Unidades evaporíticas de la Cuenca de Calatayud (Mioceno inferior-medio, Zaragoza)

Evaporitic units of the Calatayud Basin (Lower-middle Miocene, Zaragoza)

F. Ortí (*) y L. Rosell (*)

(*) Departament de Petrologia, Geoquímica i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona, Zona Universitària de Pedralbes, 08071 Barcelona

ABSTRACT

The large evaporitic formation known as the Calatayud Gypsum (Lower-middle Miocene) may be subdivided into two (informal) units, lower (l.e.u.) and upper (u.e.u.), each one displaying differentiated sedimentologic and diagenetic features. In these lacustrine units a facies change is observed from the margin (low salinity, massive lithofacies, primary gypsum preserved) to the centre (higher salinity, laminated lithofacies, secondary gypsum) of the basin. The thick l.e.u. contains calcium-sulphates and sodium-bearing sulphates (mainly glauberite), whereas the u.e.u. contains calcium-sulphates and associated carbonates. The depocenter of the u.e.u. shifted toward the SE with respect to the l.e.u. In both units, meganodular anhydrite, which generated in a sabkha environment and associated with red lutites, intercalates in the transitional zone between the central (laminated lithofacies) and the marginal (burrowed gypsum with abundant chert) zones. In the subsident Morata zone, there is a distinct cyclicity (gray lutites-laminated sulphates) in the two units; this succession exceeds a total thickness of 200 m.

Key words: *evaporites, primary gypsum, secondary gypsum, glauberite, saline lakes, sabkha, Miocene, Calatayud, Spain.*

Geogaceta 23 (1998), 111-114
ISSN: 0213683X

Introducción

En el relleno mioceno de la cuenca de Calatayud se distinguen tres grandes unidades litoestratigráficas: Unidad Inferior, de marcado carácter evaporítico, Unidad Intermedia, de carácter margoso-carbonatado y Unidad Superior, de carácter detrítico-carbonatado (Hoyos y López Martínez, 1985). La extensa formación evaporítica que ocupa la parte central de esta cuenca es conocida como *Yesos de Calatayud* (Ortí *et al.*, 1994) o *Formación Yesos de Calatayud* (Gutiérrez, 1996) y

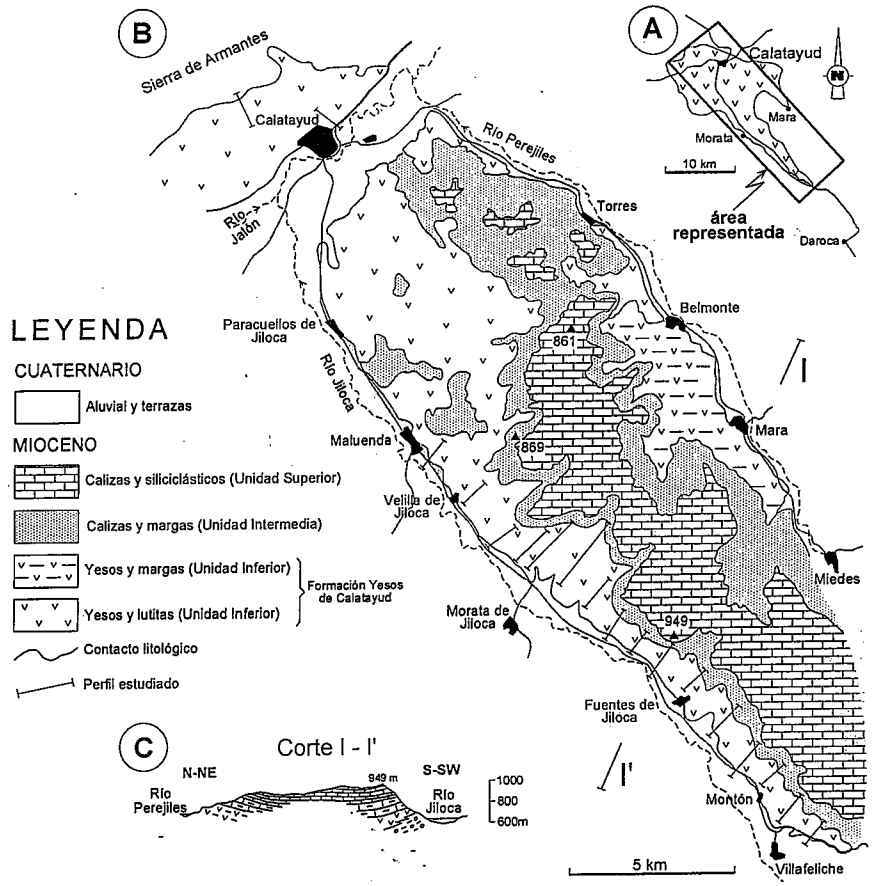

Fig. 1- Distribución cartográfica de los *Yesos de Calatayud* entre los ríos Jiloca y Perejiles (modificado de Collantes y Griffo, 1982). A) Esquema de situación del área cartografiada; B) Cartografía simplificada, con indicación de los perfiles principales usados para el presente trabajo; C) Corte geológico entre las localidades de Mara y Fuentes.

Fig. 1- Cartographic distribution of the* Calatayud Gypsum *between the Jiloca and Perejiles rivers (after Collantes and Griffo, 1982, modified). A) Location of the mapped area; B) Simplified mapping, in which the position of the most important sections studied is indicated; C) Geologic section between Mara and Fuentes localities.

forma parte de la Unidad Inferior del Mioceno (Rambliense-Aragoniense medio; Sanz-Rubio *et al.*, 1997). Aunque en dicha formación evaporítica se han señalado algunas unidades cartográficas (Collantes y Griffo, 1982) o de facies (Ortí *et al.*, 1994; Hoyos *et al.*, 1996), falta un estudio global que muestre su complejidad en toda su extensión.

En Rosell y Ortí (1992) y Ortí *et al.* (1994) se estudian perfiles estratigráficos, así como facies y contenidos geoquímicos de esta formación, distinguiéndose entre: a) un potente cuerpo central caracterizado por facies de mayor concentración (*Yesos de Calatayud,* propiamente dichos), y b) dos zonas marginales caracterizadas por facies de menor concentración, una situada en el extremo SE (*Yesos de Fuentes*), y otra en el extremo NW (*Yesos de Armantes*). Ortí y Rosell (1994) identifican el carácter glauberítico (pseudomórfico) de gran parte de las capas yesíferas que constituyen en afloramiento el cuerpo central de los Yesos de Calatayud.

El objetivo del presente trabajo es ofrecer un estudio litoestratigráfico de esta formación evaporítica a lo largo de la extensa zona de afloramientos del río Jiloca. Para ello se ha realizado una correlación detallada de numerosos perfiles entre las localidades de Maluenda y Villafeliche. Como consecuencia de este estudio se ha visto la conveniencia de desglosar la unidad *Yesos de Calatayud* en dos unidades evaporíticas (inferior y superior) informales, cada una de ellas con características diferenciadas, dejando como términos de facies locales las anteriores denominaciones de Ortí *et al.* (1994). A su vez, en la unidad evaporítica superior se ha distinguido entre una subunidad inferior y otra superior. En cada una de estas unidades y subunidades se repiten los principales cambios de facies entre centro y margen lacustre detectados para el conjunto de la formación en Ortí *et al.*, (1994). La unidad evaporítica inferior se integra plenamente en la Unidad Inferior del Mioceno, mientras que la unidad evaporítica superior queda incluida en la base de la Unidad Intermedia del Mioceno, a cuyos carbonatos y margas cambia lateralmente de facies (véase también, Sanz-Rubio *et al.*, 1997). La figura 1 muestra la distribución cartográfica de la *Formacion Yesos de Calatayud* y la posición de los perfiles estudiados. La figura 2 presenta un corte general de esta formación entre Sierra de Armantes y Villafeliche, con la distribución de las unidades evaporíticas aquí distinguidas, y la figura 3 muestra el detalle de las mismas entre Maluenda y Villafeliche.

Unidad evaporítica inferior

Esta unidad es la más potente y extensa en afloramiento. En la zona de estudio cabe distinguir en ella los siguientes cinturones de facies (Fig. 3):

a) *Cuerpo central.* Éste se desarrolla entre Calatayud y Velilla, siendo el más característico por sus litofacies laminado-nodulares rítmicas, integradas originalmente por yeso primario, glauberita y anhidrita. Llegan a aflorar, aproximadamente, los 150 m superiores de este cuerpo central, siempre como yeso secundario. Marín (1932) recopiló los datos del sondeo profundo de "Paracuellos de Giloca": materiales aluviales entre 0-32 m; arcilla gris yesosa entre 32-170 m; sal común, arcilla gris y anhidrita, entre 170-537 m; anhidrita con arcilla gris, entre 537-564; y arcillas abigarradas con poca anhidrita entre 564-600 m. De acuerdo con este registro: a) la base del cuerpo central aflorante sobreyace a una unidad de arcillas de 138 m de potencia, y b) por debajo de esta última existe una unidad salina de 367 m.

La naturaleza glauberítica de muchas de las capas del cuerpo central aflorante se mantiene hasta la zona al SE de Velilla. Así pues, el yeso primario laminado fue el precipitado inicial, que de un modo sinsedimentario fue parcialmente desplazado/reemplazado por glauberita. Igualmente, la anhidrita nodular fue un producto sinsedimentario muy abundante, que desplazó/reemplazó no sólo al yeso laminado sino también a la glauberita. Posiblemente, ciertas cantidades de halita también se sedimentaron, aunque no queda registro suyo en superficie.

b) *Zona cíclica intermedia.* Entre Velilla y el SE del desvío a Morata, este cuerpo central se va adelgazando al tiempo que se muestra mucho más cíclico. La ciclicidad consiste en una alternancia de lutitas (término inferior del ciclo elemental) y yesos laminados secundarios (término superior), con una potencia promedio de ciclo entre 1 y 1,5 m. Hacia la base del término yesífero suelen presentarse intercalaciones de masas irregulares, lenticulares o nodulosas, de macrocristales pseudomórficos de glauberita, que desplazan las láminas de yeso. Hacia el desvío a Morata los ciclos pierden ya estas intercalaciones glauberíticas. Este

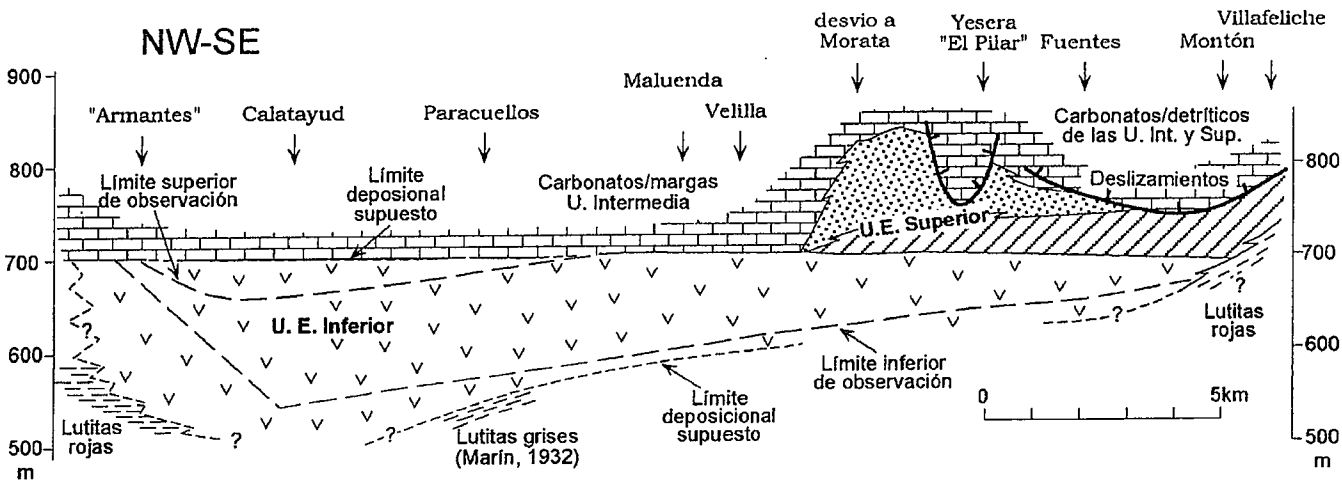

Fig. 2- Unidades evaporíticas de los *Yesos de Calatayud*. Corte general entre Sierra de Armantes (NW) y la localidad de Villafeliche (SE), mostrando el desarrollo de las unidades inferior y superior.

Fig. 2- Evaporitic units of the* Calatayud Gypsum. *General section between the Armantes Ridge (NW) and Villafeliche village, showing the distribution of the lower and upper evaporitic units.

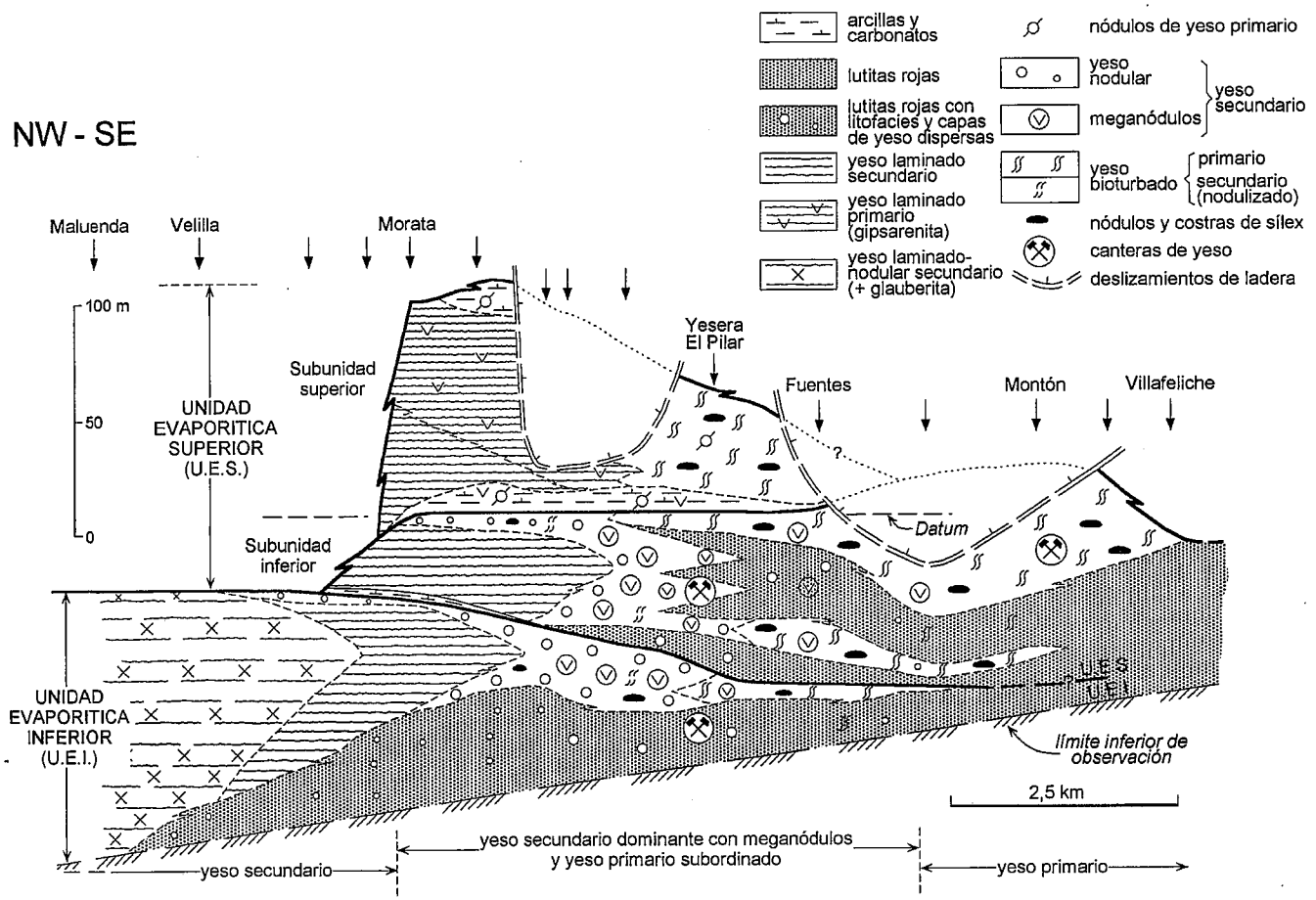

Fig. 3- Detalle de distribución de facies en las unidades evaporíticas entre los perfiles de Maluenda y Villafeliche. Se usa como *datum* la base de la subunidad evaporítica superior -de fácil identificación cartográfica- entre los perfiles de Morata y Fuentes.

***Fig. 3- Detailed facies distribution in the evaporitic units between the Maluenda and Villafeliche sections. The base of the upper evaporitic unit - which is easy to identify in the field- is used as* datum.**

conjunto cíclico intercala varios horizontes nodulares de anhidrita, principalmente al techo y en la base (Fig. 3).

c) *Extremo SE, con nódulos, yesos bioturbados y sílex.* En sustitución de la zona cíclica anterior, van apareciendo capas de yesos con litofacies nodulares y bioturbadas entre capas de lutitas rojas, con algunos nódulos de sílex. Las litofacies bioturbadas suelen estar transformadas en yeso secundario, pero van cambiando a primarias microlenticulares hacia el SE. En la zona de explotaciones de Fuentes el yeso bioturbado está ampliamente reemplazado por meganódulos (entre 0,5 y varios m de diámetro) de anhidrita (precursora), integrados en superficie por yesos alabastrinos y megacristalinos secundarios. Entre Fuentes y Montón las litofacies nodulares cambian a primarias bioturbadas, hasta desaparecer en el seno de lutitas rojas (Fig. 3).

Unidad evaporítica superior, subunidad inferior

El reparto geográfico de esta subunidad se limita al área situada entre el desvío a Morata y Villafeliche, alcanzando una potencia de hasta 90 m (Fig. 3). En la zona de Morata esta subunidad presenta ciclos de lutitas y yesos laminados secundarios, en potencia promedio de 2 a 2,5 m. Desde esta zona hacia Fuentes esta facies cíclica es rápidamente sustituída por capas de yeso nodular y meganodular (Yesera de El Pilar), y posteriormente por yesos bioturbados con nódulos de sílex entre Fuentes y Villafeliche. En este conjunto, los yesos nodulares y bioturbados alternan con capas de lutitas rojas. Entre Fuentes y Montón esta unidad evaporítica queda en parte cubierta por amplios deslizamientos de ladera de las unidades Intermedia y Superior del Mioceno, aunque parece acuñarse totalmente al SE de Villafeliche. Igualmente, entre Fuentes y Montón la distinción entre esta subunidad y la unidad evaporítica inferior no es precisa, por la falta de niveles guía y la recurrencia de facies.

Formando el techo de esta subunidad, en la zona de Morata se presenta un horizonte nodular bien definido, el cual cambia hacia el SE a potentes facies bioturbadas primarias que se explotan en las zonas de Fuentes y Villafeliche.

Unidad evaporítica superior, subunidad superior

El reparto geográfico de esta subunidad es, en parte, similar al de la subunidad inferior, aunque sus afloramientos en el río Jiloca quedan limitados a la zona situada entre el desvío a Morata y Fuentes (Fig. 3). Hacia el SE, los deslizamientos de las unidades Intermedia y Superior del Mioceno impiden conocer su desarrollo. En la zona del desvío a Morata la subunidad supera los 100 m de potencia y está constituída por ciclos de lutitas-yesos laminados, con potencia promedio entre 2 y 3 m, que intercalan algunos niveles de arcillas y carbonatos. En la mitad superior de la subunidad, los yesos laminados conservan el carácter de gipsarenitas primarias, mientras que en su mitad inferior estas últimas están transformadas en yeso secundario (Fig. 3). Este conjunto cíclico evoluciona hacia el SE

hacia facies bioturbadas, y en la zona de Fuentes estas facies están integradas totalmente por yeso primario, alternando con algunas capas de carbonatos que incluyen nódulos de yeso primario; el conjunto se acompaña de abundantes nódulos y costras de sílex.

La base de esta subunidad viene dada por un nivel guía característico, de unos 10-15 m de potencia, compuesto por alternancias de lutitas verdes y capas de carbonato. Asociadamente a estas litologías se presentan: encostramientos de yeso cementante poiquilítico, nódulos de magnesita tanto aislados como en dispositivos verticales de posibles rizocreciones, macrolentículas de yeso, capas de gipsarenita primaria, nódulos de yeso primario, y algunos nódulos de sílex. Un conjunto similar a éste se desarrolla al techo de la subunidad en el corte de Morata, con una potencia de unos 20 m.

Ambientes sedimentarios y diagenéticos

La unidad evaporítica inferior responde a un típico complejo evaporítico muy somero y de alta concentración, similar al desarrollado en los Terciarios de otras cuencas peninsulares (Ortí *et al.*, 1989; Ortí, 1992). En este complejo encontramos en el borde de lago evaporítico yesos bioturbados, nódulos y encostramientos de sílex (silcretas), y seguidamente meganódulos de anhidrita, mientras que en el centro dominan las facies laminado-nodulares, ricas en sulfatos sódicos (y cloruro sódico?), y desprovistas de sílice. La zona de tránsito (zona al SE de Velilla) muestra ya la aparición de la glauberita en el seno de un conjunto muy cíclico. En el cuerpo central de la unidad (zona de Calatayud-Maluenda) todo el sulfato aflorante es yeso secundario que proviene ya sea de la hidratación de la anhidrita o de la disolución incongruente de la glauberita en condiciones de meteorización.

Las dos subunidades evaporíticas superiores representan implantaciones sucesivas de lagos yesíferos, con desplazamiento hacia el SE del depocentro evaporítico. Ambas subunidades se inician con episodios de dilución relativa (lutitas grises, carbonatos y encostramientos yesíferos) y siguen con ciclos de lutita-yeso en su extremo NW, los cuales cambian lateralmente hacia capas de yesos bioturbados microlenticulares con sílex hacia el borde SE. La subunidad evaporítica superior representa una implantación lacustre localmente más potente, pero globalmente de menor salinidad que la inferior. Ello se refleja en la amplia preservación de facies primarias (tanto gipsarenitas como yesos bioturbados) en dicha subunidad superior. A su vez, su mayor potencia en la zona de Morata responde a una fuerte subsidencia sinsedimentaria, ocupando sus facies evaporíticas el espacio estratigráfico de buena parte de la sedimentación carbonatada correspondiente a la parte basal de la Unidad Intermedia del Mioceno.

El desarrollo de una sabkha en la zona de explotaciones de Fuentes (Ortí, 1992, Fig. 1), que afecta tanto a la unidad evaporítica inferior como a la subunidad inferior de la superior, responde al esquema de anhidritización meganodular localizado también en otras cuencas evaporíticas del Terciario peninsular ibérico.

La marcada ciclicidad desarrollada por todas las unidades en la zona de Morata, donde el conjunto cíclico supera los 200 m de potencia, parece responder a la existencia de condiciones paleogeográficas y de subsidencia particulares en esta zona.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado en el marco del proyecto DGICYT PB94-0882.

Referencias

Collantes, L.P. y Griffo, J.L. (1982): *Tecniterrae*, 8 (6): 53-63

Gutiérrez, F. (1996): *Geomorphology*, 16: 277-293

Hoyos, M. y López Martínez, N. (1985): *Neogene of the Mediterranean Tethys and Paratethys: Stratigraphic correlation tables and sediment distribution maps* (Steininger *et al.*, Eds.). Int. Geol. Correl. Program, P. 25, V. 1.

Hoyos, M., Doblas, M., Sánchez-Moral, S., Cañaveras, J.C., Ordóñez, S., Sesé, C., Sanz, E. y Mahecha, V. (1996): *Salt tectonics* (G.I. Alsop, D.J. Blundell y I. Davison, Eds). Geol. Soc. Esp. Publ., 100: 49-63.

Marín, A. (1932): *Boletín de sondeos*, t. 3, fasc. 1: 29-99

Ortí, F. (1992): *III Cong. Geol. Esp., Simposios*, t.1: 118-127. Salamanca

Ortí, F., Salvany, J.M., Rosell, L. e Inglès, M. (1989): *Geogaceta*, 6: 103-104.

Ortí, F. y Rosell, L. (1994): *II Cong. Grup. Esp. Terciario, Simposio IGCP* 324: 255-258. Jaca.

Ortí, F., Rosell, L., Fallick, A.E. y Utrilla, R. (1994): *Geogaceta*, 15: 74-77.

Rosell, L. y Ortí, F. (1992): *IGCP 324 GLOPALS, Annual Meeting, Abstracts*: 39-41. Madrid.

Sanz-Rubio, E., Hoyos, M., Calvo. J.P., Sánchez-Moral, S., Cañaveras, J.C. y Sesé, C. (1997): *Itinerarios Geológicos en el Terciario del Centro y Este de la Peninsula Ibérica* (L. Alcalá y A.M. Alonso Zarza, Eds.). III Cong. G.E.T.: 109-134.