aluvial, y posteriormente a una adaptación de su canal alimentador a su contorno exterior, que tuvo que rodearlo por su extremo NW para conseguir desaguar hacia la Bahía de Palma. Al mismo tiempo el torrent de ses Mates tenía su cabecera instalada en el núcleo del antiforme, generando una depresión de tipo clusé, que desaguaba hacia la Bahía de Palma alimentado un importante abanico aluvial. Posteriormente, durante el cuaternario más reciente, un importante proceso de erosión remontante a lo largo de la cabecera del torrent de ses Mates consiguió capturar el torrent de Cova Negra, dando lugar al actual drenaje transversal que disecta el antiforme y seguidamente al desarrollo del segundo abanico aluvial citado anteriormente.

Conclusiones

La existencia de estructuras plio-cuaternarias aparentemente compresivas, subparalelas al eje de extensión NW-SE que ha dominado la evolución neógeno-cuaternaria de la Isla suponía un grave

problema a la hora de enmarcar su génesis dentro de la mencionada tectónica distensiva. Los datos aportados en este trabajo, basados en el estudio geológico, geomorfológico y estructural del Antiforme de Marratxí, indican que los niveles calcareníticos que definen ambos flancos de la estructura poseen diferente origen y edad, y que la actual geometría antiforme es el resultado de la adaptación de la sedimentación eólica plio-cuaternaria al umbral que separa las cuencas de Palma e Inca (Qd en Fig. 3). Este umbral constituye un alto estructural, evidenciado por datos gravimétricos y sísmicos (Dañoibeitia *et al.*, 1992; Benedicto *et al.*, 1993; Ayala *et al.*, 1994), en cuyo interior afloran materiales mesozoicos y terciarios pre-tortonenses cuya estructuración, vergente al SW en discordancia progresiva, parece responder a antiguas estructuras frontales de desmantelamiento ligadas a rampas laterales, vergentes al WNW, de los sistemas de cabalgamientos que configuran la cercana Sierra de Tramuntana (Fig. 2). Este alto estructural, que controló la sedimentación neógena postorogénica desde al menos elortonense medio (Alvaro *et al.*, 1984; Simó y Ramón, 1986), se interpreta como un relieve transversal de tipo horst definido al NE por las mencionadas rampas y al SE por la Falla de Son Sardina (Fig.3), que controla la sedimentación pliocena de la Bahía de Palma (García Yagüe y Muntaner, 1968; Simó y Ramón, 1986). Al inicio del Cuaternario, procesos de despegue a favor de las mencionadas rampas laterales, vergentes hacia la Cuenca de Inca, dieron lugar a estructuras de tipo *rollover*, cuyo reflejo en superficie es el plegamiento monoclinial que define el flanco Norte del antiforme de Marratxí.

El desmantelamiento cuaternario del relieve generado a favor del drenaje de cabecera del torrent de ses Mates, dio lugar a la actual geometría antiforme. Únicamente procesos de erosión remontante en a lo largo del torrent de ses Mates, permitieron la actual limitada conexión hidrológica entre ambas cuencas mediante la captura del antiguo canal alimentador del abanico de Cova negra, situado aguas arriba del antiforme, quedando así descartado el proceso de antecendencia propuesto por Grimalt Gelabert y Rodríguez Perea (1994). Este episodio de captura por erosión remontante, seguramente estuvo relacionado con el importante descenso del nivel del Mar que se registra en la plataforma de la Bahía de

Palma en forma de grandes cañones submarinos de hasta 12m de profundidad, actualmente rellenos y fosilizados por depósitos holocenos (Díaz del Río *et al.*, 1993), probablemente desarrollados durante el Último Glaciar (ca. 18 ka B.P.).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación de la DGICYT PB95-0946 (Univ.Salamanca) y PB95-0109 (MNCCN, CSIC).

Referencias

- Alvaro, M. (1987): *Bol. Geol. y Min.*, 98: 34-41
- Alvaro, M., Barnolas, A., Del Olmo, P., Ramírez del Pozo, J. y Simó, A. (1984): *Bol. Geol. y Min.*, 95: 3-25.
- Ayala, C., Pous, J., Sabat, F., Casas, A., Rivero, L. y Gelabert B. (1994): *Rev. Soc. Geol. España*, 7: 215-227.
- Benedicto, A., Ramos, E., Casas, A. Sabat, E. y Barón, A. (1993): *Rev. Soc. Geol. España*, 6: 167-176.
- Dañoibeitia, J.J., Arguedas, M., Gallart, E. y Makris, J. (1992): *Tectonophysics*, 203: 37-55.
- Del Olmo, P. y Alvaro, M. (1984): *I Cong. Esp. Geología*, Tomo II: 219-228.
- Del Olmo, P., Alvaro, M., Ramírez del Pozo, J. y Aguilar, M.J. (1991): *Mapa Geológico de España Escala 1:50.000. Hoja de Palma de Mallorca (698/723-IV)*. 64p. IGME.
- Díaz del Río, V. Somoza, L., Goy, J.L., Zazo, C., Rey, J., Hernández-Molina, J. y Mateu, G. (1993): *Bol. Geol. y Min.*, 158: 123-149.
- García Yagüe, A. y Muntaner, A. (1968): *Estudio Hidrogeológico del Llano de Palma*. SGOP, Madrid.
- Gelabert, B., Sabat, E. y Rodríguez-Perea, A. (1992): *Tectonophysics*, 203: 167-183.
- Grimalt Gelabert, M. y Rodríguez Perea, A. (1994): En J. Arnáez, J.M. García Ruiz y A. Gómez Villar (Eds.): *Geomorfología en España Vol.*, 2. SEG, Logroño, 403-411.
- Pomàr, L., Obrador, A., Fornós, J. y Rodríguez Perea, A. (Eds. 1983): *X Cong. Nac. Sedimentología*. Guía de Excursiones.
- Sabat, F., Muñoz, J.A. y Santanach, P. (1988): *Geologische Rundschau*, 77/2: 529-538.
- Simó, A. y Ramón, X. (1986): *Bol. Geol. y Min.*, 157: 445-472.