

# Magnetoestratigrafía del Neógeno del sector central de la Cuenca del Duero

## Magnetostratigraphy of Neogene in Duero Basin Central Area

V.C. Ruiz (\*), R.Mediavilla (\*\*), M.L.Osete (\*) y J.J.Villalaín (\*)

(\*) Dpto. de Geofísica. Facultad de CC. Físicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid  
 (\*\*) Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). C/ La Calera s/n. Tres Cantos. Madrid.

### ABSTRACT

Several biostratigraphic studies have been carried out on lacustrine and fluvial-lacustrine sediments in the neogene Duero Basin, these show that most of the outcrop depositional sequence belongs to the Aragonian - Upper Vallesian. However, the age of neogene sedimentary infill is still unknown. For this reason, a magnetostratigraphic study have been carried out on four sites (Torremormojón, Tariego de Cerrato, Tórtolos de Esgueva y La Miranda) in order to establish magnetostratigraphic correlations between them. Samples were step-wise thermally demagnetized, susceptibility was measured after each heating step, and experiments of incremental acquisition of isothermal remanence were carried out. Samples present a low intensity of the natural remanent magnetization (NRM) and viscous and / or chemical secondary components. In spite of this, most of the cases the polarity of the primary component has been identified and the tale magnetostratigraphic logs have been obtained in each site. These logs have been correlated with the geomagnetic polarity timescale, and some magnetozones have been dated. The investigated sediments have an age ranging from 7.3 to 11.4 m.a..

**Key words:** Magnetostratigraphy, Palaeomagnetism, Neogene, Duero Basin

Geogaceta, 20 (5) (1996), 1017-1020  
 ISSN:0213683X

### Introducción

El área de estudio se sitúa en la transversal Torremormojón (Palencia) - Tórtolos de Esgueva (Burgos) y dentro de los sectores central y centro-occidental de la Cuenca del Duero (Fig. 1). Mediavilla y Dábrio (1988) dividen la sucesión neógena en cuatro Unidades Tectosedimentarias (U.T.S.). Las tres primeras están constituidas por sedimentos fluviales, palustres y lacustres y forman parte de la historia del relleno de la cuenca. La cuarta, integrada por sedimentos fluviales y palustres, representa el inicio del vaciado en estos sectores de la cuenca.

Los estudios bioestratigráficos realizados en la sección de Torremormojón y en secciones próximas permiten situar la mayor parte de la sucesión estratigráfica en el lapso Aragoniense - Vallesiense superior (López *et al.*, 1986; García Moreno, 1987). Con todo, actualmente desconocemos la edad del techo del relleno neógeno, y por ello se planteó la necesidad de abordar este problema mediante un estudio magnetoestratigráfico. La principal ventaja de la cronoestratigrafía definida por estos estudios estriba en que proporciona una correlación a escala global, a

diferencia de la litoestratigrafía o la bioestratigrafía que, por lo general, se reducen a una pequeña escala geográfica. Los resultados obtenidos se exponen en este artículo.

### Secciones investigadas

En la sección de Torremormojón afloran lutitas ocre, de origen fluvial; lutitas verdes y negras, de origen pantanoso; carbonatos nodulizados y brechificados, de origen palustre y arenas y calizas fosilíferas de origen lacustre. Estos sedimentos representan el techo de la U.T.S. 2 (0-12.6 m) y la base de la U.T.S. 3. A lo largo de 38 metros de esta sección, fueron extraídos 57 testigos.

El tramo muestreado en la sección de la Miranda corresponde al techo de la U.T.S. 3 y está constituido por: margas dolomíticas con pseudomorfo de yeso y niveles de caliza secundarias que se atribuyen a depósitos de lagos salinos. Incluyen niveles de lutitas de llanura de inundación. El techo está constituido por calizas organógenas, palustres, que muestran una intensa karstificación. Se extrajeron 27 testigos a lo largo de los 19 m. de la sección.

La sección muestreada en Tariego de Cerrato está constituida por carbonatos y evaporitas en su base, que corresponden a depósitos de lagos salinos. Sobre ellos se desarrollan calizas lacustres y palustres, fuertemente karstificadas, que representan el techo de la U.T.S. 3. Los sedimentos suprayacentes son siliciclásticos de origen fluvial y forman la U.T.S. 4. Se

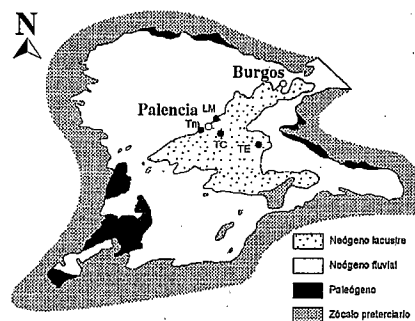


Fig. 1.- Mapa de la secciones neógenas de la Cuenca del Duero estudiadas: LM: La Miranda, Tm: Torremormojón, TC: Tariego de Cerrato y TE: Tórtolos de Esgueva.

Fig. 1.- Map of the Duero Basin and location of the studied neogene sections: LM: La Miranda, Tm: Torremormojón, TC: Tariego de Cerrato y TE: Tórtolos de Esgueva.

muestrearon 23 testigos a lo largo de los 11 m. inferiores.

En la sección de Tórtoles de Esgueva, el tramo muestreado corresponde al techo de la U.T.S. 3. Está constituido por lutitas y arenas fluviales y por calizas lacustres y palustres. Las calizas del techo aparecen intensamente karstificadas. Fueron extraídos 31 testigos a lo largo de los 20 m. de la sección.

El muestreo en estas secciones se ha concentrado en calizas, margocalizas y calizas arenosas, siendo pocas las arcillas estudiadas, debido a limitaciones técnicas de las taladradoras utilizadas.

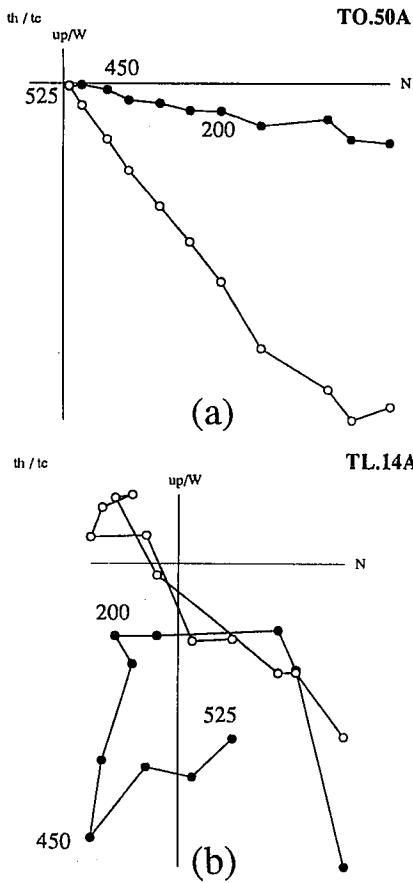


Fig. 2.- Desimanación térmica de la NRM: (a) de una muestra con polaridad normal -sección de Torremormojón-, y (b) de otra con polaridad invertida -sección de Tórtoles de Esgueva-. Se han representado los puntos finales del vector imanación como puntos negros en su proyección horizontal, y como puntos blancos en la proyección vertical orientada norte-sur, a las temperaturas de 0, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 °C.

Fig. 2.- NRM thermal demagnetization: (a) sample with normal polarity - Torremormojón section- and (b) with reverse polarity -Tórtoles de Esgueva section-. Black points: projections on the horizontal plane; white points: those on the north-south vertical plane. Demagnetization temperatures : 0, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 °C.

Resultados paleomagnéticos

**Metodología:** El tratamiento de laboratorio fue el siguiente: En las 190 muestras obtenidas a partir de los 138 testigos recogidos en las diferentes secciones se midió la remanencia magnética natural (NRM) y la susceptibilidad inicial. Se seleccionaron un total de 29 muestras piloto representativas de cada sección, considerando criterios comparativos de la correlación entre la intensidad de la NRM y la susceptibilidad, junto con criterios litológicos. Estas muestras se desimanaron térmicamente de manera detallada (a las temperaturas de 80°C, 100°C, aumentando de 50°C en 50°C hasta 500°C, y a partir de esta temperatura en incrementos de 25°C en 25°C hasta llegar a 650°C), midiendo en cada paso de desimanación la susceptibilidad a temperatura ambiente. El análisis

de la variación de esta magnitud permite detectar los posibles cambios químicos en la composición de los minerales magnéticos presentes en las rocas que puedan producirse durante el proceso de calentamiento. Analizando estas muestras piloto se aislaron las componentes características de cada sección, para así seleccionar las diferentes temperaturas a las que se desimanaron el resto de las muestras, a excepción de 14 de ellas con las que se realizaron experimentos de adquisición gradual de remanencia magnética isotérmica (IRM) con el fin de determinar los minerales magnéticos presentes en las rocas y sus propiedades. Las muestras se midieron con un magnetómetro griogénico TSD-1 Schonstedt. Los experimentos de adquisición gradual de remanencia magnética isoterma fueron realizados con un electroimán hasta campos máximos de

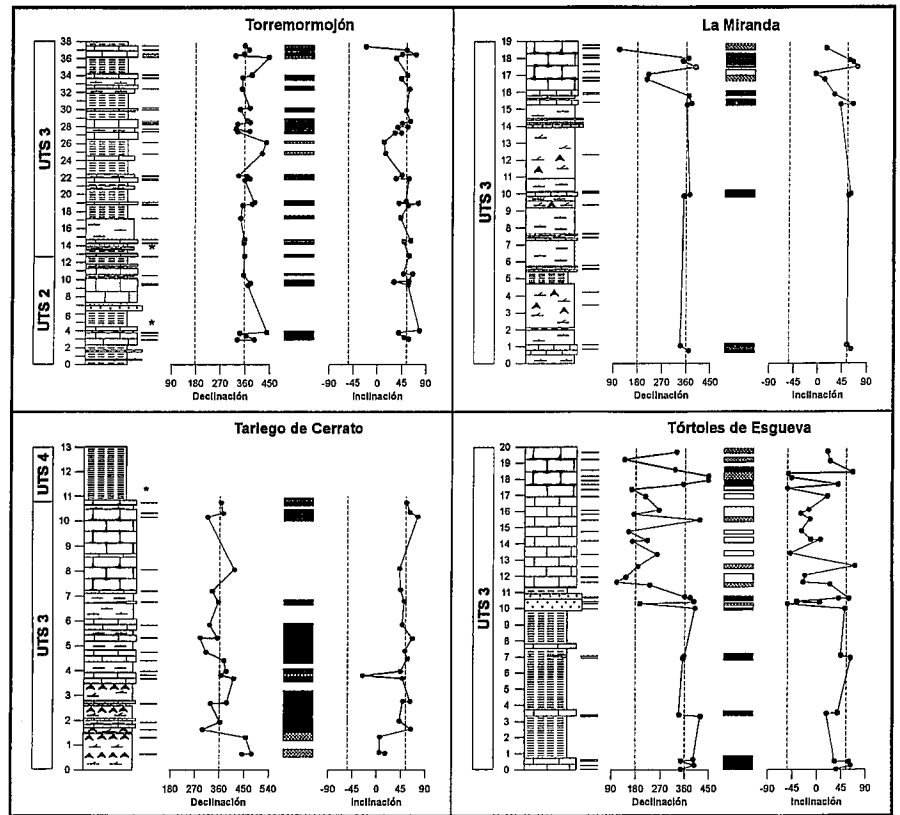


Fig. 3.- Columnas litoestratigráficas y magnetoestratigráficas de las secciones estudiadas. A lo largo de las columnas litoestratigráficas la profundidad viene dada en metros, el muestreo se señala con líneas horizontales y los yacimientos de microvertebrados (MN 9) en Torremormojón y de macrovertebrados en Tariego de Cerrato (MN 13) con asteriscos. En las columnas magnetoestratigráficas, los intervalos negros corresponden a las muestras con polaridad normal, los blancos a las de polaridad invertida, y los grises a muestras anómalas de polaridad desconocida. Los saltos de la columna se deben a la discontinuidad del muestreo y a las muestras que se desestimaron.

Fig. 3.- Lithostratigraphic and magnetostratigraphic logs of the studied sections. In the lithostratigraphic logs, depth is given in metres, microvertebrata deposits in Torremormojón (MN 9) and macrovertebrata ones in Tariego de Cerrato (MN 13) are marked with asterisks, and samples are marked with horizontal lines. In the magnetostratigraphic logs, black is normal and white is reverse polarity; grey is unknown polarity. Empty spaces indicate either lack of sample or sample rejected.

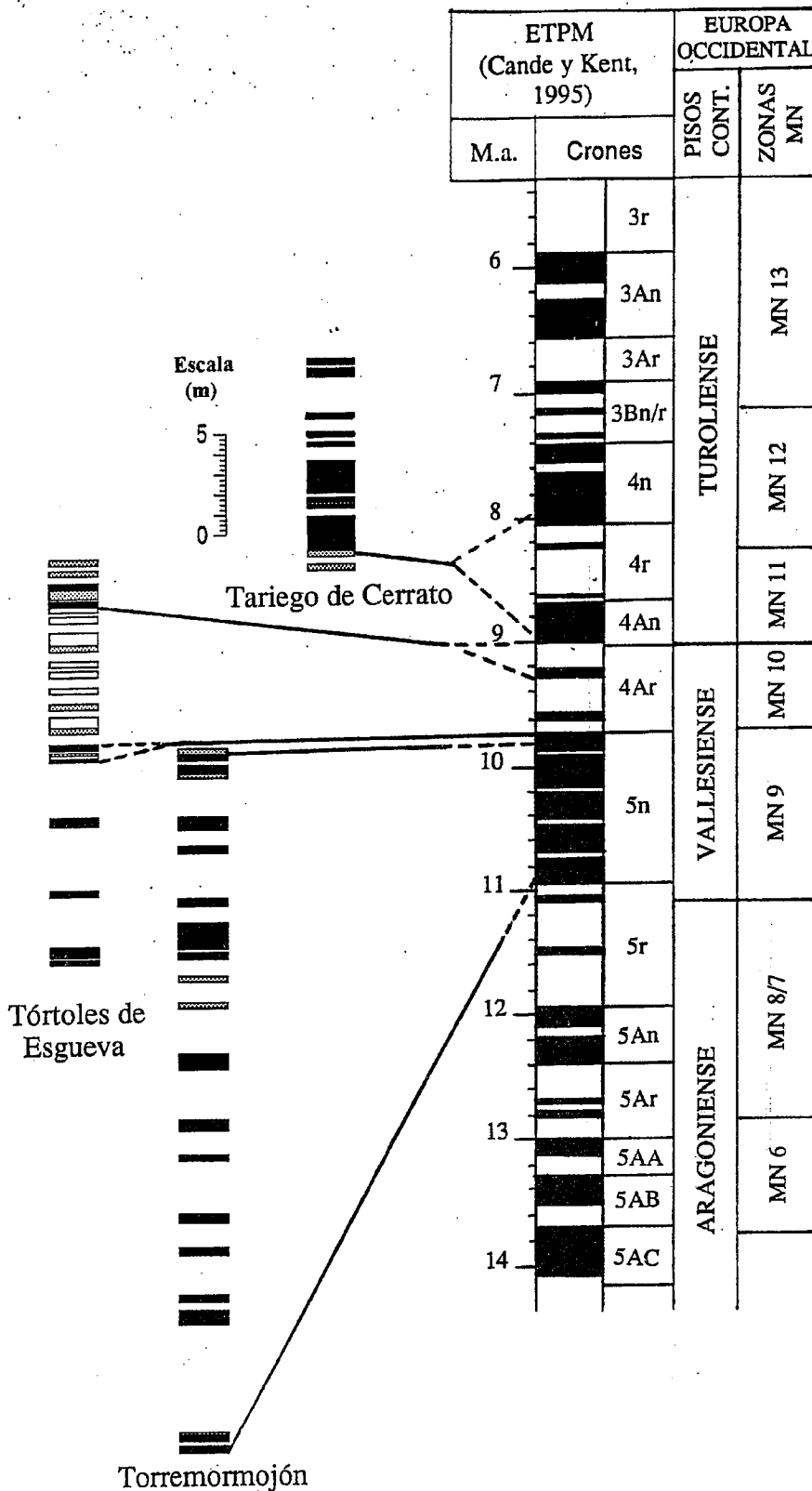


Fig. 4.- Correlación propuesta entre las columnas magnetoestratigráficas de las secciones neógenas investigadas, relativa al patrón de polaridades del campo magnético terrestre (Cande y Kent, 1995). La sección de la Miranda no se ha incluido por falta de suficientes datos magnetoestratigráficos.

Fig. 4.- Proposed correlation of magnetostratigraphic logs in the Neogene investigated sections linked to the geomagnetic polarity timescale (Cande y Kent, 1995) correlated to biostratigraphical timescales. La Miranda section is not included.

un tesla. La susceptibilidad magnética se midió utilizando un equipo Kappabridge. Las medidas se realizaron en el laboratorio del Institut Für Geophysik, ETH-Hönggerberg de Zurich, Suiza, y en el Laboratorio de Paleomagnetismo de la Universidad Complutense de Madrid.

*Propiedades Magnéticas:* Las muestras presentaron en general débiles intensidades de la NRM, comprendidas entre  $5 \cdot 10^{-6}$  y  $2 \cdot 10^{-3}$  A/m. En algunas muestras la intensidad era próxima al nivel de ruido del magnetómetro criogénico, además, los bajos valores de susceptibilidad obtenidos indicaron pequeñas concentraciones de minerales ferromagnéticos en ellas, por lo que fueron desestimadas en el estudio paleomagnético. Las calizas palustres y lacustres presentaron durante el proceso de desimación un comportamiento magnéticamente estable, si bien en algunos casos éstas últimas carecían de suficiente intensidad. Las muestras de calizas secundarias de la sección de La Miranda presentaron intensidades extremadamente débiles, por lo que no fue posible determinar su polaridad. También fueron eliminadas las muestras de margas dolomíticas con pseudomorfs de calcita por yeso, que presentaron un comportamiento inestable por encima de los  $350^{\circ}\text{C}$  y una débil intensidad, originándose así en las columnas magnetoestratigráficas lagunas añadidas a las del muestreo. Aunque las propiedades magnéticas dependieron de la litología, en todas las muestras se detectó la presencia de magnetizaciones secundarias probablemente de origen viscoso o químico con una temperatura de desbloqueo entre  $250$  y  $350^{\circ}\text{C}$  (pudiendo llegar a  $450^{\circ}\text{C}$ ), que fue necesario eliminar en el laboratorio con objeto de aislar las direcciones originales, con temperaturas de desbloqueo en torno a  $500$ - $575^{\circ}\text{C}$ . El solapamiento de las temperaturas de desbloqueo de las componentes secundarias y original, junto a la creación de minerales magnéticos que afectan a la dirección de la imanación a partir de temperaturas comprendidas entre  $350$  y  $500^{\circ}\text{C}$ , no permitieron aislar completamente la componente original cuando ésta era invertida, por lo que estas muestras presentaron direcciones algo desviadas de las que cabía esperar, si bien sus polaridades quedaban bien definidas, como puede observarse en la figura 2. En algunas muestras, como la de la figura 2.b, la NRM presenta una estructura multicomponente: la componente característica se aísla entre  $450$ - $525^{\circ}\text{C}$  resta otra componente con polaridad normal y una temperatura de desbloqueo superior a

525°C. Por encima de esta temperatura los cambios químicos que se produjeron no permitieron determinar su dirección.

En la figura 3 se muestran las columnas estratigráficas y magnetoestratigráficas de cada sección.

#### Correlación magnetoestratigráfica y datación

La figura 4 muestra la correlación de las columnas obtenidas con el patrón de polaridades del campo magnético terrestre. El patrón de referencia elegido es el determinado por Cande y Kent, (1995), y la correlación entre pisos continentales y niveles magnetoestratigráficos la propuesta por Garcés (1995). El estudio magnetoestratigráfico permite datar de manera absoluta algunos niveles de cada sección.

Torremormojón: La bioestratigrafía aporta información sobre la presencia de Hipparium en la base de la serie y de micromamíferos correspondientes a la biozona MN9 (Fig.3) de la sección (López *et al.*, 1986). La sección magnetoestratigráfica presenta polaridad normal y se correlaciona con la magnetozona 5n, comprendida entre los 9.7 y 10.9 M.a.

Tórtoles de Esgueva: Criterios estratigráficos correlacionan su parte inferior con Torremormojón. Efectivamente, el estudio magnetoestratigráfico distingue una magnetozona normal, la 5n, y otra invertida en la parte superior de la columna, la 4Ar, ya en el Vallesense Superior.

La Miranda: No ha podido hacerse una correlación magnetoestratigráfica de-

tallada debido a las numerosas muestras desestimadas. Los datos que se tienen de su parte inferior presentan polaridad normal, correlacionables con la parte superior de Torremormojón e inferior de Tórtoles de Esgueva, de acuerdo con los estudios estratigráficos de que se dispone.

Tariego de Cerrato: Los resultados magnetoestratigráficos muestran una magnetozona de polaridad normal, lo que indica una diferencia temporal con respecto a la sección de Tórtoles de Esgueva, que forma también el techo de la U.T.S. 3. Criterios estratigráficos permiten situar esta sección por encima de la de Tórtoles de Esgueva. Estudios bioestratigráficos llevados a cabo en los sedimentos suprayacentes permiten datar los mismos como Turolense Superior -biozona MN 13- (Mediavilla *et al.*, 1995). Por lo que es posible correlacionar la magnetozona normal observada en esta sección con el cron 4n o 4An. Si consideramos la continuidad de la sucesión dentro de esta U.T.S., esta última correlación magnetoestratigráfica (4An) es la más probable.

#### Agradecimientos

Este estudio ha sido realizado dentro del proyecto ITGE / ENRESA «Investigación de la actividad Neotectónica. Desarrollo Metodológico en Areas de Tipología Diversa»

Las medidas se realizaron en parte en el laboratorio del Institut für Geophysik, ETH-Hönggerberg de Zurich, Suiza. Publicación nº 380 Departamento de Geofísica de la U.C.M.

#### Referencias

- Alberdi, M.T.; López, N.; Morales, J.; Sese, C. y Soria, D. (1981) : *Estud. Geol.* 37, 503 -511.
- Alvarez-Sierra, M.A.; Civis, J.; Corrochano, A.; Daams, R.; Dabrio, C. J.; García Moreno, E.; González, A.; López Martínez, N.; Mediavilla, R.; Rivas Carballo, R.; y Valle, M.F. (1988) : *IV Jornadas de Paleontología*. Guía de Campo.
- Cande, S.C.; Kent, D.V. (1995) : *Journal of Geophysical Research*, vol. 100 b4, 6093-6095.
- Calvo, J.P.; Daams, R.; Morales, J.; López-Mártínez, N.; Agustí, J.; Anadón, P.; Armenteros, I.; Cabrera, L.; Civis, J.; Corrochano, A.; Díaz-Molina, M.; Elizaga, E.; Hoyos, M.; Martín-Suárez, E.; Martínez, J.; Moissenet, E.; Muñoz, A.; Pérez-García, A.; Pérez-González, A.; Portero, J.M.; Robles, F.; Santisteban, C.; Torres, T.; Van der Meulen, A.J.; Vera, J.A.; y Mein, P. (1993) : *Rev. Soc. Geol. España*, 6, 29-40.
- Del Olmo, P.; y Portero, J. (1982) : *I.T.G.E.* Madrid.
- Garcés, M. (1995) *Tesis doctoral*. Dpt. de Geología Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona.
- Hernández Pacheco, E. (1915) : *Mem. Com. Inv. Pal. y Prehist.* 5, 1 - 295.
- López Martínez, N.; García Moreno, E.; Alvarez Sierra, M.A. (1986) : *Stuv. Geol. Salmanticensia*, XXII, 191 -212.
- Mediavilla, R. y Dabrio, C.J. (1988) : *Rev. Soc. Geol. España*, 1, 187 - 195.