

# UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS EN EL REGISTRO SEDIMENTARIO NEÓGENO DEL SECTOR OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE MADRID

F. López Olmedo<sup>1</sup>, A. Díaz de Neira<sup>2</sup>, A. Martín Serrano<sup>1</sup>, J. P. Calvo<sup>3</sup>, J. Morales<sup>4</sup> y P. Peláez-Campomanes<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico y Minero de España (IGME), c/ Calera 1, 28049 Tres Cantos, Madrid.

<sup>2</sup> Geoprín s.a., c/ Mesena 39, 28003 Madrid.

<sup>3</sup> Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

<sup>4</sup> Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, c/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid.

**Resumen:** El sector occidental de la Cuenca de Madrid está constituido por depósitos siliciclásticos, en general areniscas arcóscas y lutitas, fundamentalmente de edad neógena. A partir de la cartografía y del estudio estratigráfico detallado de los materiales terciarios presentes en varias hojas geológicas a escala 1:50.000 de la zona SO de la cuenca, se han reconocido cinco unidades estratigráficas cuya denominación alude a las áreas donde aparecen mejor representadas. De base a techo, son: 1) *Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio*, 2) *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón*, 3) *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales*, 4) *Unidad de arcosas gruesas con cantos de Batres*, y 5) *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón*. Los límites entre ellas quedan definidos por cambios en la evolución en la vertical de los depósitos siliciclásticos, sobre todo relativos a su granulometría. Los materiales reconocibles en cada una de estas unidades se depositaron en su mayor parte en sistemas de abanicos aluviales, con variaciones en el carácter permanente o efímero de los sistemas distributarios y, en menor medida, en ambientes lacustres someros y palustres. La edad del conjunto estratigráfico analizado abarca esencialmente el Mioceno inferior y medio, no descartándose que la base de la *Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio* sea Paleógeno y que la parte superior de la *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón* alcance el Mioceno superior (Vallesiense).

**Palabras clave:** Estratigrafía, depósitos siliciclásticos, arcosas, yacimientos de mamíferos, Neógeno, Cuenca de Madrid

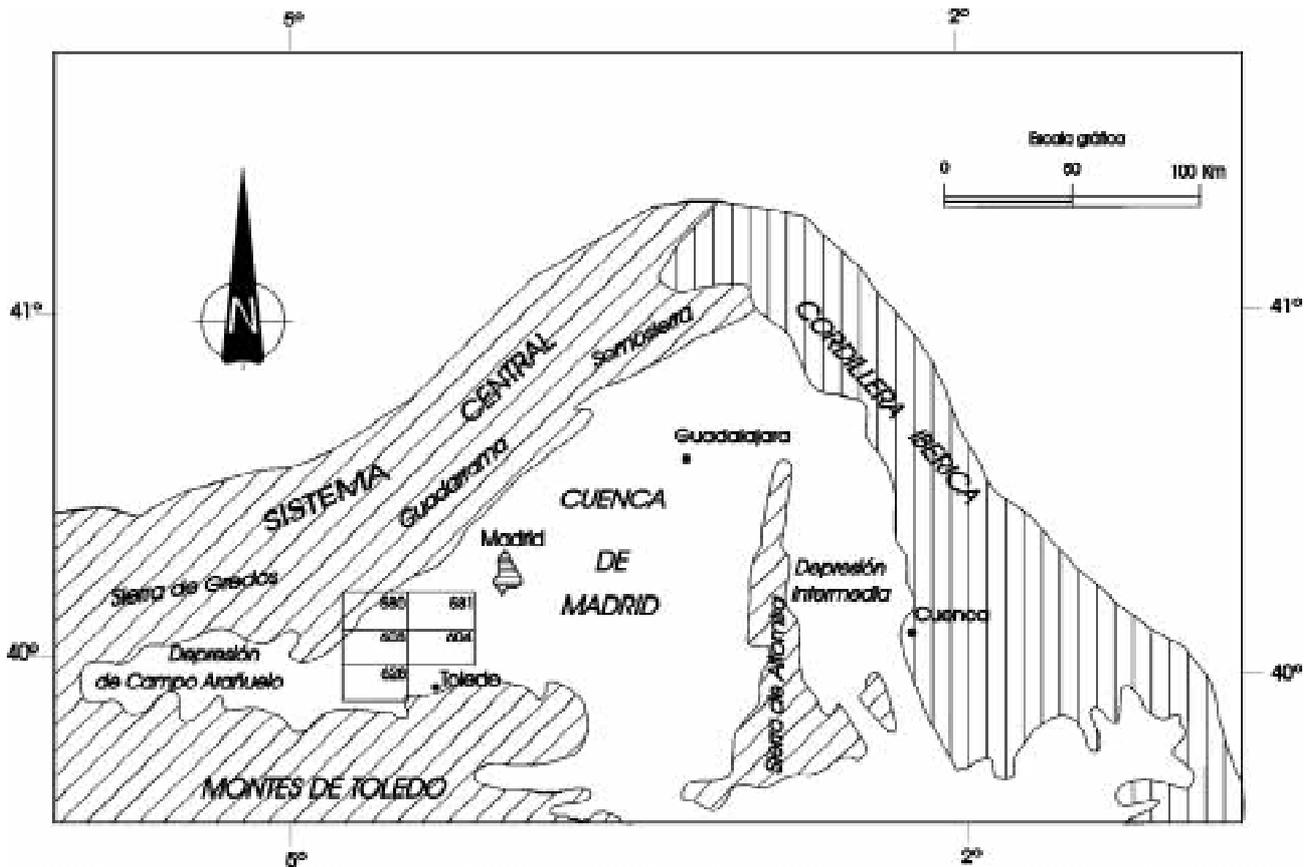
**Abstract:** The western part of the Madrid Basin, central Spain, shows widespread siliciclastic deposits consisting mainly of arkosic sandstone and mudstone. The age of the deposits is mostly Neogene. Both mapping and detailed stratigraphic analysis of the sedimentary record present in several topographic sheets (scale 1:50,000) in the western part of the basin allow recognition of five major stratigraphic units, which have been named according to places where the units are better exposed. From bottom to top, the units are: 1) Arkoses and mudstones of El Carpio, 2) Gravelly-sandstones and mudstones of the Castrejón Reservoir, 3) Arkoses and mudstones of Los Vergales, 4) Gravelly-arkosic sandstones of Batres, and 5) White arkoses of Carranque-Griñón. The boundaries between the units are outlined by upward grain-size changes of the deposits as well as facies variation in vertical. Most of the sediments were deposited in alluvial fan systems, where some changes in the character of the distributary streams, i.e. permanent to ephemeral, is observed. Local deposits representative of shallow-lake to palustrine environments, including carbonate paleosols, are recognised especially towards the top of the stratigraphic units. The age of the units spans Early to Middle Miocene although a Paleogene age is not ruled out for the lower part of the Arkoses and mudstones of El Carpio Unit. Similarly, the White arkoses of Carranque-Griñón Unit could reach the lower part of the Late Miocene (Vallesian).

**Key words:** Stratigraphy, siliciclastic deposits, arkoses, mammal localities, Neogene, Madrid Basin

López Olmedo, F., Díaz de Neira, A., Martín Serrano, A., Calvo, J.P., Morales, J. y Peláez-Campomanes, P. (2004): Unidades estratigráficas en el registro sedimentario neógeno del sector occidental de la Cuenca de Madrid. *Rev. Soc. Geol. España*, 17 (1-2): 87-101.

El sector occidental de la Cuenca de Madrid se caracteriza por la presencia de abundantes depósitos de arenas cuarzo-feldespáticas (arcosas) de edad neógena. La relativa homogeneidad composicional y de facies de estos materiales ha hecho problemática la confección de un esquema litoestratigráfico de carácter general para esta zona de la cuenca, dificultando su correlación estratigráfica con las unidades neógenas mayores dis-

tinguidas en la Fosa del Tajo (Junco y Calvo, 1983; Ordóñez *et al.*, 1991; Alonso-Zarza y Calvo, 2002). A esa dificultad ha contribuido también la escasez de yacimientos paleontológicos con los que datar los depósitos arcóscos, siendo el de Torrijos (Aguirre *et al.*, 1982) el único conocido en la zona hasta hace unos pocos años. Muy recientemente, Sesé y Jiménez-Rodrigo (2002) han puesto de manifiesto la presencia de varios



**Figura 1.-** Localización del área estudiada, con indicación de los números de hojas geológicas a escala 1:50000 (580, Mérida; 581, Móstoles; 603, Fuensalida; 604, Villaluenga; 628, Torrijos).

yacimientos de edad Oligoceno superior al suroeste de Talavera de la Reina.

Los antecedentes sobre las características geológicas del registro sedimentario neógeno en el sector occidental de la Cuenca de Madrid son relativamente escasos. Destacan los trabajos llevados a cabo por Martín Escorza y Hernández Enrile (1972), Martín Escorza *et al.* (1973), Hernández Fernández (1974), éste dirigido al estudio magnético del basamento en el sector comprendido entre Talavera de la Reina y Torrijos, y Martín Escorza (1976). Por su carácter general, relativo a la composición de los materiales terrígenos terciarios de la Cuenca de Madrid, es de señalar el trabajo de Benayas *et al.* (1960). Asimismo, se resalta la síntesis llevada a cabo por Martín Escorza (1976), en el que se ofrece un esquema estratigráfico general para el conjunto del Mioceno de la Cuenca de Madrid, distinguiéndose cinco unidades con representación a escala de toda la cuenca.

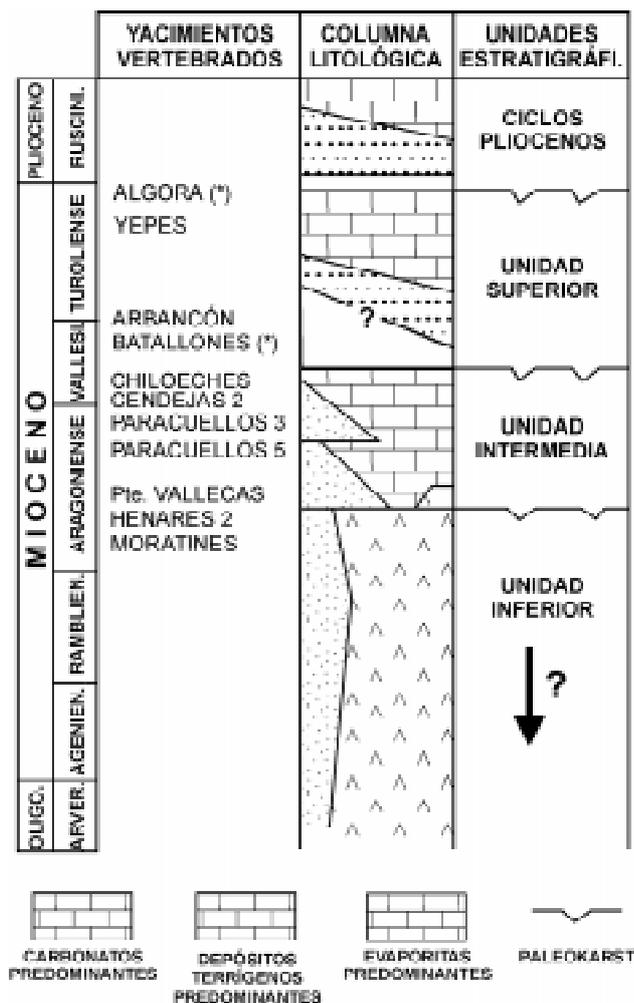
En las investigaciones realizadas en el sector occidental de la cuenca por Martín Escorza y Hernández Enrile (1972), Martín Escorza *et al.* (1973) y Martín Escorza (1974) se distinguen hasta cuatro unidades miocenas (nombradas M1 a M4), formadas esencialmente por depósitos arcósicos. A su vez, algunas de estas unidades se subdividen en función de cambios laterales de facies. Martín Escorza (1974) indica, además, la presencia de depósitos de edad Paleógeno en las proximidades del borde sur del Sistema Central y, en

zonas algo más centrales, en las inmediaciones de Talavera de la Reina. Posteriormente, Junco (1983) describe los materiales terrígenos arcósicos situados al oeste de esta localidad, en el área de Campo Arañuelo.

En este trabajo se presentan los nuevos datos y resultados obtenidos durante la realización de la cartografía geológica a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA) de cinco hojas (Villaluenga, Torrijos, Mérida, Fuensalida y Móstoles) (Díaz de Neira y López Olmedo, en prensa; López Olmedo y Díaz de Neira, en prensa) situadas al suroeste de Madrid (Fig.1). Se describe el conjunto de unidades estratigráficas de carácter informal reconocidas en los depósitos arcósicos y su integración en un esquema litoestratigráfico y cronoestratigráfico de entidad regional mediante la correlación de estas unidades con las definidas con carácter general para el conjunto del registro mioceno de la Cuenca de Madrid. Las precisiones bioestratigráficas que se presentan son el resultado del hallazgo de ocho nuevos yacimientos de vertebrados en el área considerada.

### Contexto geológico

La Cuenca de Madrid forma parte, junto con la Depresión Intermedia, de la Cuenca del Tajo, situada en el centro de la Península Ibérica. La cuenca está rellena de una potente sucesión de depósitos terciarios, cuyo espesor alcanza los 3.500 m en las proximidades del Sistema Central (Junco y Calvo, 1983). Tanto los mate-



**Figura 2.-** Cuadro estratigráfico con las principales unidades del Mioceno establecidas en la Cuenca de Madrid y con la posición de los principales yacimientos de vertebrados presentes en dichas unidades. Los asteriscos indican los yacimientos ubicados en cavidades de origen cástico (modificado de Calvo *et al.*, 1989).

riales graníticos y metamórficos del Sistema Central, situados al norte, como de los Montes de Toledo, al sur, suministraron abundantes depósitos arcóscicos al sector occidental de la cuenca. Los materiales arcóscicos aflorantes de edad Mioceno pasan lateralmente a depósitos arcillosos, calcáreos y evaporíticos lacustres en partes centrales de la cuenca (Calvo *et al.*, 1989; Ordóñez *et al.*, 1991).

La sucesión estratigráfica miocena de la Cuenca de Madrid ha sido dividida en tres unidades mayores (Fig. 2) (Junco y Calvo, 1983; Alonso-Zarza y Calvo, 2002). La Unidad Inferior aflorante abarca desde el Rambliese hasta el Aragoniense medio, situándose en discordancia angular sobre materiales paleógenos (Racero Baena, 1988; Calvo *et al.*, 1990). La Unidad Intermedia (Aragoniense medio-Vallesiense inferior) se dispone en disconformidad, marcada localmente por una superficie paleocárstica (Calvo *et al.*, 1989; Rodríguez-Aranda *et al.*, 2002) sobre la unidad infrayacente. La Unidad Superior del Mioceno abarca el Vallesiense superior-Turoliense y está separada por una disconformidad erosiva a techo de la anterior. En gran parte de la cuenca, en particular en sus zonas centrales, esta disconformi-

dad queda subrayada por una superficie también paleocárstica desarrollada sobre materiales calcáreos, pudiendo representar ésta un intervalo temporal próximo al millón de años (Cañaveras *et al.*, 1996).

Las características litológicas y sedimentológicas de estas unidades miocenas, sobre todo en lo que se refiere a los complejos lacustres aflorantes en partes centrales de la cuenca, están resumidas en Calvo *et al.* (1989). La transición lateral entre los complejos lacustres correspondientes a las unidades Inferior e Intermedia del Mioceno dibuja un esquema centrípeto de facies próximo a los bordes este (Sierra de Altomira), sur (Montes de Toledo) y norte (Sistema Central) (Ordóñez *et al.*, 1991), mientras que hacia el oeste los depósitos lacustres de estas unidades pasan transicionalmente al amplio conjunto de materiales arcóscicos que se describen en este trabajo.

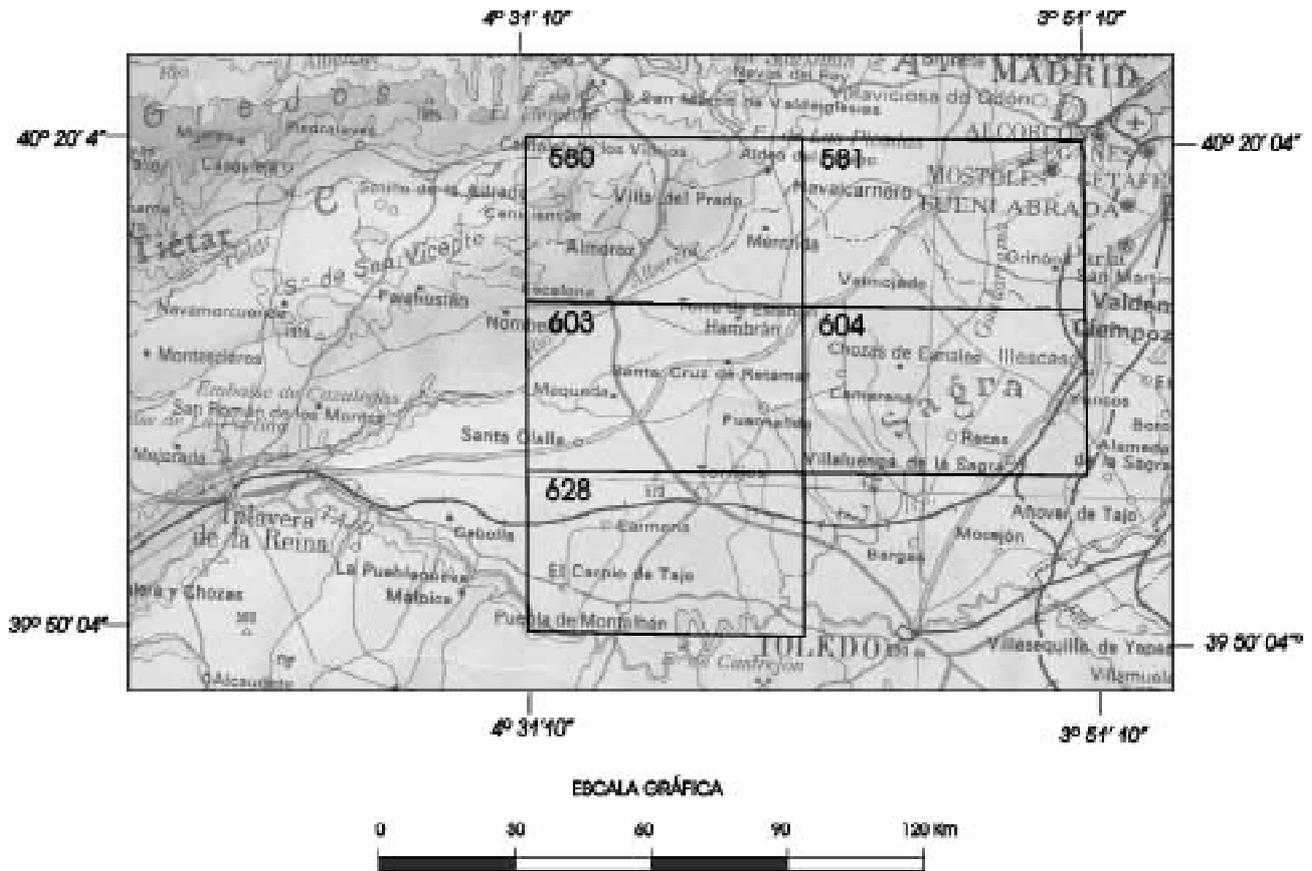
### Descripción de la zona estudiada y estratigrafía de los sedimentos neógenos

La diferenciación de unidades dentro de los materiales arcóscicos que se extienden en la zona sur-occidental de la Cuenca de Madrid es el resultado de la cartografía de detalle realizada en la región, que comprende parte de los valles de los ríos Alberche, Guadarrama y Tajo (Fig. 3). Los límites entre unidades aparecen definidos por cambios en la tendencia evolutiva en la vertical de la granulometría de los depósitos arcóscicos y facies asociadas (Fig. 4). En la figura 5 se muestra un perfil con la distribución en la horizontal de la mayor parte de las unidades estratigráficas distinguidas, según una transversal NO-SE dentro del área de estudio. Las características litológicas de estas unidades son las siguientes:

#### *Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio*

Los afloramientos de esta unidad se encuentran restringidos a los valles de los ríos Tajo y Alberche y de forma preferente en sus zonas bajas, estando mejor expuestos en los alrededores de la localidad de El Carpio, en el valle del Tajo, y de Escalona, en el valle del Alberche (Fig. 3). El límite inferior de la unidad no llega a aflorar en el área estudiada.

Litológicamente, los depósitos están constituidos en su mayor parte por arcosas de grano grueso a medio y color ocre-rojizo, que localmente incluyen cantos de rocas ígneas dispersos. Las arenas presentan aspecto masivo, con cicatrices internas muy tendidas que individualizan cuerpos arenosos de 2-3 m de potencia (Fig. 4). En ellos se reconoce estratificación cruzada a pequeña y mediana escala. De forma puntual, se observan niveles con coloraciones gris-ceniza, verdes y rojas bien definidas, característica puesta ya de manifiesto en esta región por Martín Escorza (1974). Hacia techo, particularmente en el valle del Alberche (sector de Hormigos), son frecuentes los niveles de limos rojizos y



**Figura 3.-** Mapa geográfico de la zona estudiada, con indicación de las hojas geológicas estudiadas y de las principales localidades, cursos fluviales o carreteras citadas en el texto.

fangos ocre, así como la presencia de algunos paleosuelos carbonatados de limitada extensión lateral.

La edad de esta unidad se ha establecido teniendo en cuenta la existencia de los yacimientos de vertebrados de Mesegar y Torrijos encontrados en la unidad suprayacente (Fig. 4). De acuerdo con ello, la edad de la *Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio* abarcaría buena parte del Aragoniense inferior y probablemente también del Ramblense, sin descartarse una posible edad Oligoceno para sus términos más inferiores. Esta última consideración viene justificada por el hallazgo de fauna atribuible a esa época y que afloran en términos algo más bajos, al oeste, en los alrededores de la localidad de Talavera de la Reina (Sesé y Jiménez Rodrigo, 2002).

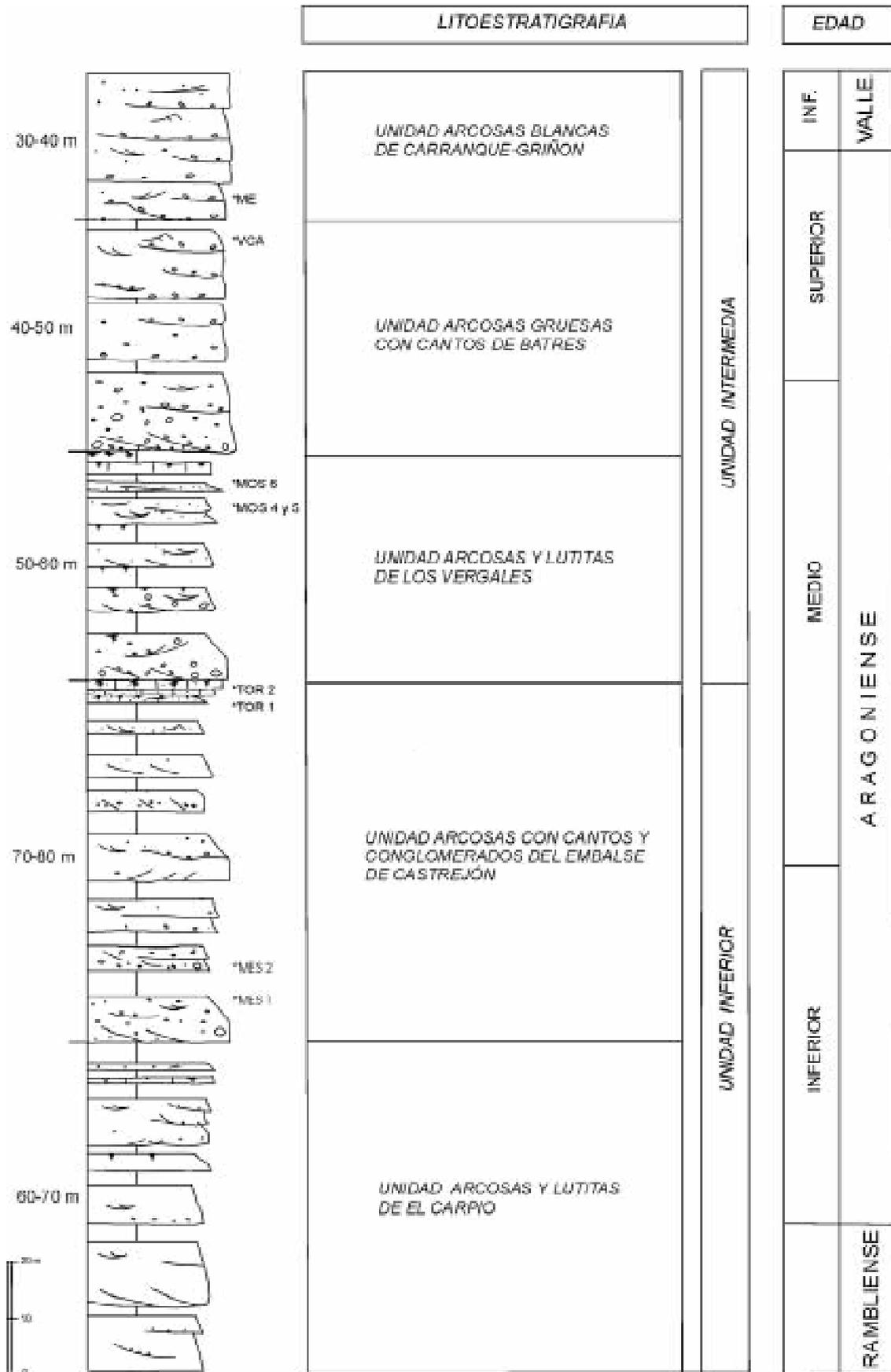
#### *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón*

Los mejores afloramientos se encuentran en los taludes del Embalse de Castrejón, próximo a la localidad de La Puebla de Montalbán (Fig. 3). Los depósitos presentan un aspecto masivo y están constituidos por areniscas cuarzo-feldespáticas de tonalidades rojizas, con intercalaciones de niveles discontinuos de conglomerados de cantos cuarcíticos, y por lutitas. En los farallones de dicho embalse (Fig. 6) se observa cómo estos depósitos se disponen en contacto neto sobre los anteriormente descritos (*Unidad de arcosas y lutitas de El*

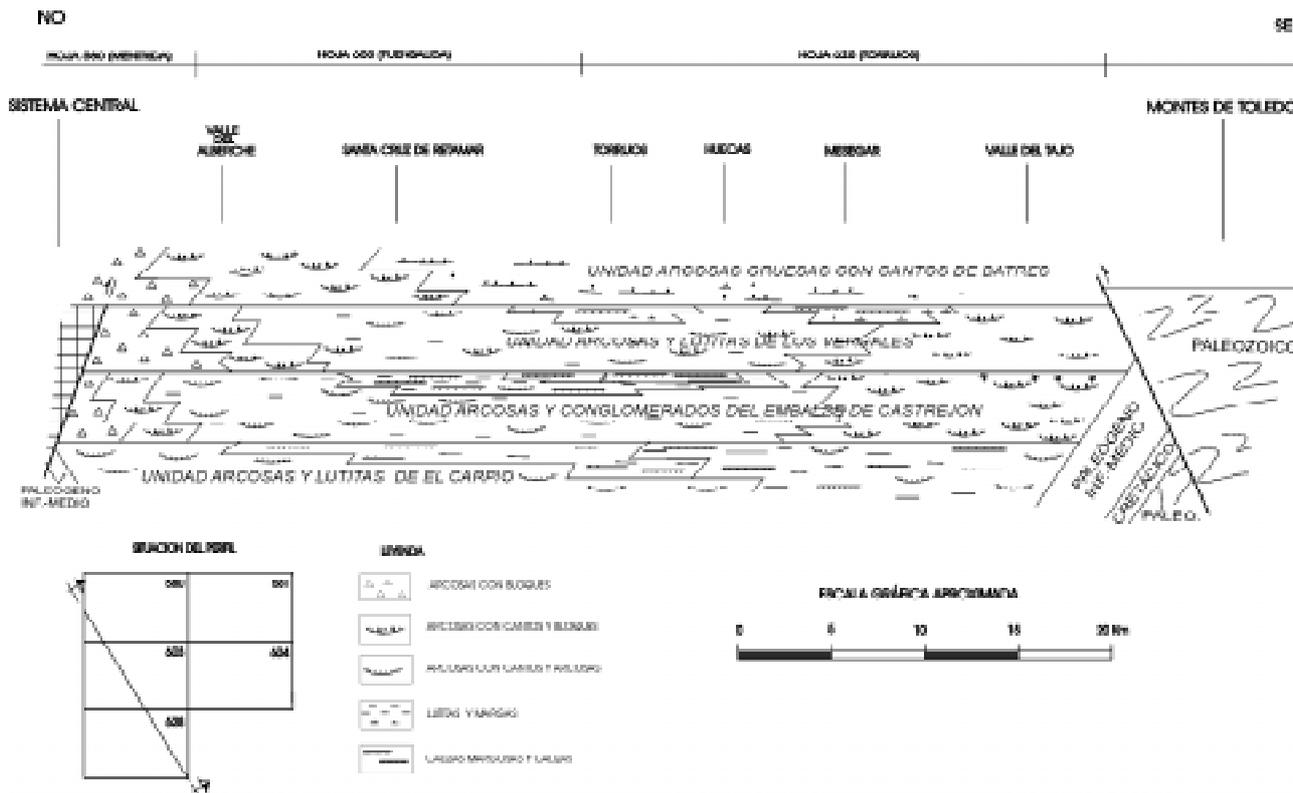
*Carpio*). Por su parte, el techo está formado por términos arcillosos con niveles carbonatados (Fig. 4), parcialmente silicificados, que aparecen bien expuestos en los alrededores de Torrijos, Maqueda y valle del río Guadarrama. Por el contrario, en el valle del río Alberche (entre Aldea del Fresno y Mérida) así como en el Embalse de Castrejón, este techo queda representado por un marcado horizonte edáfico de color rojizo.

El espesor de la unidad es muy irregular, con un valor máximo de unos 70 m, que parece disminuir en zonas donde los depósitos arcóscicos con cantos que caracterizan esta unidad pasan a otros de granulometría más fina, incluyendo carbonatos.

Al sur del valle del río Guadarrama, entre las localidades de Chozas de Canales y Camarenilla, e igualmente en el sector de Torrijos-Maqueda (Fig. 5), los materiales detríticos pasan a lutitas arenosas ocre con intercalaciones de arenas finas, localmente algo más gruesas, que culminan en la vertical con un horizonte carbonatado de color blanquecino. Este, a su vez, pasa lateralmente a calizas grises, claramente observables en el castillo de Barciense, conformando un relieve estructural de tipo mesa. Estos niveles de carbonatos corresponden a depósitos lacustres someros con fuerte influencia edáfica, tal como atestigua la presencia de rizocreciones, estructura nodular, microfisuraciones debidas a desecación, etc. Hacia el este, ya en la comarca de La Sagra, estos carbonatos desaparecen, pasando a arcillas masivas que localmente, intercalan yesos.



**Figura 4.-** Columna litoestratigráfica general de los depósitos arcóscos miocenos en el sector occidental de la Cuenca de Madrid. A la izquierda de la columna se indican los intervalos de espesor de las diferentes unidades reconocidas. Los códigos señalados a la derecha de la columna corresponden a los yacimientos de vertebrados de Mesegar (ME1, ME2), Torrijos (TOR1, TOR2), Móstoles (MOS4, MOS5, MOS6), Villaluenga-Cerro del Águila (VCA) y Moraleja de Enmedio (ME).



**Figura 5.-** Perfil sintético, según una dirección NO-SE (ver situación en el inserto inferior), en el que se muestra la distribución de los depósitos detríticos de cuatro de las cinco unidades estratigráficas reconocidas en el área de estudio (la *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón* no se corta en la traza de este perfil).

El conjunto de materiales detríticos de la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón* corresponde a un sistema de abanicos aluviales, quedando bien expuestos los depósitos propios de ambientes medios y distales de estos. Los primeros quedan caracterizados por depósitos de arenas arcósicas gruesas, con estructura interna mal definida y abundante matriz, que sugiere transporte en flujos con moderada a alta viscosidad (Collinson, 1996), mientras que la asociación propia de ambientes distales viene definida por una alta relación lutitas/arenas y presencia de rasgos edáficos en los depósitos lutíticos. La diferente coloración que presentan los cuerpos arenosos según sectores, rojizos en el valle del Tajo y grises y ocreos en el del Alberche, se interpreta que está en relación con la naturaleza del área madre, granítica en el sector más septentrional (Sistema Central) y metamórfica e ígnea en el meridional (Montes de Toledo). Las facies carbonatadas identificadas a techo son propias de ambientes lacustres someros mientras que las facies arcillosas y niveles edafizados están relacionados con zonas distales de los abanicos y con márgenes lacustres (Wright, 1989; Sanz *et al.*, 1995).

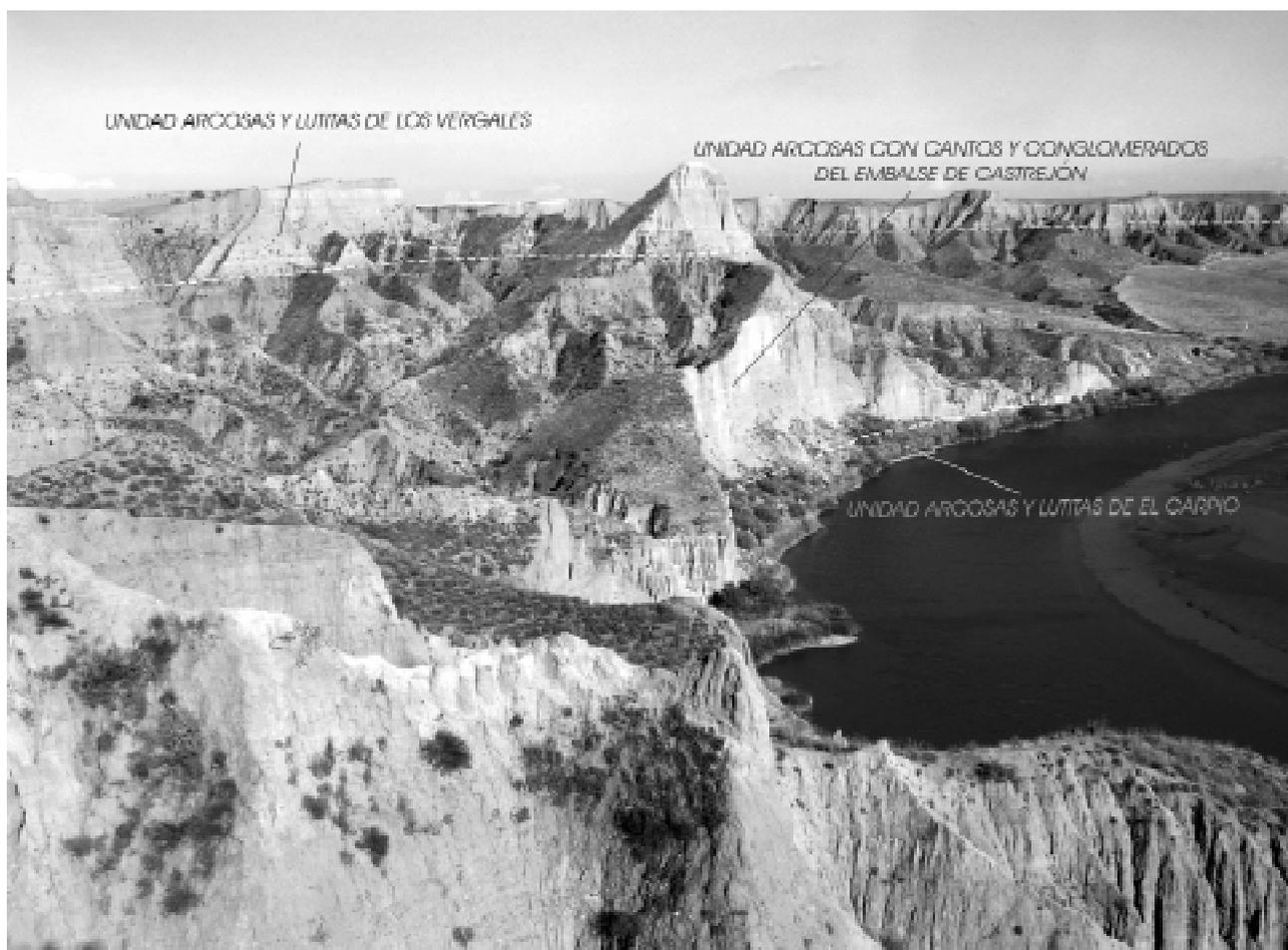
La edad de esta unidad queda bien precisada por la información bioestratigráfica suministrada por los yacimientos de Mesegar 1 y 2, de edad Aragoniense inferior, que se sitúan hacia la parte inferior de la misma (Fig. 4). En el techo se sitúan los yacimientos de Torrijos 1 (Aguirre *et al.*, 1982) y Torrijos 2, ambos de edad Aragoniense medio.

*Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales*

Presenta una gran extensión de afloramiento en la zona estudiada, aunque generalmente con una exposición deficiente. Los mejores puntos de observación se localizan a lo largo de los valles de los ríos Alberche y Guadarrama, en particular, dentro de este último, en el área de Los Vergales, al oeste de Carranque, así como en los escarpes del Arroyo de El Soto, en las proximidades de Móstoles (Fig. 3).

Los materiales que forman la unidad son esencialmente areniscas arcósicas gruesas, a veces de aspecto masivo, que incluyen abundantes cantos y bloques en áreas próximas a los relieves del Sistema Central. En zonas más alejadas de esta cadena, como en el valle del Guadarrama y en zonas de divisoria topográficamente altas, caso del área comprendida entre Fuensalida y Torrijos (Fig. 3), se observan cuerpos de arenisca de espesor métrico, con granulometría media a fina, alternando con lutitas ocreas. La presencia de cantos de granito, gneis, cuarzo y pegmatita es mayor y más frecuente en las proximidades del Sistema Central. Lateral y verticalmente pasan a cuerpos arenosos de grano más fino, claramente individualizados entre lutitas de tonalidades ocreas y rojas.

En el valle del Alberche, la base de la unidad aparece delimitada por un importante horizonte edáfico, de gran continuidad lateral, que se desarrolla a techo de la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón*. En áreas próximas a los relieves



**Figura 6.-** Vista fotográfica general del talud situado en el lado norte del Embalse de Castrejón, al este de la localidad de La Puebla de Montalbán. En la parte más inferior afloran los depósitos de la *Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio*; la parte central corresponde a los materiales de la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón*; en la parte más superior afloran los depósitos correspondientes a la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales*.

graníticos, los depósitos arcósicos de la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales* comienzan con capas potentes de areniscas de grano grueso, con estructura masiva, que incluyen abundantes bloques y cantos de procedencia granítica y metamórfica. Esta entrada de materiales terrígenos da lugar a un escarpe morfológico que se sigue a lo largo de buena parte de la región. En la margen izquierda del valle del Guadarrama, entre El Álamo y Griñón (Fig. 3), y a techo de la unidad, se observan niveles de paleosuelos calcimorfos, con nódulos de carbonato y rizocreciones, así como calizas palustres, de tonalidades blanquecinas, con geometría tabular discontinua y estructura interna nodular.

Lateralmente, hacia el este del área de estudio, en la comarca de La Sagra, todos estos depósitos pasan a facies arcillosas de tonos verdes y rojos que intercalan capas de carbonatos propios de margen lacustre.

En conjunto, todos estos depósitos se interpretan como propios de sistemas aluviales en los que, al igual que sucede con los materiales terrígenos de la unidad infrayacente, se observan rasgos indicativos de transporte en condiciones de flujo de cierta viscosidad (abundancia de matriz en las capas de arcosas, escasa

frecuencia de estructuras de corriente). La transición desde ambientes próximos al borde de cuenca hacia zonas más distales queda patente por un decrecimiento en el espesor y granulometría de los depósitos arcósicos de norte a sur y por el incremento de lutitas con rasgos pedogénicos y, localmente, capas de carbonatos lacustres con rasgos de exposición subaérea.

La edad de esta unidad abarca la parte superior del Aragoniense medio, tal como ponen de manifiesto las faunas de vertebrados encontradas en los yacimientos Móstoles 4, 5 y 6 (Fig. 4).

#### *Unidad de arcosas gruesas con cantos de Batres*

Es la unidad más ampliamente representada dentro de la zona estudiada, extendiéndose desde la zona de Móstoles y Navalcarnero (Fig. 3) hasta los alrededores de Santa Cruz de Retamar y Fuensalida y conformando los altos de la divisoria de las cuencas de los ríos Alberche y Guadarrama sobre los que discurre en buena parte el trazado de la autovía A-5 (Fig. 5). No obstante, sus mejores afloramientos aparecen en la margen izquierda del río Guadarrama, cerca de la localidad de Batres (Fig. 7).



**Figura 7.-** Afloramiento en la margen izquierda del valle del río Guadarrama, próximo a la localidad de Batres. La mitad inferior (con tonos más oscuros) corresponde a la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales*; el contacto con la *Unidad de arcosas gruesas con cantos de Batres* queda bien marcado por los tonos blancos de los depósitos arcósicos correspondientes a esta unidad.

Litológicamente, consiste en un conjunto homogéneo de arenas arcósicas de tamaño medio a grueso, localmente con cantos de rocas ígneas y metamórficas, organizadas en bancos de 4-5 m de espesor. Por lo general, en corte fresco, puede observarse cómo estos bancos arcósicos de tonalidad clara alternan con niveles de lutitas ocres con rasgos pedogénicos, tales como coloraciones debidas a procesos de pseudo-gley y localmente bioturbación por raíces. Los cuerpos arenosos se organizan en secuencias granodecrecientes, usualmente con bases erosivas, y presentan estratificación cruzada de media y gran escala. Hacia el oeste, esto es, hacia el valle del río Alberche, se reconoce un neto aumento en la granulometría de la areniscas arcósicas, que en ese área contienen abundantes cantos y bloques de rocas graníticas, al tiempo que adquieren un aspecto masivo. Estos materiales son también claramente visibles en las proximidades de Casarrubios del Monte, Valmojado y Santa Cruz de Retamar (Fig. 3), encontrándose los mejores puntos de observación en los taludes de las carreteras que circunvalan dichas localidades.

Hacia el sureste, todo el conjunto arcósico y lutítico pasa a facies de areniscas verdosas de grano más fino, que alternan con lutitas y margas también de tonos verdes (Fig. 5). Este hecho es claramente reconocible en la comarca de La Sagra, concretamente en el Cerro del Águila, relieve destacado en el paisaje de la región.

La asociación de facies observada se interpreta como propia de un sistema de abanicos aluviales en que las facies más proximales son depósitos de flujo en

masa, con abundantes bloques y cantos, con aportes procedentes de los relieves graníticos del Sistema Central, que en sentido distal gradan a redes fluviales más permanentes, tal como atestigua el mejor desarrollo de estructuras propias de corrientes tractivas en los depósitos arcósicos (Alonso-Zarza *et al.*, 1993; Collinson, 1996). En áreas situadas al sureste de la zona de estudio aparecen instalados ambientes lacustres, a los que verterían sus aguas los sistemas aluviales antes indicados.

La edad de esta unidad es Aragoniense medio? - superior. Esta atribución cronológica viene dada por la correlación con los depósitos donde se encuentra el yacimiento de Villaluenga-Cerro del Águila (Figs. 3 y 4). Asimismo conviene indicar que los yacimientos de vertebrados hallados en la localidad de Somosaguas (López Martínez *et al.*, 2000), que se atribuyen al Aragoniense medio (zona E) (Fig. 8) serían correlacionables con esta unidad estratigráfica.

#### *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón*

Se trata de los materiales miocenos situados, estratigráfica y topográficamente, más altos en el área de estudio. Los depósitos arcósicos que caracterizan esta unidad definen la divisoria de aguas de los valles del río Guadarrama y del Arroyo Guatén, este último ya en una posición marginal muy al este de la zona de trabajo. Los afloramientos son muy escasos y reducidos en extensión, ya que sobre ellos ha tenido lugar una intensa acción antrópica en los últimos años, debido al desa-

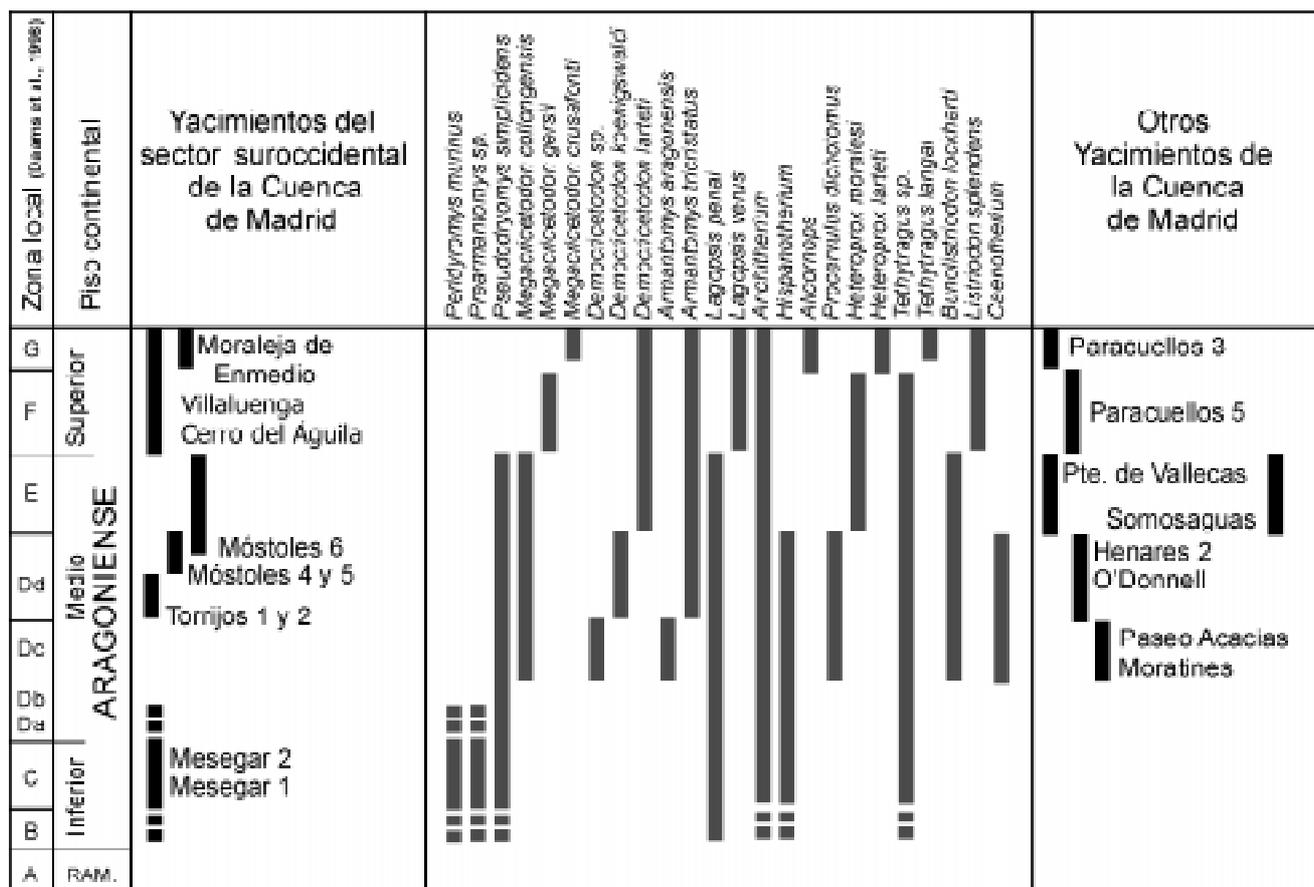


Figura 8.- Posición cronoestratigráfica de los yacimientos de vertebrados existentes en el sector occidental de la Cuenca de Madrid (las zonas locales de micromamíferos corresponden a las definidas en Daams et al., 1998).

rollo urbanístico y a la instalación de diversas infraestructuras. Morfológicamente, estas arcosas dan lugar a pequeños resaltes que delimitan la superficie de erosión denominada “Las Rozas-Griñón”.

La *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón* se diferencia de la infrayacente por un incremento en el tamaño de grano de los depósitos arcósicos. Litológicamente, corresponden a arcosas de grano grueso a muy grueso, con bolsadas de cantos de granito y cuarzo, que en fresco presentan tonalidades amarillentas u ocre, aunque en superficie presentan una coloración blanquecina.

Los materiales arcósicos se estructuran en cuerpos localmente amalgamados, separados por cicatrices erosivas, y presentan estratificación cruzada a media y gran escala. Estos rasgos permiten interpretarlos como debidos a sistemas distributarios fluviales de carácter permanente (Alonso-Zarza et al., 1993; Collinson, 1996). Las capas de arcosas incluyen localmente niveles de carbonato de espesor decimétrico, que se interpretan como debidos a encharcamientos efímeros dentro del sistema aluvial en que se depositaron las arcosas (Sanz et al., 1995). Lateralmente, hacia el sureste, las arcosas pasan a niveles de arenas de grano más fino, así como a niveles carbonatados con sílex, que son los que conforman la parte superior o los términos más altos del Cerro del Águila, cerca de Villaluenga de La Sagra.

La datación de esta unidad viene definida por las fauna de vertebrados hallada en los yacimientos de

Moraleja de Enmedio y del Cerro del Águila, ambos de edad Aragoniense superior (Fig. 4).

**Paleontología de los yacimientos de vertebrados**

Se presenta en este apartado una breve descripción de los yacimientos de vertebrados recientemente encontrados en las unidades miocenas distinguidas en el sector occidental de la Cuenca de Madrid. A la descripción se añade una discusión bioestratigráfica sobre la base de los taxones de mamíferos registrados. En la figura 8 se muestra un esquema con la posición cronoestratigráfica de los yacimientos. En la Tabla I se indican los mamíferos identificados hasta el momento en cada uno de ellos.

*Yacimientos Mesegar 1 y 2*

Durante el desarrollo de los trabajos cartográficos en la región se reconocieron en el extremo occidental de la hoja 1:50.000 de Torrijos dos nuevos yacimientos: Mesegar 1 y 2, de gran interés paleontológico. Mesegar 1 se encuentra al sur de la localidad de este nombre. La fauna recuperada (Tabla I) permite datar la base de la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón* como Aragoniense inferior. El yacimiento Mesegar 2, aún en estudio, destaca por contener una asociación de grandes mamíferos, que es notable por su riqueza y conservación. Se encuentra en el



**Figura 9A.-** Aspecto del afloramiento donde se localiza el yacimiento Mesegar 2.

talud de la carretera que une Erustes y Malpica, en el PK 12, aproximadamente (Fig. 9A).

Los taxones de mamíferos registrados en Mesegar 1 son compatibles con una edad Aragoniense inferior (zona C). La presencia de un bóvido indica que esta localidad al menos pertenece a la biozona C, aunque no existe registro de calidad para los grandes mamíferos durante la zona B, por lo que teóricamente no puede desecharse la aparición de los primeros representantes de la familia durante la biozona B. El límite superior viene marcado por la presencia de dos glíridos *Pseudodryomys simplicidens* de Bruijn, 1966, cuya talla corresponde con la de los yacimientos anteriores a la zona Dc, ya que al comienzo de la misma se produce un fuerte aumento en la talla de este taxón. Además, la presencia de *Peridyromys murinus* (Pomel, 1853), primer registro de este taxón en la Cuenca de Madrid, parece indicar que se trata de una localidad más antigua que otros yacimientos madrileños de la zona Dc y Dd, puesto que se trata de un glírido que, a pesar de que su última aparición se registra al principio de la Dd en otras cuencas españolas, su mayor abundancia durante el Aragoniense se restringe a las zonas B y C (Aragoniense inferior). En consecuencia, la edad atribuida al yacimiento es Zona C, aunque una edad ligeramente anterior (zona B) o posterior (Da/Db) podría ser posible.

En cuanto al yacimiento Mesegar 2, el último registro de *Praearmantomys* sp. se produce, en la Cuenca de Calatayud-Teruel, en la base de la biozona C, siendo un género frecuente en los niveles anteriores a esta edad. *Hispanotherium* aparece en el registro español en la Cuenca del Tajo durante la biozona C, aunque yacimientos contemporáneos de otras cuencas españolas no lo registran, siendo ya frecuente a partir del comienzo de la biozona D. *Anchitherium* sp y *Palaeomerycidae* indet. están representados por especies muy primitivas, en comparación a las existentes en los yacimientos del Aragoniense medio, comparables a las especies más antiguas representadas en la biozona B. En definitiva, estos datos indican una edad muy próxima a la de Mesegar 1, es decir biozona C, sin des-

echar una edad ligeramente más antigua o más moderna (B o base de la D).

### Torrijos

El yacimiento de Torrijos fue estudiado por Aguirre *et al.* (1982). En este trabajo ha sido denominado como Torrijos 1, para diferenciarlo de un nuevo punto fosilífero hallado durante la realización de las hojas geológicas. La fauna de Torrijos 1, compuesta por grandes vertebrados (Tabla I), no permitía, a pesar de su riqueza, una datación precisa dentro del Aragoniense medio. Simplemente correspondía al denominado grupo de faunas con *Hispanotherium*. Además, el yacimiento puede darse por destruido, puesto que en su lugar se ha instalado un complejo turístico que ha cambiado drásticamente la topografía del área en la que se ubicaba. Afortunadamente, la rectificación de la carretera de Torrijos a Fuensalida ha puesto al descubierto un pequeño corte en el talud en el que los huesos fósiles eran visibles (Fig. 9B). A este nuevo yacimiento se le ha denominado Torrijos 2 y aparece en depósitos arcósicos y arcillas arenosas localizadas a techo de la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón*. Estos sedimentos han suministrado una abundante fauna de micromamíferos (Tabla I).

La composición de la fauna de roedores permite datar el nivel de Torrijos 2 como perteneciente a la zona Dd (Fig. 8). El tamaño y morfología de los molares de cricétidos posibilitan precisar un poco más esta datación, indicando que se trata de una fauna de la parte inferior de la zona Dd. La correlación estratigráfica establecida entre los niveles de Torrijos 2 y Torrijos 1 permite la datación de este último nivel como perteneciente también a la parte inferior de la biozona Dd (Fig. 8).

### Móstoles

Los yacimientos de Móstoles se encuentran en los cortes expuestos por el arroyo del Soto, un afluente de la margen izquierda del río Guadarrama. Algunos afloramientos sólo poseen restos de mastodontes (Soria *et al.*, 2000), pero los niveles denominados Móstoles 4, 5 y 6 poseen abundante fauna de micromamíferos (Tabla I), permitiendo datar con precisión la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales* (Fig. 4) como final del Aragoniense medio, entre las biozonas D y E.

Los restos de mamíferos fósiles encontrados hasta el momento en Móstoles 4 no permiten asignar una edad precisa para esta localidad. Sin embargo, dada la disposición horizontal de los depósitos y la semejanza en cota topográfica con el yacimiento Móstoles 5, ambas muestras pueden considerarse de edad similar (Fig. 8).

La asignación de una edad para la fauna de Móstoles 5 se ha realizado mediante el estudio de los micromamíferos existentes en este yacimiento. La presencia del cricétido *Megacricetodon collongensis* (Mein, 1958) indica que esta fauna no puede ser más moderna que la zona MN 5, en la que se encuentra el último re-



**Figura 9B.-** Aspecto del afloramiento correspondiente al yacimiento Torrijos 2.

gistro de esta especie. La presencia de otros dos taxones de cricétidos permite precisar más esta datación ya que en la Cuenca de Madrid la combinación de *Democricetodon lacombai* (Fahlbusch, 1964) con otra especie del mismo género sólo se conoce en localidades pertenecientes a la zona Dd (Daams *et al.*, 1998; Peláez-Campomanes *et al.*, 2000).

La posición estratigráfica del yacimiento Móstoles 6 (aproximadamente unos 10 m por encima de Móstoles 5) permite acotar su cronología y asignarle una edad cuyo límite inferior sería la zona Dd (Fig. 8). La posición estratigráfica relativa de ambos yacimientos permite también inferir que la edad de ambas localidades no puede ser muy diferente. La presencia de la ardilla terrestre *Heteroxerus rubricati* Crusafont, Villalta & Truyols, 1955 parece indicar que Móstoles 6 podría correlacionarse con la zona F, ya que ese taxón es frecuente en las zonas Dc, F y G en la Cuenca de Madrid, mientras que en las zonas Dd y E es frecuente la presencia de *Heteroxerus grivensis* (Forsyth Major, 1909). Sin embargo, en otras cuencas españolas, como la de Daroca-Villafeliche, ambos taxones se registran en las mismas localidades durante la zona E. Además, es de destacar la ausencia del género *Megacricetodon* (utilizado como marcador para diferenciar las distintas zonas del Aragoniense medio y superior), que en el Aragoniense superior representa, en la mayoría de los yacimientos europeos, más del 50% de la fauna de roedores. La presencia de un lagomorfo de talla semejante a *Lagopsis penai* (Royo, 1928) y morfología intermedia entre *L. penai* (Royo, 1928) y *L. verus* (Hensel, 1856) parece corroborar la posible pertenencia de esta fauna al final del Aragoniense medio. Basándonos en las razones expuestas por el momento, y tal y como se indica en la figura 8, la edad de este yacimiento estaría comprendida entre la zona Dd y la zona E.

#### Villaluenga-Cerro del Aguila

El yacimiento de Villaluenga-Cerro del Aguila (VCA en la figura 8) fue considerado como de edad

Aragoniense superior en la síntesis publicada por Calvo *et al.* (1990). Se sitúa en una capa de areniscas verdes, por encima de unos niveles arcillosos de la misma coloración, pudiendo correlacionarse en parte con la *Unidad de arcosas gruesas con cantos de Batres* (Fig. 4). Las nuevas prospecciones llevadas a cabo durante la realización de la cartografía geológica de la hoja de Villaluenga (604) han permitido obtener una fauna de micromamíferos que, aunque escasa (Tabla I), es suficiente para obtener una datación bastante precisa. La presencia del cricétido *Megacricetodon gersii* (Aguilar, 1980), el cual se ha registrado en España únicamente en localidades pertenecientes a las zonas F y G1, y la del rinoceronte *Alicornops simorreense* (Lartet, 1851), que empieza a ser frecuente en la península en localidades pertenecientes a la G, permite inferir para esta localidad una edad comprendida entre las zonas F y G1 (Fig. 8). La distinción entre estas dos zonas (Daams *et al.*, 1999) se basa en la presencia de taxones de cricétidos como *Megacricetodon rafaelli* Freudentahl & Daams, 1988 en la zona F y *Megacricetodon minor* (Lartet, 1951) en la zona G1, ambos ausentes hasta la fecha en el registro fósil de la Cuenca de Madrid.

#### Moraleja de Enmedio

El yacimiento de Moraleja de Enmedio se sitúa en niveles arcósicos de grano grueso expuestos al norte de esa localidad, en el paraje conocido como El Lazareto. Estos sedimentos corresponden a la *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón*, siendo este yacimiento el único que posibilita, por el momento, la datación de la unidad (Fig. 4). En Moraleja de Enmedio existe una abundante fauna de grandes vertebrados (Tabla I), dominada por tortugas gigantes y el rinoceronte *Alicornops simorreense* (Lartet, 1851), especie típica del Aragoniense superior (Cerdeño y Sánchez, 2000; Soria *et al.*, 2000), edad a la que razonablemente debe atribuirse este yacimiento (Fig. 8).

La asociación de *Alicornops simorreense* (Larte, 1851) con *Listriodon splendens* (Meyer, 1846), *Euprox furcatus* (Hensel, 1859) y *Heteroprox larteti* (Filhol, 1891) es característica del Aragoniense superior, sin que se pueda precisar a qué biozona corresponde. En conjunto, la fauna es similar a las presentes en los yacimientos de Paracuellos 3, en la Cuenca de Madrid, y de Arroyo del Val o Manchones (área de Daroca-Villafeliche).

#### Correlación con las unidades mayores del Neógeno en la Cuenca de Madrid

Tal como se ha indicado al principio de este trabajo, el relleno sedimentario mioceno de la Cuenca de Madrid está dividido en tres unidades estratigráficas mayores (Inferior, Intermedia y Superior) (Fig. 2), cuya definición en cuanto a límites estratigráficos y características sedimentarias ha sido llevada a cabo, esencialmente, en partes centrales y orientales de la cuenca

	Mesegar 1	Mesegar 2	Mostoles 4	Mostoles 5	Mostoles 6	Torrijos 1	Torrijos 2	Villaluenga	Moraleja
<b>REPTILIA</b>									
<b>Chelonia</b>							I		
<i>Chelogaster bolivari</i> (Hernández Pacheco, 1929)	X	X	X					X	X
<i>Geochelone</i> indet.						sp			
<b>Crocodylia</b> indet.		I							
<b>Lacertia</b> indet.		I							
<b>MAMMALIA</b>									
<b>Proboscidea</b>									
<i>Gonphotherium angustidens</i> (Cuvier, 1817)				X		X	X		
<b>Perissodactyla</b>									
<i>Anchitherium</i> sp.		sp				sp			sp
<b>Rhinocerotidae</b>			I						
<i>Hispanotherium matritensis</i> (Prado, 1863)		X				X			
<i>Ailcomops simonsense</i> (Lartet, 1851)								X	X
<b>Artiodactyla</b>									
<i>Cainotherium</i> sp.				sp			sp		
<b>Suidae</b>						I			
<i>Listriodon splendens</i> Meyer, 1846									X
<b>Bovidae</b> indet.	I	I	I			I			
<b>Cervidae</b>	I								
<i>Euprox furcatus</i> (Hensel, 1859)									X
<i>Heteroprox larteti</i> (Filhol, 1891)									X
<b>Palaeomerycidae</b>	I	I	I						
<i>Triceromeryx</i> sp.						sp	sp		
<b>Carnivora</b>									
<i>Amphicyon</i> sp.			sp						
<i>Plihocyon conquense</i> Ginsburg & Morales, 1998						X			
<b>Hemicyoninae</b> indet.									I
<b>Felidae</b> indet.						I			
<b>Insectivora</b>				I				I	
<b>Erinaceidae</b> Bonaparte, 1838		I					I		
<i>Galerix</i> Pomel, 1808	sp								
<i>G. exilis</i> (Blainville, 1839)					X				
<b>Soricidae</b> Gray, 1821					I				
<b>Lagomorpha</b>									
<i>Lagopsis</i> Schlosser, 1884		sp		sp					
<i>L. penai</i> (Royo, 1928)					cf	X	X		
<i>L. verus</i> (Hensel, 1856)								X	
<b>Rodentia</b>									
<b>Sciuridae</b> Gray, 1821									
<i>Heteroxerus</i> Stehlin & Schaub, 1951						sp			
<i>H. rubricati</i> Crusafont, Villalta & Truyols, 1955					X			cf	
<i>H. grivensis</i> (Forsyth Major, 1909)							X		
<i>Allentoxerus blacki</i> (de Bruijn, 1967)				cf					
<b>Cricetidae</b> Rochebrune, 1883						I			
<i>Democricetodon</i> Fahlbusch, 1964				sp	sp				
<i>D. koenigswaldi</i> (Freudenthal, 1963)							X		
<i>D. larteti</i> (Schaub, 1925)								cf	
<i>D. jordensi</i> (Freudenthal & Daams, 1988)							X		
<i>D. lacombai</i> (Freudenthal & Daams, 1988)				cf					
<i>Megacricetodon collongensis</i> (Mein, 1958)				X					
<i>M. gersii</i> Aguilar, 1980								X	
<b>Gliridae</b> Thomas, 1897									
<i>Prearmantomys crusafonti</i> de Bruijn, 1966		X							
<i>Armantomys</i> de Bruijn, 1966				sp					
<i>A. trichistatus</i> López Martínez, 1977					cf		X	cf	
<i>Pseudodyromys simplicidens</i> de Bruijn, 1966	X			cf			X		
<i>Peridyromys murinus</i> (Pomel, 1853)	X								
<i>Microdyromys</i> de Bruijn, 1966					sp		sp	sp	

**Tabla I.-** Listado de los taxones de vertebrados determinados en los diferentes yacimientos recientemente encontrados en el área estudiada, dentro del sector occidental de la Cuenca de Madrid.

(Junco y Calvo, 1983; Calvo *et al.*, 1989; Alonso-Zarza y Calvo, 2002).

En el sector occidental de la Cuenca de Madrid estudiado, se han reconocido cinco unidades estratigráficas en las que predominan materiales terrígenos (areniscas arcóscicas y lutitas). Los límites inferior y superior de cada una de ellas aparecen definidos por cambios en la tendencia evolutiva en la vertical de la granulometría de las sucesiones terrígenas. En su mayor parte, las unidades presentan a techo facies de paleosuelos y de carbonatos lacustres, en algunos casos ampliamente extendidos en la región, lo que indica una estabilización muy marcada del régimen de sedimentación aluvial. Esta situación es observable en el techo de la *Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio*, y muy marcada en la parte superior de la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón*, y en la de la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales* (Fig. 4).

La integración de las observaciones litoestratigráficas con la información bioestratigráfica aportada por los nuevos yacimientos de vertebrados hallados en la región (Fig. 8) permite establecer de una forma más detallada el esquema estratigráfico de las sucesiones arcóscicas estudiadas. Asimismo, este esquema sirve de base para la correlación entre los materiales arcóscicos aflorantes en el sector occidental de la Cuenca de Madrid y los depósitos predominantemente lacustres que se extienden en su centro.

El principal elemento de correlación estratigráfica lo constituye el límite entre la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón* y la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales* (Fig. 4). A techo de la primera se sitúan los yacimientos Torrijos 1 y 2, ambos de edad Aragoniense medio (zona Dd). Estratigráficamente, el límite entre las dos unidades viene definido por un cambio neto entre los carbonatos lacustres someros y paleosuelos, tanto carbonatados como lutíticos fuertemente enrojecidos, que forman el techo de la unidad infrayacente, y los depósitos arcóscicos de granulometría muy gruesa de la base de la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales*. Este límite puede ser seguido lateralmente hacia el este y lo asimilamos con el contacto entre las unidades Inferior e Intermedia del Mioceno en las partes centrales de la cuenca (Fig. 4). Los resultados bioestratigráficos obtenidos son coherentes con esta correlación.

El límite entre la *Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio* y la *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón* se sitúa dentro de la Unidad Inferior del Mioceno y puede ser equivalente al definido dentro de ésta en partes más centrales de la cuenca (Alonso-Zarza y Calvo, 2002). Las tres unidades suprayacentes (*Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales*, *Unidad de arcosas gruesas con cantos de Batres* y *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón*) son equivalentes, en conjunto, a la Unidad Intermedia del Mioceno (Fig. 4). Dentro de ésta se han diferenciado a nivel regional dos subunidades, que son

especialmente bien reconocibles en el sector centro y nororiental de la cuenca (Calvo *et al.*, 1989; Alonso-Zarza *et al.*, 1990; Alonso-Zarza y Calvo, 2002). Aunque no hay una resolución bioestratigráfica suficiente, se deduce, por su posición estratigráfica y límites, que la *Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales* es correlacionable con la inferior de las dos subunidades reconocidas en la Unidad Intermedia de la Cuenca de Madrid, lo que además estaría sustentado por el límite litoestratigráfico tan bien definido entre aquélla y la suprayacente (*Unidad de arcosas gruesas con cantos de Batres*). Queda, por el momento, abierta la cuestión de la correlación de la última de las unidades diferenciadas (*Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón*) con los depósitos situados hacia el este de la región estudiada.

## Conclusiones

Se han definido cinco unidades estratigráficas dentro del conjunto de materiales arcóscicos y lutíticos aflorantes en una amplia zona del sector occidental de la Cuenca de Madrid. Estas unidades son de edad Mioceño, aunque la más baja (*Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio*) no ha podido ser datada directamente y podría, en su parte inferior, ser incluso de edad Oligoceno superior. Su correlación estratigráfica con las unidades Inferior e Intermedia del Mioceno, definidas con carácter general para la Cuenca de Madrid, se apoya tanto en la evolución litoestratigráfica en la vertical de las sucesiones terrígenas como en la información bioestratigráfica aportada por varios yacimientos de vertebrados hallados recientemente en el área de estudio. La integración de ambos conjuntos de datos indica que las dos unidades basales reconocidas (*Unidad de arcosas y lutitas de El Carpio* y *Unidad de arcosas con cantos y conglomerados del Embalse de Castrejón*) corresponden a la Unidad Inferior del Mioceno, mientras que las tres restantes (*Unidad de arcosas y lutitas de Los Vergales*, *Unidad de arcosas gruesas con cantos de Batres* y *Unidad de arcosas blancas de Carranque-Griñón*) son correlacionables, en conjunto, con la Unidad Intermedia del Mioceno.

## Agradecimientos

Este trabajo es parte de las investigaciones realizadas durante el desarrollo de la cartografía geológica a escala 1:50.000 (2ª Serie, Plan MAGNA) del sector SO de la Cuenca del Tajo. Los autores expresan su agradecimiento al Instituto Geológico y Minero de España por las facilidades dadas para la presentación del manuscrito. Agradecemos al Dr. Manuel Montes, del Área de Cartografía Geológica del IGME, sus indicaciones que han permitido precisar algunos aspectos estratigráficos. Asimismo, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a los Drs. Trinidad Torres Pérez-Hidalgo y Ana María Alonso Zarza por sus comentarios y sugerencias a la versión preliminar del manuscrito, así como al Editor Principal de la SGE, Dr. José Manuel González Casado, por sus correcciones de carácter editorial. Quere-

mos expresar nuestro más entrañable recuerdo al Dr. José Luis Hernández Enrile, recientemente fallecido, quien llevó a cabo trabajos pioneros en el reconocimiento geológico de la región. El trabajo ha sido en parte financiado con cargo al Proyecto BTE 2002-00410 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

## Referencias

- Aguirre, E., Alberdi, M.T., Jiménez, E., Martín-Escorza, C., Morales, J., Sesé, C. y Soria, D. (1982): Torrijos: nueva fauna con Hispanotherium de la cuenca media del Tajo. *Acta Geológica Hispánica*, 17: 39-61.
- Alonso-Zarza, A.M. y Calvo, J.P. (2002): Tajo Basin. En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.). The Geological Society, London, 315-320.
- Alonso-Zarza, A.M., Calvo, J.P. y García del Cura, M.A. (1990): Litoestratigrafía y evolución paleogeográfica del Mioceno del borde NE de la Cuenca de Madrid (prov. de Guadalajara). *Estudios Geológicos*, 46: 415-432.
- Alonso-Zarza, A.M., Calvo, J.P. y García del Cura, M.A. (1993): Palaeogeomorphological controls on the distribution and sedimentary styles of alluvial systems, Neogene of the NE Madrid Basin (central Spain). En: *Alluvial Sedimentation* (M. Marzo y C. Puigdefábregas, Eds.), *Special Publications International Association Sedimentologists*, 17: 277-292.
- Benayas, A., Pérez Mateos, J. y Riba, O. (1960): Asociaciones de minerales detríticos en los sedimentos de la Cuenca del Tajo. *Anales Edafología y Agrobiología*, 19: 635-670.
- Calvo, J.P., Hoyos, M., Morales, J. y Ordóñez, S. (1990): Neogene stratigraphy, sedimentology and raw materials of the Madrid Basin. *Paleontología I Evolució, Memoria Especial 2*: 61-95.
- Calvo, J.P., Ordóñez, S., García del Cura, M.A., Hoyos, M., Alonso-Zarza, A.M., Sanz, M.E. y Rodríguez Aranda, J.P. (1989): Sedimentología de los complejos lacustres miocenos de la Cuenca de Madrid. *Acta Geológica Hispánica*, 24: 281-298.
- Cañaveras, J.C., Calvo, J.P., Hoyos, M. y Ordóñez, S. (1996): Paleomorphologic features of an intra-Vallesian paleokarst, Tertiary Madrid Basin. En: *Tertiary basins of Spain. The stratigraphic record of crustal kinematics* (P.F. Friend y C.J. Dabrio, Eds.). Cambridge University Press, 278-284.
- Cerdeño, E. y Sánchez, I. (2000): Intraspecific variation and evolutionary trends of *Alicornops simorrense* (Rhinocerotidae) in Spain. *Zoologica Scripta*, 29: 275-305.
- Collinson, J.D. (1996): Alluvial sediments. En: *Sedimentary Environments. Processes, Facies and Stratigraphy* (H.G. Reading, Ed.), Blackwell Science, Oxford, 37-82.
- Daams, R., Alcalá, L., Alvarez, M.A., Azanza, B., Dam, J., van der Meulen, A.J., Morales, J., Nieto, M., Peláez, P. y Soria, D. (1998): A stratigraphical framework for Miocene (MN4-MN13) continental sediments of Central Spain. *Comptes Rendus Academie Sciences Paris*, 327: 625-631.
- Daams, R., Peláez-Campomanes, P., Álvarez-Sierra, M. y van der Meulen, A. (1999): Aragonian Stratigraphy Reconsidered, and a re-evaluation of the middle Miocene mammal biochronology in Europe. *Earth Planetary Science Letters*, 165: 287-294.
- Díaz de Neira, A. y López Olmedo, F. (en prensa): *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 604 (Villaluenga)*. IGME, Madrid.
- Díaz de Neira, A. y López Olmedo, F. (en prensa): *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 628 (Torrijos)*. IGME, Madrid.
- Hernández Fernández, M.E. (1974): Estudio magnético del basamento en el extremo occidental de la depresión tectónica del Tajo (Talavera de la Reina-Torrijos). *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural (Geología)*, 72: 99-108.
- Junco, F. (1983): Cuenca occidental del Tajo. En: *Geología de España. Libro Homenaje a J.M. Ríos, T. II*. IGME, Madrid, 553-558.
- Junco, F. y Calvo, J.P. (1983): Cuenca de Madrid. En: *Geología de España. Libro Homenaje a J.M. Ríos, T. II*. IGME, Madrid, 534-542.
- López Martínez, N., Élez, J., Hernando, J.M., Luis, A., Mazo, A., Mínguez Gandú, D., Morales, J., Polonio, I., Salesa, M.J. y Sánchez, I. (2000): Los fósiles de vertebrados de Somosaguas (Pozuelo, Madrid). *Coloquios de Paleontología*, 51: 71-85.
- López Olmedo, F. y Díaz de Neira, A. (en prensa): *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 580 (Méntrida)*. IGME, Madrid.
- López Olmedo, F. y Díaz de Neira, A. (en prensa): *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 581 (Móstoles)*. IGME, Madrid.
- López Olmedo, F. y Díaz de Neira, A. (en prensa): *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 603 (Fuensalida)*. IGME, Madrid.
- Martín Escorza, C. (1974): Sobre la existencia de materiales paleógenos en los depósitos terciarios de la Fosa del Tajo en los alrededores de Talavera de la Reina-Escalona (prov. Toledo). *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural (Geología)*, 72: 141-160.
- Martín Escorza, C. (1976): Actividad tectónica, durante el Mioceno, de las fracturas del basamento de la Fosa del Tajo. *Estudios Geológicos*, 32: 509-522.
- Martín Escorza, C. y Hernández Enrile, J.L. (1972): Contribución al conocimiento de la geología del Terciario de la fosa del Tajo. *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural (Geología)*, 70: 171-190.
- Martín Escorza, C., Carbó, A. y González Ubanell, A. (1973): Contribución al conocimiento geológico del Terciario aflorante al N. de Toledo. *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural (Geología)*, 71: 167-182.
- Ordóñez, S., Calvo, J.P., García del Cura, M.A., Alonso Zarza, A.M. y Hoyos, M. (1991): Sedimentology of sodium sulphate deposits and special clays from the Tertiary Madrid Basin (Spain). En: *Lacustrine Facies Analysis* (P. Anadón, L. Cabrera y K. Kelts, Eds.), *Special Publications International Association of Sedimentologists*, 13: 39-55.
- Peláez-Campomanes, P., Azanza, B., Calvo, J.P., Daams, R., Herráez, E., Morales, J., Nieto, M. y Soria, D. (2000): Bioestratigrafía de las faunas de mamíferos del Mioceno de Madrid: Datación de las Unidades Estratigráficas. En: *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid* (J. Morales, Coord.). Serie de la Consejería de Educación de la Comunidad Autónoma de Madrid: Arqueología, Paleontología y Etnografía, 6: 103-109.
- Racero Baena, A. (1988): Consideraciones acerca de la evolución geológica del margen NW de la Cuenca del Tajo durante el terciario a partir de los datos de subsuelo. *II Congreso Geológico de España, Simposios*, Granada: 213-221.
- Rodríguez-Aranda, J.P., Calvo, J.P. y Sanz-Montero, M.E. (2002): Lower Miocene gypsum palaeokarst in the Madrid Basin (central Spain): dissolution diagenesis, morphological relics and karst end-products. *Sedimentology*, 49: 1385-

1400.

Sanz, M.E. Alonso-Zarza, A.M. y Calvo, J.P. (1995): Carbonate pond deposits related to semi-arid alluvial systems: examples from the Tertiary Madrid Basin, Spain. *Sedimentology*, 42: 437-452.

Sesé, C. y Jiménez-Rodrigo, J.C. (2002): Primeros datos paleontológicos del sector occidental de la Cuenca de Madrid: nuevos yacimientos de microvertebrados del Oligoceno en Talavera de la Reina (prov. Toledo). *Estudios Geológicos*, 58: 27-43.

Soria, M.D., Amezua, L., Daams, R., Fraile, S., Herráez, E., Morales, J., Nieto, M., Peláez-Campomanes, P., Salesa, M.J. y Sánchez, I. (2000): Faunas del Mioceno. En: *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid* (J. Morales, Coord.). Serie de la Consejería de Educación de la Comunidad Autónoma de Madrid: Arqueología, Paleontología y Et-nografía, 6: 110-129.

Wright, V.P. (1989): Palaeosol recognition. En: *Palaeosols in Siliciclastic Sequences* (J.R.L. Allen y V.P. Wright, Eds.), PRIS Short Course Notes 001, Reading University, 1-25.

*Manuscrito recibido el 27 de noviembre de 2003*  
*Aceptado el manuscrito revisado el 5 de abril de 2004*