

# SEDIMENTACIÓN CONTINENTAL PALEÓGENA ENTRE ALMAZUL Y DEZA (CUENCA DE ALMAZÁN ORIENTAL, SORIA)<sup>1</sup>

R. GUIADO, I. ARMENTEROS y C. J. DABRIO\*

**RESUMEN.**— En los materiales paleógenos del borde oriental de la Cuenca de Almazán se diferencian ocho unidades litoestratigráficas que corresponden a depósitos de sistemas aluviales, fluviales y lacustres con intercalaciones de paleosuelos. A pesar de la complejidad de las relaciones laterales y verticales, el análisis sedimentológico detallado permite reconocer tres megasecuencias que se interpretan en relación con la evolución vertical de ambientes sedimentarios en respuesta a la variable actividad tectónica del borde de sierra al que se asocian.

*Palabras Clave.*— Litoestratigrafía, Sedimentología, Aluvial, Fluvial, Lacustre, Paleógeno, Cuenca de Almazán, España.

**ABSTRACT.**— Paleogene terrestrial sedimentation between Almazul and Deza (Eastern Almazan Basin, Soria).

Eight lithostratigraphic units corresponding to alluvial and lacustrine deposits with interbedded paleosoil layers have been distinguished in the paleogene deposits cropping out along the eastern margin of the Almazan Basin. In spite of the complex lateral and vertical relationships, detailed sedimentological analysis led to the recognition of three megasequences thought to be related to the vertical evolution of sedimentary environments in response to varying tectonic activity along the sierra front they are attached to.

*Key Words.*— Lithostratigraphy, Sedimentology, Alluvial, Fluvial, Lacustrine, Paleogene, Almazan Basin, Spain.

## INTRODUCCIÓN

La Depresión de Almazán constituye el extremo oriental de la Cuenca del Duero limitado por el sector central de la Cordillera Ibérica (Fig. 1). Allí, a lo

<sup>1</sup> Trabajo financiado por el Proyecto CICYT PR 84-1113 del que forman parte los autores.

\* Departamento de Geología (Estratigrafía), Universidad. 37008-Salamanca (España).

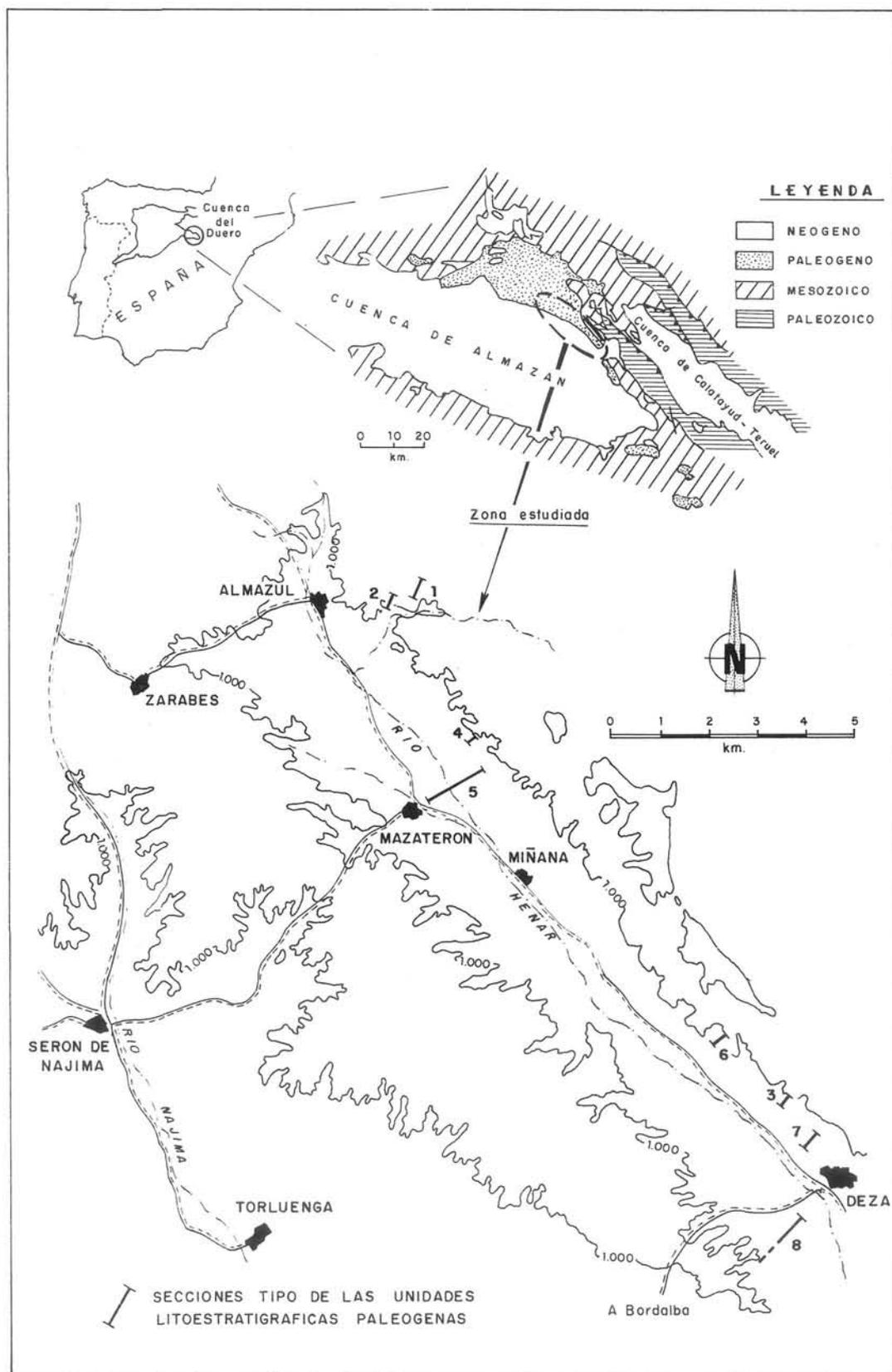


FIG. 1. Mapa de situación y secciones representativas de las Unidades (U) Detríticas (D) y Carbonáticas (C) descritas en el texto: (1) U. D. de Almazul, (2) U. C. de El Barranquillo, (3) U. D. de El Hocino, (4) U. C. de Mazaterón, (5) U. D. de Miñana, (6) U. C. inferior de Deza, (7) U. C. Superior de Deza, (8) U. D. de Mazaterón-Serón de Nágima.

FIG. 1. Location map and type sections of the Detrital (D) and Carbonate (C) Units (U) described in the text: (1) Amazul D. U., (2) El Barranquillo C. U., (3) El Hocino D. U., (4) Mazaterón C. U., (5) Miñana D. U., (6) Lower Deza C. U., (7) Upper Deza C. U., (8) Mazaterón-Serón de Nágima D. U.

largo del borde de la Sierra de Miñana, aflora una potente sucesión Paleógena constituida por materiales aluviales y lacustres con intercalaciones de paleosuelos que está plegada solidariamente con los materiales cretácicos y llega a situarse invertida. Hacia el interior de la Depresión de Almazán los buzamientos decrecen observándose una discordancia progresiva (GUISADO et al., 1987).

El contacto de los materiales paleógenos con los infrayacentes del ciclo finicretácico no es claro. En la parte norte de la región estudiada no se observa por las malas condiciones de afloramiento o por estar mecanizado (GUISADO, 1987). Hacia el sur, sin embargo, se trata de una discordancia suave (cuya posibilidad admitieron también FLOQUET y MELÉNDEZ, 1982) como ocurre en otros puntos de la Provincia de Soria.

Hay pocos datos fiables referentes a la edad precisa de estos materiales. Originalmente, SANZ GARCÍA (1953) supuso la existencia de Eoceno y Oligoceno pero después IGME (1971) y LUNAR y SÁNCHEZ CELA (1973), entre otros, los atribuyeron exclusivamente al Oligoceno. Nuevos datos estratigráficos y paleontológicos sugieren, sin embargo, que aparecen tanto el Eoceno como el Oligoceno (GUISADO, 1987).

El objeto de este trabajo es definir varias unidades litoestratigráficas estableciendo sus principales rasgos distintivos, interpretarlas desde el punto de vista sedimentario e integrarlas en un marco paleogeográfico evolutivo.

## UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS E INTERPRETACIÓN SEDIMENTARIA

GUISADO (1987) definió 10 unidades litoestratigráficas en los materiales continentales del borde oriental de la cuenca de Almazán a partir de un estudio detallado de las facies sedimentarias y de su distribución basado en el levantamiento y correlación de varias columnas estratigráficas, pero en este trabajo sólo se distinguen y describen 8 unidades paleógenas. Para la definición de facies aluviales se ha seguido la terminología de MIALL (1978) y para las facies carbonáticas lacustres, palustres y de caliches las propuestas por FREYTET (1973), FREYTET y PLAZIAT (1982) y ARMENTEROS (1986). La simbología y explicación concretas para cada una de ellas se expresa de un modo resumido en la TABLA 1.

TABLA 1

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Gms	Paraglomerados	Flujos de transportes en masa
Gm	Conglomerados con estratificación subhorizontal	Barras longitudinales
Gs	Conglomerados con estratificación cruzada en surco	Relleno de depresiones

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Gp	Conglomerados con estratificación cruzada plana	Barras
As	Areniscas con estratificación cruzada en surco	Relleno de depresiones y migración de <i>megaripples</i> de cresta sinuosa
Ap	Areniscas con estratificación cruzada plana	Migración de <i>megaripples</i> de cresta recta
Ab	Areniscas con estratificación cruzada de bajo ángulo	Relleno de depresiones suaves (flujos someros)
Ah	Areniscas con laminación horizontal	Lecho plano de bajo régimen de flujo
Ar	Areniscas con laminación cruzada	Migración de <i>ripples</i> de corriente
Am	Areniscas masivas	Diques, desbordamientos, bioturbación (?)
Ep	Areniscas con estratificación cruzada «epsilon»	Acreción lateral
Lt	Lutitas con laminación horizontal	Desbordamientos, disminución de flujo
Lm	Lutita masiva (roja o abigarrada)	Desbordamientos
C	Horizontes carbonáticos con estructura nodular, prismática, laminada, masiva, ...	Niveles de acumulación de carbonato secundario, en relación con un perfil de exposición
Bm1	Biomicrocristas	Lacustre abierto
Bm2		
Cm	Calizas micríticas	Lacustre restringido
M	Margas	Lacustre central
Mo	Margas oscuras	Fondo lacustre con estancamiento periódico
Gl	Calizas grumoso-intraclásticas	Lacustre sublitoral a litoral
Ct	Calizas travertínicas	Lacustre marginal
AY	Calizas con estructuras algales y vestigios de yeso	Charcas en la llanura de inundación
BN	Calizas brechificadas y nodulizadas	Zonas palustres en torno a lagos carbonáticos de márgenes fluctuantes

Una modificación importante respecto a los estudios anteriores referidos al tránsito Cretácico-Paleoceno en la región (FLOQUET y MELÉNDEZ, 1982) es que, de momento y a la vista de los trabajos en curso, se descarta el tránsito marino-continental que se ha propuesto en el límite ya que la sedimentación continental dio comienzo con una facies conglomerática aluvial que se dispone en clara discontinuidad sobre los depósitos carbonáticos marinos o de ambientes de transición. El contacto suele presentar rasgos de karstificación y, sobre todo, de edafización en forma de costras laminares.

## UNIDAD DETRITICA DE ALMAZUL (Fig. 2, n.º 1)

Aflora en la mitad norte de la zona y llega a situarse invertida en las cercanías del relieve cretácico.

Consiste en arenas, lutitas y, hacia la base, conglomerados, que integran una megasecuencia granodecreciente cuyo espesor visible es de 250 m. Hacia la base cambia lateralmente a la Unidad Carbonática del Barranquillo mientras que hacia el techo se enriquece en niveles de caliche pasando a la Unidad de Carbonatada de Mazaterón.

A partir del estudio de los materiales de tamaño de grano grueso pueden diferenciarse dos dominios: (1) al norte de Almazul consiste en rellenos de canal conglomeráticos de cantos procedentes de calizas mesozoicas y presenta un color general pardo-amarillento, y (2) en Almazul y hacia el sureste, a lo largo del borde de la Sierra de Miñana los rellenos de canal son fundamentalmente arenosos y el color pardo-rojizo. Las relaciones espesor/anchura varían desde 1/10 a 1/30.

En ambos casos las asociaciones de facies de relleno de canal son minoritarias con respecto a las de llanura de inundación que constan fundamentalmente de Lm localmente bioturbadas y (o) carbonatadas. La proporción relativa varía desde 1/3 al norte a 1/10 al sur.

*Dominio Septentrional*

Las secuencias de relleno de canal más características son [Gm → As → Am] y [Gms → Gs → As → Am]. Las secuencias de llanura de inundación son de tipo [Lm → M] y [Lm → M → AY/BN] y en sus intervalos margosos contienen Selvinales, algas acuáticas flotantes enraizadas en el fondo. Las facies BN (calizas brechificadas y nodulizadas), y AY (margas y margocalizas con filamentos algales y pseudomorfos de calcita a partir de yeso mesocristalino intersticial) aparecen como intercalaciones de espesor centimétrico y varios metros de continuidad lateral. Además se encuentran facies asimiladas a *crevasse-splay* y caracterizadas por secuencias [Am/Ar/Ab → Lm].

Se interpreta que corresponden al depósito de un sistema fluvial proximal de red trenzada procedente de un área madre mesozoica carbonatada.

*Dominio meridional*

Las secuencias de relleno de canal son de tipo [Gm → Am] [Gm → Ab → Am → Ar]. Con frecuencia las estructuras primarias han quedado borradas por el fuerte encostramiento y la bioturbación. Las asociaciones de llanura de inundación son similares a las del otro dominio aunque con menor proporción de secuencias asimilables a *crevasse-splay*. En virtud del predominio de facies

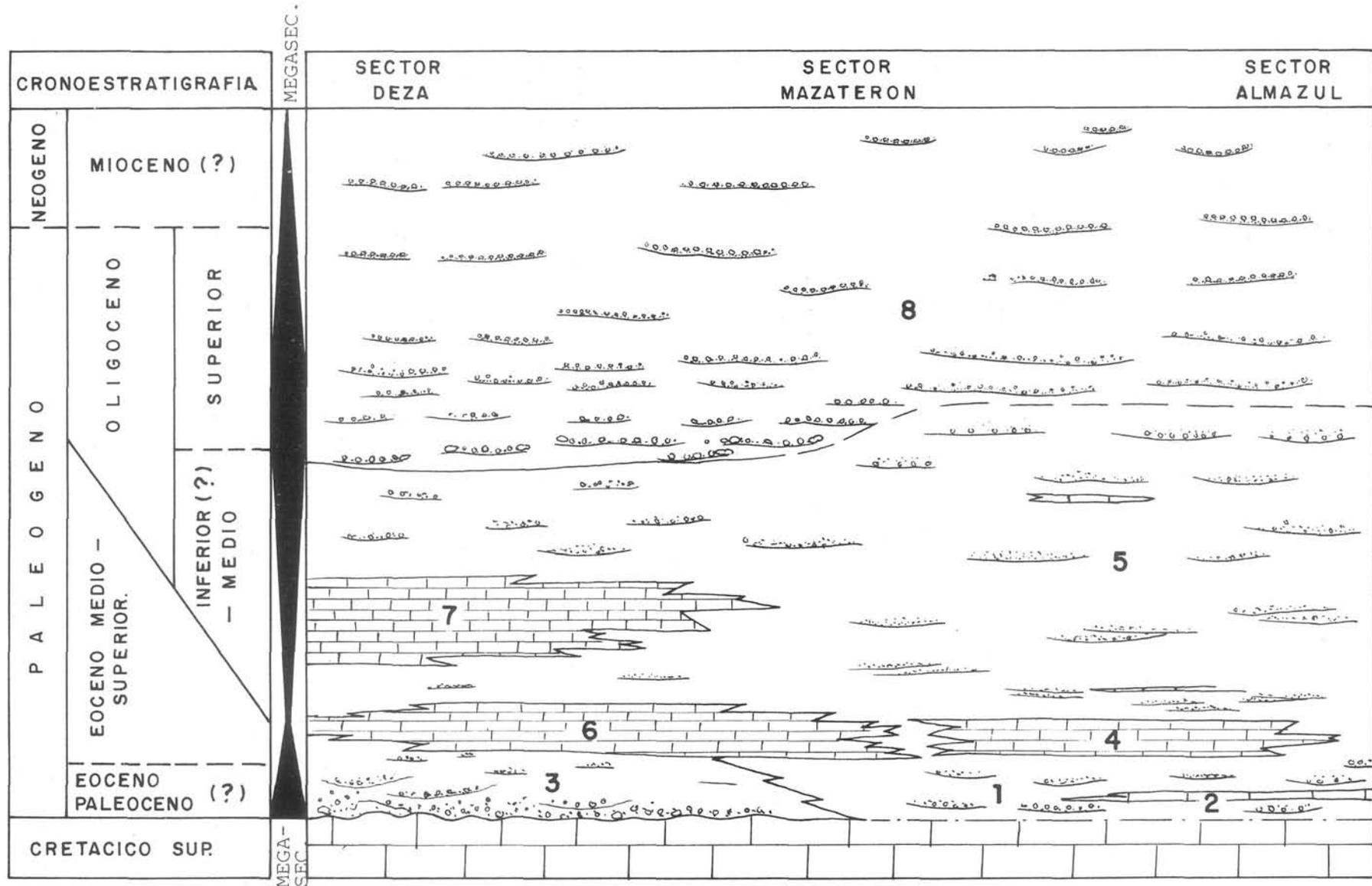


FIG. 2. Unidades litoestratigráficas del Paleógeno de la Cuenca de Almazán y megasecuencias diferenciadas, con los mismos números que en la figura 1.

FIG. 2. Lithostratigraphic framework of the Paleogene deposits in the Almazán Basin and corresponding megasequences. Same numbers as in figure 1.

de llanura de inundación y de una drástica disminución de la moda y del centil de los cantos, se interpreta como un depósito fluvial de red trenzada más distal que el anterior, y cuyas áreas fuente serían los materiales siliciclásticos triásicos y paleozoicos.

Los dos sistemas fluviales estaban relacionados entre sí, y sus paleocorrientes tienen sentidos hacia el sur y suroeste. Durante el transcurso del depósito el sistema meridional se extendió hacia el norte generando la megasecuencia granodecreciente, de modo que los cambios de facies se producen lateralmente y hacia el techo.

### UNIDAD CARBONÁTICA DEL BARRANQUILLO (ALMAZUL) (Fig. 2, n.º 2)

Aparece sólo en el norte y en malas condiciones de observación cerca de un cierre perianticlinal fallado. El mejor afloramiento se encuentra 1.500 m. al este de Almazul, algo al sur de la carretera a La Quiñonería.

Desde el punto de vista estratigráfico representa un cambio lateral de facies hacia el sur de la parte inferior de la Unidad Detrítica de Almazul. Dominan las facies de calizas con rasgos palustres (brechificación y nodulización) que contienen restos fósiles (ostrácodos, gasterópodos y algas filamentosas), y se interpretan como depósitos lagunares someros sometidos a frecuentes exposiciones subaéreas.

### UNIDAD DETRÍTICA DE EL HOCINO (DEZA) (Fig. 2, n.º 3)

Se encuentra en la mitad sur de la zona estudiada y se apoya en discordancia sobre la Formación Sierra de la Pica definida por FLOQUET et al. (1982) o sobre materiales cretácicos más antiguos donde ésta ha sido completamente erosionada. La discordancia podría relacionarse con la fase de plegamiento existente entre el Cretácico y el Eoceno en la Cordillera Ibérica y descrita por DÍAZ MOLINA (1974) y CAPOTE (1983). Asociada a ella, en la superficie de discontinuidad, aparece un nivel de 1 a 3 metros de espesor de caliche de color rosa integrado por facies de costras laminadas y de caliches con ooides y pisoides.

El tercio inferior de la Unidad está formado por conglomerados de cantos carbonáticos que pueden alcanzar los dos metros de diámetro, que suelen asociarse a depresiones agudas o paleovalles excavados en los depósitos marinos finicretácicos infrayacentes. De acuerdo con las asociaciones de facies presentes [Gms → Gms/Lm → C], se interpreta como depósitos en masa (asimilables a *debris flow* y *mud flow*) que se atribuyen a las partes proximales de abanicos aluviales.

El resto de la Unidad corresponde a depósitos lutítico-arenosos, interpretados como una sucesión fluvial, que definen secuencias granodecrecientes de 2 a 3 metros de espesor. Consiste en rellenos de canales, caracterizados por secuencias [Gm → Am → Lm], [Gm → Gs → Am] y [Gp → Am], cuya relación espesor/anchura es de 1/20. Los cantos son redondeados y los centiles pueden alcanzar localmente los 90 centímetros. Tanto la proporción de facies de relleno de canal como el centil decrecen hacia arriba.

El conjunto de la Unidad registra el depósito de abanicos aluviales cuyo centil disminuye rápidamente en el tiempo a la vez que aumenta la canalización y la proporción de los niveles lutíticos y de caliche propios de llanura de inundación. Es de destacar que se encuentran niveles de caliche nodular o laminar (en torno a los cantos) a lo largo de toda la sucesión.

#### UNIDAD CARBONÁTICA DE MAZATERÓN (Fig. 2, n.º 4)

Es una unidad de 90 a 100 metros de potencia que se extiende entre Almazul y Miñana (Fig. 1) con buzamientos entre 30 y 60°, aunque pueden llegar a invertirse hacia el sector meridional (Fig. 3). Los mejores afloramientos se encuentran unos tres kilómetros al este de Mazaterón. Está constituida esencialmente por calizas, margas y lutitas. En parte se apoya en concordancia sobre la Unidad Detrítica de Almazul y en parte cambia lateralmente a ella y pasa gradualmente hacia arriba a los materiales fluviales de la Unidad Detrítica de Miñana. La transición a los materiales fluviales se caracteriza por un cambio en la coloración (de blanco a rojo), el dominio de las facies Lm y la aparición de niveles edafizados y paleosuelos.

Las secuencias suelen comenzar con facies Lm y van seguidas por facies carbonáticas que, con frecuencia, se ordenan formando secuencias de somerización. La secuencia ideal, no siempre completa, consiste en [M/MO → Bm/Cm → Gl]. En muchos puntos presenta rasgos de exposición (hidromorfismo, rhizolitos, estructuración prismática, nodulización y nódulos de yeso] y entonces la secuencia consiste en [Mn → Cn]. Se interpreta que el depósito tuvo lugar a partir de un proceso de inundación fluvial con aporte de lutitas (Lm) y formación de un lago temporal que se retraía poco a poco dando lugar a las facies palustres con rasgos de exposición.

Este sistema lacustre se dispone en posición distal o en zonas marginales de los sistemas fluviales que depositaron la Unidad Detrítica de Almazul. Se interpreta que la sedimentación lacustre supone la respuesta a un aislamiento progresivo del sistema respecto a los cursos fluviales durante una etapa de estabilidad tectónica.

Un rasgo a destacar en estos materiales es su contenido fosilífero. En un tramo margoso-lutítico rico en materia orgánica, asociado a un nivel intra-

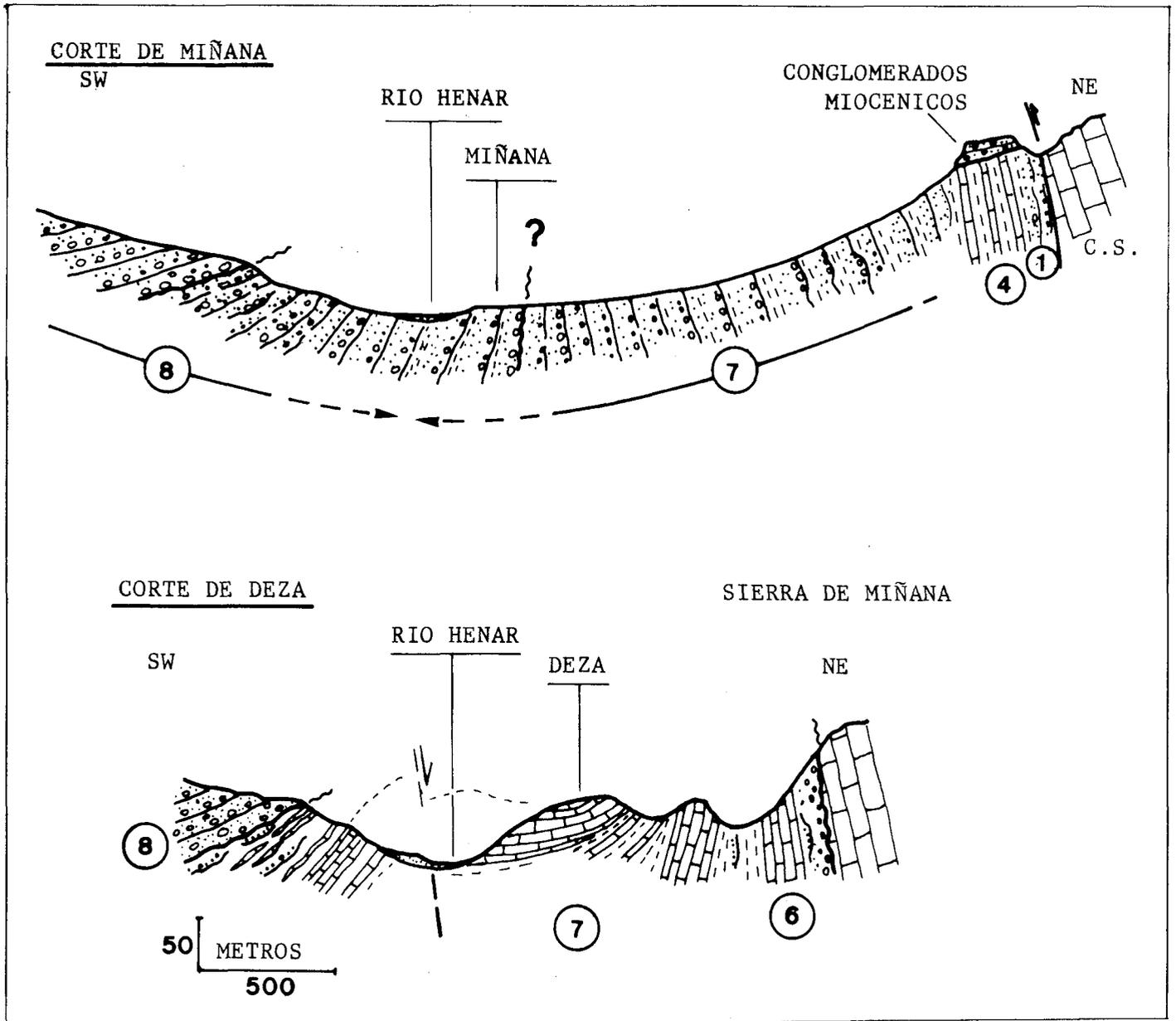


FIG. 3. Cortes geológicos que muestran las relaciones geométricas entre las unidades descritas en el texto. Los números tienen el mismo significado que en la Figura 1.

FIG. 3. Representative cross-sections illustrating the geometric relationships of the units described in the text. Same numbers as in figure 1.

clástico, aparecen restos de peces, quelonios, cocodrilos y mamíferos entre los que se reconocen:

### *Quelonios*

Testudinidae primitivos, determinados provisionalmente como *Hadrianus* sp? y restos escasos de Pelomedusidae (referidos a *Neochelys* sp) y de Trionychidae.

### *Cocodrilos*

Abundantísimos restos de *Diplocynodon* sp y de *Iberosuchus* sp.

### *Mamíferos*

Hay Carnívoros y restos de ocho especies pertenecientes a las familias Pa-leotheridae y Plagiolophidae que están actualmente en estudio.

La asociación paleoherpetológica apuntada indica un ambiente terrestre.

Tanto en este tramo como en otros de la Unidad se encuentran, además, gasterópodos dulceacuícolas: *Hydrobia* sp, *Lymnaea* sp, *Planorbis* sp y Vertiginidae indeterminados. Los palinomorfos del nivel donde se sitúa el yacimiento se caracterizan por una gran riqueza de polen y esporas pero con poca diversidad: las formas más características son Sphagnales, Schizeaceae, Lycopodiales, Palmae, Taxodiaceae (*Sequoia* y *Sciadopitys*), Tiphaceae Sparganiaceae y Zigenematitaceae, que sugieren un habitat en zonas pantanosas encharcadas de clima subtropical o muy cálico. *Sciadopitys* es un género muy bien representado en el Eoceno Medio y Superior.

## UNIDAD DETRÍTICA DE MIÑANA (Fig. 2, n.º 5)

Aflora con espesores variables al norte (mínimo visible 1.600 metros), donde reposa concordante sobre la Unidad Carbonática de Mazaterón, y al sur del área de estudio (algunos cientos de metros), donde pasa lateralmente a la Unidad Carbonática superior de Deza (Fig. 2). Los materiales que la sobreyacen se disponen en discordancia progresiva (Fig. 3) que se supone relacionada con la fase castellana de edad intra Oligoceno Superior descrita por PÉREZ GONZÁLEZ et al. (1971), DIAZ MOLINA y LÓPEZ MARTÍNEZ (1979) y CAPOTE (1983).

Esta unidad está constituida por materiales detríticos correspondientes a rellenos de canales y a llanura de inundación que son las que dominan, en una relación de hasta 10/1, sobre todo hacia el sur y hacia la base.

La facies de llanura de inundación más común es la Lm y, en el sector meridional, las de margas y lutitas verdes que pueden contener ostrácodos. Abundan los intervalos con secuencias [Am → Lm] y [Am → As/Lh → Lm]

interpretados como *crevasse splay*. Localmente existen, además, niveles delgados de calizas brechificadas y nodulizadas (BN) y calizas con pseudomorfos de calcita a partir de yeso que representan depósitos de charcas aisladas en las zonas deprimidas de la llanura de inundación.

Los cuerpos canalizados muestran una relación espesor/anchura que promedia 1/25 y suelen presentar bases bastante planas con márgenes de escasa pendiente. Las secuencias de relleno de canal más características son: [Ab → As → Am], [Ap → Gs → Am], [Gs → Am] y [Gm → Gs → As → Lm]. La tendencia general de las paleocorrientes es hacia el SO y SSO y, aunque predominan los cantos procedentes del conjunto mesozoico de la Cordillera Ibérica, existe localmente hasta un 50 % de cantos siliclásticos provenientes del basamento hercínico. Según la arquitectura de los depósitos, la presencia de canales imbricados, la organización interna de los canales con desarrollo de barras y registro de las modificaciones debidas a las caídas de flujo y las secuencias descritas, se interpretan como depósito de sistemas fluviales trenzados, aunque en algunos puntos del techo de la Unidad (cerca del límite con la Unidad Carbonática Superior de Deza) se haya reconocido estratificación cruzada de tipo *epsilon*. Los sistemas fluviales muestran mayor proximalidad hacia el techo pasando la carga transportada de arenas a gravas y arenas. En conjunto las sucesiones del sector meridional son más distales que las del sector septentrional.

Todos los sistemas fluviales que se describen en este trabajo (en ésta y las demás unidades detríticas) presentan facies de llanura de inundación muy bien desarrolladas y en proporción dominante sobre las de relleno de canal, lo cual es una diferencia esencial con los modelos de ríos trenzados actuales descritos en la bibliografía geológica. Una posible explicación puede relacionarse con el hecho de que durante el Terciario el depósito en el Centro de la Península se llevó a cabo bajo un clima tropical húmedo que en el Oligoceno y el Mioceno acusó una tendencia a la aridez y a la estacionalidad (JIMÉNEZ, 1974; DÍAZ MOLINA y LÓPEZ, 1979; MOLINA et al. 1985) que favorecería la hidrólisis de los silicatos y el desarrollo de potentes perfiles edáficos arcillosos. El desmantelamiento de estos perfiles pudo generar importantes acúmulos de lutita en las zonas subsidentes donde se depositaban las sucesiones fluviales que drenaban los macizos alterados. DÍAZ MOLINA (1979) ha descrito otros sistemas fluviales paleógenos con relaciones semejantes de facies de llanura de inundación/facies de relleno de canal, asimilándolos a abanicos fluviales húmedos en el sentido de SCHUMM (1977). Los modelos actuales de zonas tropicales húmedas se caracterizan por la abundancia relativa de facies de llanura de inundación que suele estar encharcada o formar lagos (SMITH, 1986).

#### UNIDAD CARBONÁTICA INFERIOR DE DEZA (Fig. 2, n.º 6)

Aflora subvertical a ligeramente invertida en el sector suroriental de la zona estudiada de modo que los mejores afloramientos se localizan 1 kilómetro al

noreste de Deza. El espesor llega a doscientos metros pero decrece suavemente hacia el sureste. Hacia el noroeste esta unidad pasa lateralmente, al menos en parte, a la Unidad Carbonática de Mazaterón y hacia arriba a la unidad Detrítica de Miñana (Fig. 2).

Se compone de materiales esencialmente carbonatados (calizas, margocalizas, caliches y lutitas carbonatadas con rasgos hidromórficos) que contienen gasterópodos, ostrácodos, caráceas y restos de algas filamentosas, y algunas intercalaciones de arenas.

Las facies más abundantes son : Bm, Cm, Gl, BN, C y Lm que se disponen en diversas ordenaciones entre las que cabe destacar la constituida por lutitas masivas rojas (Lm), lutitas carbonatadas verdes (que no siempre están presentes) y las facies carbonáticas (Bm, Cm, Gl) lacustres que constituyen el grueso de la Unidad. Es frecuente que a techo de las secuencias se superpongan las facies palustres (BN) que llegan a ser dominantes junto a las de caliche (C) y las de lutitas (Lm) en las márgenes de la Unidad que se sitúan en el área de Miñana al norte y en el área de Deza al sur.

De acuerdo con esto se postula un ambiente muy semejante al señalado para la Unidad Carbonática de Mazaterón y que, en esencia, respondería a la repetida implantación de un sistema lacustre carbonático somero con marcadas fluctuaciones de nivel, que favorecerían el desarrollo de fenómenos edáficos sobre las márgenes expuestas, en relación con las partes distales y marginales de los sistemas aluviales correspondientes a las Unidades Detríticas de Almazul al norte y del Hocino al Sur.

#### UNIDAD CARBONÁTICA SUPERIOR DE DEZA (Fig. 2, n.º 7)

Constituye un conjunto de margas, calizas y lutitas, con restos fósiles, que aflora en las inmediaciones de Deza con buzamientos desde subverticales a subhorizontales (Fig. 3) y una potencia máxima visible de unos 200 metros. Hacia el norte pasa a los materiales fluviales de la Unidad Detrítica de Miñana (Fig. 2).

Se diferencia del resto de las unidades carbonáticas por contener facies de calizas travertínicas (Ct) y facies laminadas (Mo) que parecen estar definidas por concentraciones de materia orgánica. Las facies (Mo) aparecen en las partes inferiores de la sucesión, donde no se observan los rasgos de exposición subaérea que abundan en el resto. En la parte basal las condiciones de afloramiento son más favorables y se reconocen diversos tipos de secuencias lacustres de somerización con facies más carbonáticas y (o) rasgos de exposición subaérea hacia el techo: [M/Mo → Bm1 → Bm2], [M → BN → Ct], [M → Gl], [M → Gl → Ct → CN] y [Mn → BN].

El contenido fósil es abundante y variado: gasterópodos dulceacuícolas (*Melanopsis* sp), ostrácodos (*Candona*, *Lineocypris*, *Metacypris*? *Leptocythere* sp y otros taxones aún no determinados) y vertebrados, con los mismos grupos de quelonios que en el yacimiento de Mazaterón, cocodrilos (*Diplocynodon* y otros aún indeterminados) y lacértidos de gran tamaño.

La presencia de facies laminadas puede llevar a pensar en lagos con hipolimnion como indica FREYTET (1984), quizá asimilables a los lagos tropicales, cuyas aguas suelen presentar estratificación permanente y desarrollan un hipolimnion anóxico a causa de la acumulación excesiva de materia orgánica. Sin embargo, el predominio de facies con rasgos indicadores de condiciones someras en los materiales de Deza nos lleva a descartar esa interpretación y a proponer la idea de fondos anóxicos, de connotación eutrófica, en las partes centrales del sistema lacustre y limitados a algunos momentos de su evolución durante los que se registra, además, una reducción de la diversidad de ostrácodos con respecto a otros niveles con menor contenido en materia orgánica y una drástica disminución de las formas de ostrácodos ligadas al fondo (*Candona* y *Lineocypris*). La aparición de niveles de caliche hidromórfico, que localmente contiene yeso intersticial mesocristalino, sugiere la presencia de períodos secos.

#### UNIDAD DETRÍTICA DE MAZATERÓN-SERÓN DE NÁGIMA (Fig. 2, n.º 8)

Aflora extensamente en la mitad occidental de la zona disponiéndose en discordancia progresiva sobre la Unidad Detrítica de Miñana (Figs. 2 y 3) y alcanzando un espesor mínimo visible de trescientos metros. Consiste en materiales detríticos de varios tamaños de grano en los que se han reconocido rasgos que permiten interpretarlos como de origen fluvial.

Los materiales dominantes son los interpretados como depósitos de llanura de inundación y consisten en facies Lm más o menos arenosas y, en menor proporción, Am. Incluyen secuencias de tipo [Am → Lm] y [Am → Am → Lm] que se interpretan como depósitos de *crevasse splay*. Las facies carbonáticas de origen lagunar son muy escasas y desaparecen pronto al ascender en la sucesión.

Los materiales de tamaño de grano grueso forman sobre todo cuerpos canalizados con una relación de espesor/anchura que oscila entre 1/40 en la base de la unidad hasta 1/18 hacia el techo. Las bases son erosivas y suelen mostrar acanaladuras (*scours*) bien marcadas. El relleno de los canales es fundamentalmente conglomerático con cantos dominantes de naturaleza carbonática aunque en el sector norte se han encontrado también rellenos siliciclásticos. El centil disminuye hacia el techo. El sentido de las paleocorrientes varía desde OSO a SSE.

Las secuencias más abundantes son del tipo  $[Gm \rightarrow Gs \rightarrow Am]$  y  $[Gm \rightarrow Gm \rightarrow Am]$  aunque hacia la base se encuentran también  $[Gm \rightarrow Gs \rightarrow Ab \rightarrow Am]$  y  $[Ab \rightarrow Gs \rightarrow As \rightarrow Am]$ . Cerca de Serón de Nágima, en el extremo occidental de la zona cartografiada, existen ejemplos de estratificación cruzada de tipo «epsilon» y depósitos de *levee*, adosados a rellenos de canal, en los que llega a apreciarse que, al alejarse de los canales, se produce un cambio lateral entre facies Am y Lm.

En la parte sur de la Unidad afloran otros depósitos conglomeráticos que presentan rasgos característicos de transporte en masa (*debris flow* y *mud flow*), con asociaciones de facies ( $Gms \rightarrow Gms/Lm$ ) y alguna intercalación de facies Gm. Es muy significativa la presencia de niveles centimétricos de costras laminadas.

El conjunto se interpreta como depósitos de sistemas aluviales con canales trenzados de gravas y de carácter cada vez más proximal hacia el sur, que es donde la deformación tectónica es más acusada y donde está bien marcada la discordancia atribuida a una edad intra-Oligoceno Superior. Hacia el techo los canales adquieren mayor sinuosidad.

## UNIDADES MIOCÉNICAS

Además de las unidades paleógenas descritas afloran retazos de otras, discordantes sobre ellas y en posición subhorizontal, que se atribuyen al Mioceno (GUISADO, 1987) por lo que sólo se describirán de una forma somera. La Unidad Conglomerática de las Muelas se localiza al pie de los relieves mesozoicos de la Sierra de Miñana y representa la sedimentación en zonas proximales de abanicos aluviales de carácter semiárido que, posiblemente, constituían las partes proximales de los depósitos de la Unidad Detrítica de Mazaterón-Serón de Nágima en una etapa de diastrofismo retardado, aunque no exista continuidad entre ellas (Fig. 3). La Unidad de Fangos Carbonatados y Calizas de El Campillo (Almazul) corresponde a una sedimentación lacustre carbonática con abundantes rasgos de exposición. En general los depósitos miocénicos tienen carácter expansivo en la región.

## EVOLUCIÓN PALEOGEOGRÁFICA Y CONCLUSIONES

El estudio de las unidades paleógenas permite deducir tres megasecuencias (Fig. 2) generadas por la evolución vertical de los ambientes sedimentarios y las variaciones de energía que conllevan, en respuesta a la actividad tectónica que provocó el levantamiento de las áreas madre y el diastrofismo en la cuenca sedimentaria. Sus rasgos básicos son:

*Megasecuencia inferior (Paleoceno?-Eoceno Medio/Superior)*

Constituye una megasecuencia granodecreciente (positiva) que comienza en la parte meridional con los depósitos de abanicos aluviales de la Unidad Detrítica de El Hocino, tras el ciclo regresivo fini-Cretácico. En el norte el límite es tectónico.

Durante esta etapa paleogeográfica se desarrollaron dos sistemas aluviales: uno al sur de carácter muy proximal (Unidad Detrítica de El Hocino) con paleocorrientes dirigidas hacia el SO/SSO y otro al norte algo más distal (Unidad Detrítica de Almazul) con paleocorrientes dirigidas hacia el SO/SSE (Fig. 4).

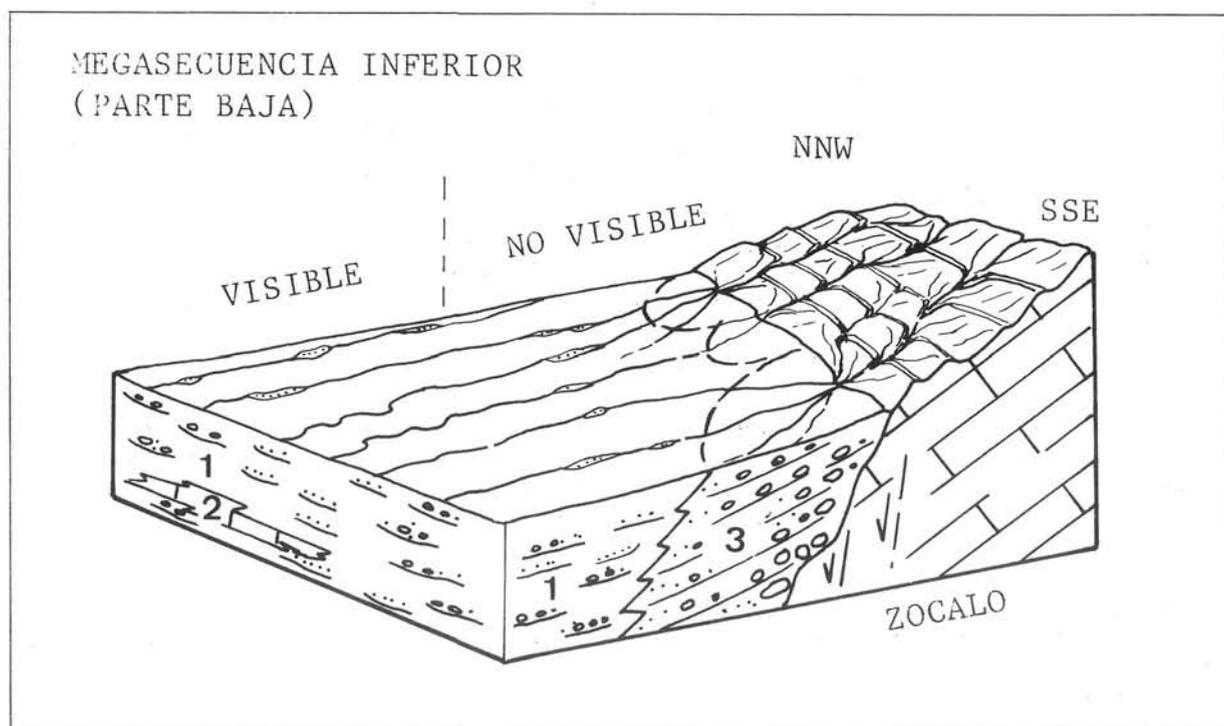


FIG. 4. Bloque diagrama esquemático que ilustra la distribución ideal de ambientes sedimentarios adyacentes al frente de Sierra de Miñana, probablemente fallado, al comienzo de la Megasecuencia Inferior. Los números tienen el mismo significado que en la figura 1. Se indican las zonas que no son visibles en la actualidad a causa del plegamiento y la tectónica.

FIG. 4. Diagrammatic block showing the ideal pattern of sedimentary environments adjacent to the supposedly-faulted Sierra de Miñana front at the beginning of the Lower Megasequence. Same numbers as in figure 1. Areas not exposed at the present because folding and fracturation are indicated as «no visible» in contrast with the exposed («visible») parts.

Al final de esta etapa sedimentaria se retrayeron ambos sistemas (Fig. 5), lo que permitió la instalación en la parte norte de un sistema lacustre con sedimentación carbonática somera (Unidad Carbonática de Mazaterón) que recibía aportes fluviales periódicos (de un sistema que hoy día no se observa por el plegamiento y la fracturación del borde de la Sierra de Miñana) y de otro similar al sur (Unidad Carbonática Inferior de Deza).

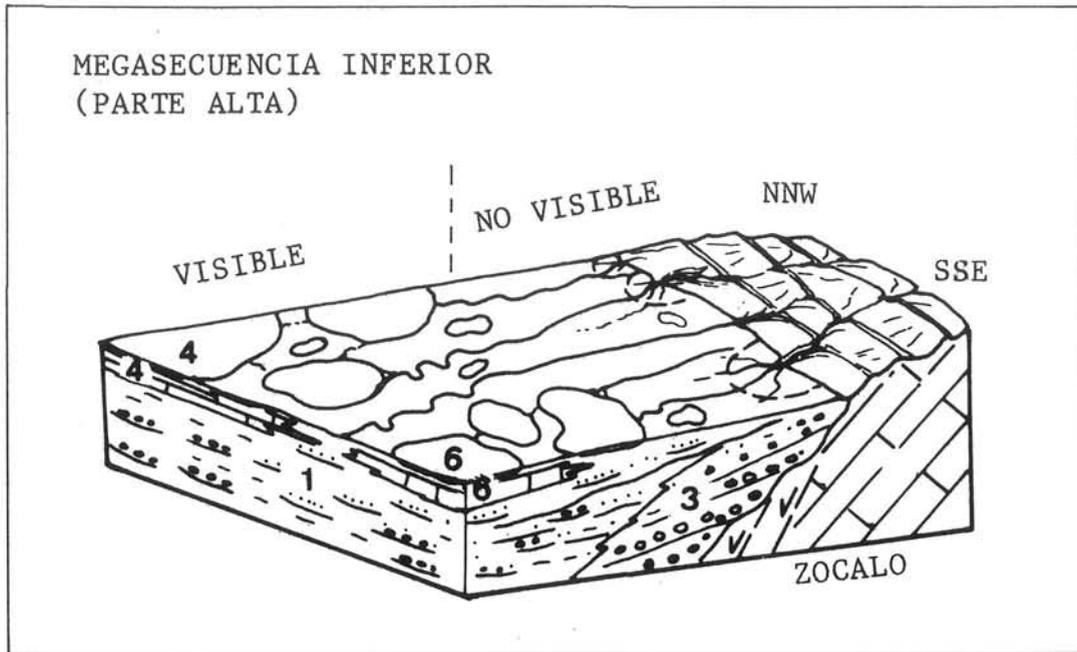


FIGURA 5. Bloque diagrama esquemático que ilustra la distribución ideal de ambientes sedimentarios adyacentes al frente de Sierra de Miñana durante la etapa de estabilidad tectónica de finales de la Megasecuencia (granodecreciente) Inferior. Los números tienen el mismo significado que en la Figura 1. Se indican las zonas que no son visibles en la actualidad a causa del plegamiento y la tectónica.

FIGURE 5. Diagrammatic block showing the ideal pattern of sedimentary environments adjacent to the sierra front (Sierra de Miñana Mountains) during the tectonically-active upper part of the fining-upwards Lower Megasequence. Same numbers as in figure 1. Areas not exposed at the present because folding and fracturation are indicated as «no visible» in contrast with the exposed («visible») parts.

#### *Megasecuencia media (Eoceno Medio/Superior-Oligoceno Superior)*

Es una megasecuencia de carácter granocreciente (negativo) que se inicia con la reactivación progresiva de norte a sur de los sistemas aluviales de canales trenzados y carga predominantemente arenosa, procedentes del noreste, que depositaron los materiales de la Unidad Detrítica de Miñana. Hacia el sur aumentaba la sinuosidad de los canales y pasaban lateralmente a los sistemas lacustres donde se depositó la Unidad Carbonática Superior de Deza (Fig. 6).

A lo largo de esta etapa se produjo un avance de los sistemas aluviales que se tradujo en la aparición de facies fluviales cada vez más proximales. Finalmente se produjo una reactivación tectónica que permitió a los ríos transportar una carga mixta de arena y gravas a la vez que aumentaba el centil y que, a

techo, propició la discordancia progresiva, cuya edad se supone intra-Oligoceno Superior, que separa esta megasecuencia de la suprayacente.

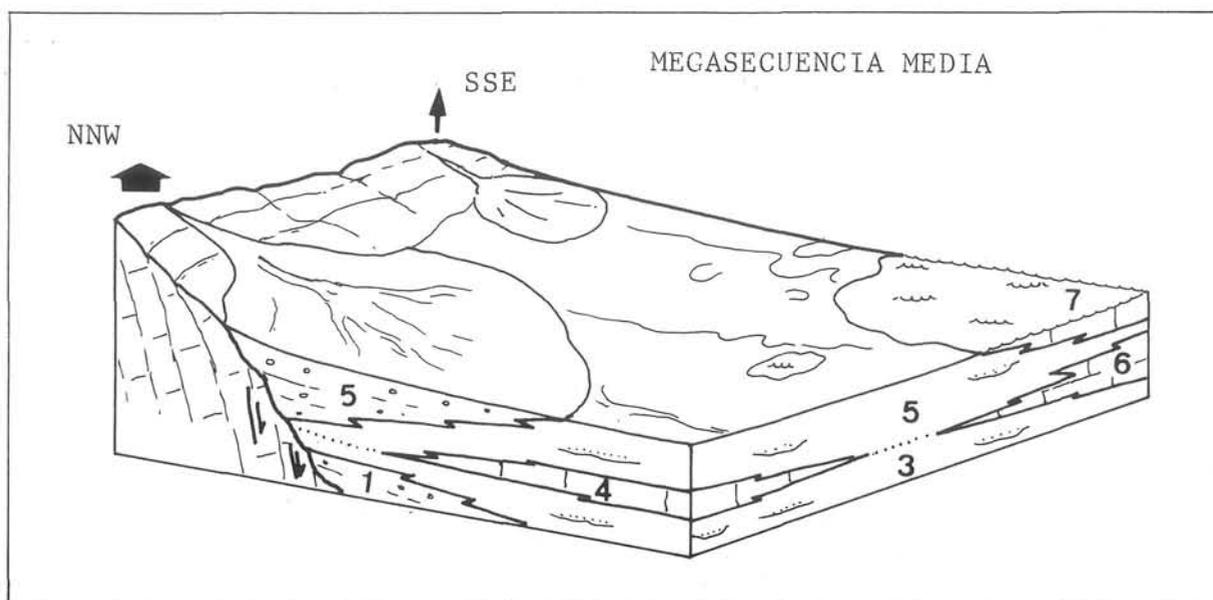


FIGURA 6. Bloque diagrama esquemático que ilustra la distribución ideal de ambientes sedimentarios adyacentes a la Sierra de Miñana durante la reactivación progresiva de norte a sur del frente de sierra (compárese el tamaño de las flechas que simbolizan el levantamiento) durante el depósito de la Megasecuencia (granodecreciente) Media. Los números tienen el mismo significado que en la Figura 1.

FIGURE 6. Diagrammatic block showing the ideal pattern of sedimentary environments adjacent to Sierra de Miñana Mountains when the reactivation of the sierra front, which progressed from north to south (compare the width of arrows), generated the coarsening-upwards Middle Megasequence. Same numbers as in figure 1.

#### *Megasecuencia superior (Oligoceno Superior-Mioceno?)*

Es de carácter granodecreciente y engloba los depósitos de la Unidad Detrítica de Mazaterón-Serón de Nágima. La discordancia basal limitante es más apreciable hacia el sur donde se registra la mayor deformación, existen facies de transporte en masa y se alcanzan tamaños de cantos muy considerables.

El depósito se realizó en un marco de sistemas aluviales con canales trenzados de gravas que muestran un carácter más distal y cierto aumento de la sinuosidad hacia el techo y hacia el centro de la cuenca (Fig. 7).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los especialistas en Paleontología del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca Dres. CIVIS (Ostrácodos), GONZÁLEZ (Gasterópodos), JIMÉNEZ, MARTÍN DE JESÚS Y MULAS (Vertebrados) y VALLE (Palinomorfos), la determinación de los restos fósiles y la colaboración en todas las fases de este trabajo. J. I. SANTISTEBAN prestó también una gran ayuda en varios aspectos.

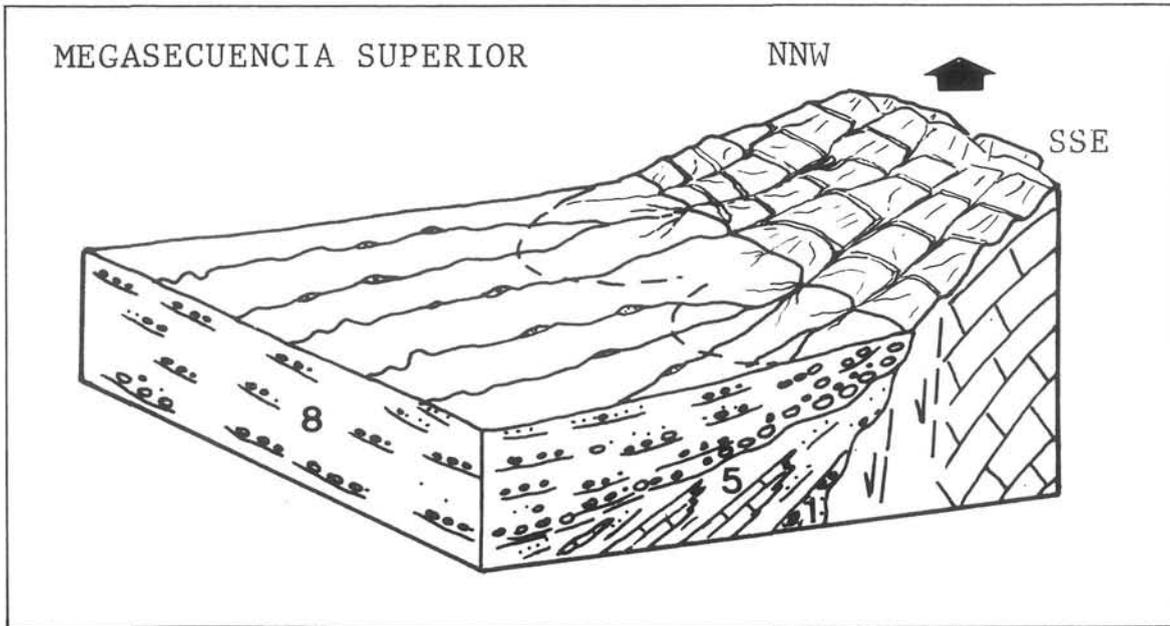


FIGURA 7. Bloque diagrama esquemático que ilustra la distribución ideal de ambientes sedimentarios adyacentes a la Sierra de Miñana y la sedimentación subsiguiente a la reactivación del frente de sierra que marcó el comienzo de la Megasecuencia granocreciente Superior. Los números tienen el mismo significado que en la Figura 1.

FIGURE 7. Diagrammatic block showing the ideal pattern of sedimentary environments adjacent to Sierra de Miñana Mountains and the sedimentation following the uplift of the sierra front which marked the beginning of the fining-upwards Lowe Megasequence. Same numbers as in figure 1.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARMENTEROS, I., (1986). Estratigrafía y Sedimentología del Neógeno del Sector Suroccidental de la Depresión del Duero (Aranda de Duero-Peñafiel). *Ediciones Diputación de Salamanca. Serie Castilla y León*. N.º 1: 471 p.
- CAPOTE, R. (1983). La Tectónica de la Cordillera Ibérica. *Libro Jubilar J. M. Ríos: Geología de España, IGME*, T. II: 108-120.
- DÍAZ MOLINA, M. (1974). Síntesis estratigráfica preliminar de la serie terciaria de los alrededores de Carrascosa del Campo (Cuenca). *Estudios geol.*, 30: 53-67.
- DÍAZ MOLINA, M. y LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1979). El Terciario continental de la Depresión Intermedia (Cuenca). *Bioestratigrafía y Paleogeografía. Estudios geol.*, 35: 149-167.
- FLOQUET, M. y MELÉNDEZ, A. (1982). Características sedimentarias y paleogeográficas de la regresión finicretácica en el sector central de la Cordillera Ibérica. *Cuad. Geol. Ibérica*, 8: 237-257.
- FLOQUET, M., ALONSO, A. y MELÉNDEZ, A. (1982). El Cretácico superior de Cameros-Castilla. *El Cretácico de España. Universidad Complutense. Madrid*: 387-456.
- FREYTET, P. (1973). Petrography and paleoenvironment of continental carbonate deposits with a particular reference to Upper Cretaceous and Lower Eocene of Languedoc, Southern France. *Sedimentary Geol.*, 10: 25-60.
- FREYTET, P. (1984). Les sédiments lacustres carbonatés et leurs transformations par émergences et pédogenèse. Importance de leur identification pour les reconstitutions paléogeographiques. *Bull. C.R.E.-P. Elf-Aquitaine*, 8/1: 223-247.

- FREYTET, P. y PLAZIAT, J. C. (1982). Continental Carbonate Sedimentation and Pedogenesis —Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France. *Contributions to Sedimentology*, 12. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller). Stuttgart. 213 p.
- GUISADO, R. (1987). Sedimentación continental paleógena en el extremo oriental de la Cuenca de Almazán (Soria: sector Almazul-Deza). *Tesis de Licenciatura de la Universidad de Salamanca* (inédita). 82 p.
- GUISADO, R.; SANTISTEBAN, J. I.; ARMENTEROS, I.; DABRIO, C. J. (1987). Paleogene alluvial and related to tectonically active sierra fronts in Eastern Duero Basin (Spain). *I.A.S. 8th Regional Meeting of Sedimentology. Tunis. Abstracts*. 252.
- IGME (1971). *Mapa Geológico de España E. 1:200.000. Hoja y Memoria n.º 31, Soria*. Síntesis de la cartografía existente.
- JIMÉNEZ, E. (1974). Iniciación a la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la península. *Bol. Geol. y Min.* 518-524.
- LUNAR, R. y SÁNCHEZ CELA, V. (1973). Estudio geológico petrológico del Cretácico de los alrededores de Alhama de Aragón. *Estudios geol.* 30: 523-541.
- MIALL, A. D. (1978). Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers deposits: a summary. *In: Fluvial Sedimentology (Edit. A. D. Miall). Mem. Canad. Soc. Petrol. Geol.* 5: 597-604.
- MOLINA, E.; BLANCO, J. A.; PELLITERO, E.; CANTANO, M. y JORDA, J. (1985). Esquema sobre la evolución del relieve del Macizo Hespérico en su sector castellano-extremeño. *Stvd. Geol. Salmanticensia* 20: 115-126.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A.; VILAS MINONDO, L.; BRELL, J. M. y BERTOLÍN PÉREZ, M. (1971). Las series continentales al E. de la Sierra de Altomira. *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica. Madrid-Lisboa*. 1: 367-376.
- SANZ GARCÍA, C. (1957). Observaciones acerca de la extensión de las facies lacustres del Cretácico superior y del Eoceno a lo largo de la Cordillera Ibérica. *Las Ciencias*. 22: 689-697.
- SCHUMM, S. A. (1977). *The fluvial System*. Johw Wiley & Sons, New York, London, 338 p.
- SMITH, D. G. (1986). Anastomosing river deposits, sedimentation rates and basin subsidence, Magdalena River, northwestern Colombia, South America. *Sedimentary Geol.* 46: 177-196.

(Recibido el 12-abril-1988;  
Aceptado el 10-Julio-1988)