

ESTRATIGRAFIA Y PALEOGEOGRAFIA DEL CRETACICO TERMINAL-PALEOGENO DEL BORDE SUROESTE DE LA CUENCA DE VILLARCAYO (BURGOS)

M. J. Montes Santiago¹, G. Alonso Gavilán¹ y C. J. Dabrio²

RESUMEN.- El estudio estratigráfico ha permitido diferenciar dos grandes unidades. La UNIDAD INFERIOR, comprende cuatro subunidades constituidas por carbonatos (calizas y dolomías) ricos en fauna marina, arcillas lagoonares, arenas con estructuras de doble polaridad, etc. y depositadas en ambientes marinos de plataforma y de transición que se intercalan en la vertical como consecuencia de oscilaciones del nivel relativo del mar. La UNIDAD SUPERIOR está compuesta por dos subunidades continentales, una lacustre y otra fluvial cuya génesis se relaciona con movimientos tectónicos de los bordes de la cuenca que indujeron desplazamientos de los depocentros y con la estacionalidad del clima que hacía oscilar el nivel del agua en los lagos. Los principales controles sedimentarios reconocidos son: (1) las oscilaciones en el nivel relativo del mar (2) la ascensión del diapir del Rosío al norte de la cuenca, (3) el plegamiento y deformación de los materiales del sustrato al sur formándose el anticlinal de la Sierra de la Testa y (4) el levantamiento general del área que desencadenó la retirada del mar y el paso a continental.

PALABRAS CLAVE.- Sedimentología. Controles sedimentarios. Plataforma. Transición marino-continental. Lacustre. Fluvial. Paleogeno. Depresión del Duero. España.

ABSTRACT. Two informal lithostratigraphic units have been distinguished in the Late Cretaceous to Paleogene deposits of southwestern Villarcayo Basin (Burgos province, Northern Spain). The LOWER UNIT includes four subunits made up of carbonate (limestone and dolostone) rocks with marine fossils, lagoonal mudstones, sandstones with herringbone cross-stratification, etc. which were deposited in shallow marine to transition realms which alternate vertically in response to sea-level oscillations. The UPPER UNIT comprises two terrestrial (lacustrine and fluvial) subunits genetically related to tectonic movements along the margins of the basin, which produced shifting of depocenters, and a seasonal climate that induced notable changes of water level of lakes. The main controls of sedimentation recognized are: (1) oscillations of sea level; (2) the upwards movement of the Rosío diapir placed to the north, (3) folding of the substratum of the basin and generation of the Sierra de la Testa anticline and (4) the general uplifting of the region which eventually induced the retreat of marine environments and the passage to terrestrial realms.

KEY WORDS.- Sedimentology, controls of sedimentation, marine shelf, marine-terrestrial transitions, lacustrine, fluvial, Paleogene, Duero Basin, Northern Spain.

INTRODUCCION

La Cuenca de Villarcayo es una gran cuenca terciaria rellena con materiales paleógenos y neógenos que está situada al noroeste de la Cuenca del Duero, inmersa ya en el dominio Cantábrico (Fig. 1), formando un sinclinal en dirección NW-SE, en consonancia con el resto de las direcciones estructurales de la región (anticlinales, sinclinales, fallas, alineaciones diapíricas, etc. ...).

Trabajo financiado por el Proyecto CICYT PR-84-1113.

1 - Departamento de Geología (Estratigrafía), Facultad de Ciencias, Universidad, 37008-Salamanca

2 - Departamento de Estratigrafía, Facultad de Geología, Universidad Complutense 28040-Madrid

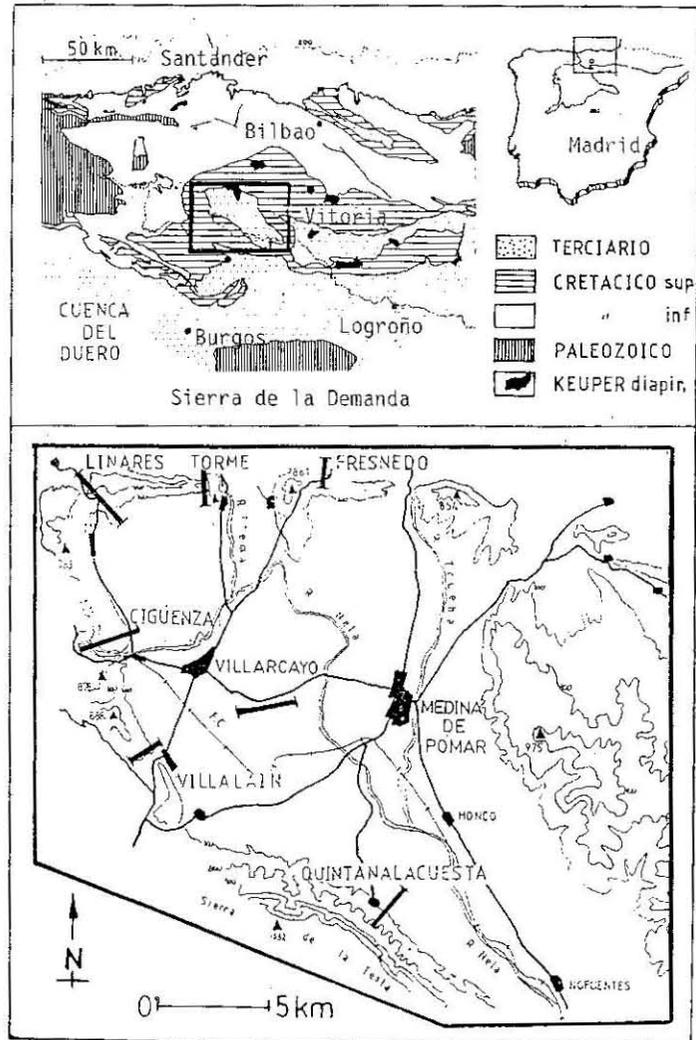


Figura 1.- Situación geológica de la región estudiada y detalle de los alrededores de Villarcayo para indicar la posición de las columnas levantadas.
Figure 1.- Location map of the studied zone and detail of the Villarcayo neighborhood to indicate the places of stratigraphic sections.

Los trabajos geológicos en los materiales terciarios de esta zona han sido más bien escasos y se han centrado sobre todo en el establecimiento de una cronoestratigrafía más o menos precisa dejando a un lado las consideraciones de tipo sedimentológico y

paleogeográfico. Entre estos trabajos caben destacarse los de SAENZ (1933), CIRY (1940), SANZ (1950), MANGIN (1959), PLAZIAT y MANGIN (1969), CARRERAS SUAREZ *et al.* (1979) y RAMIREZ DEL POZO y AGUILAR TOMAS (1979).

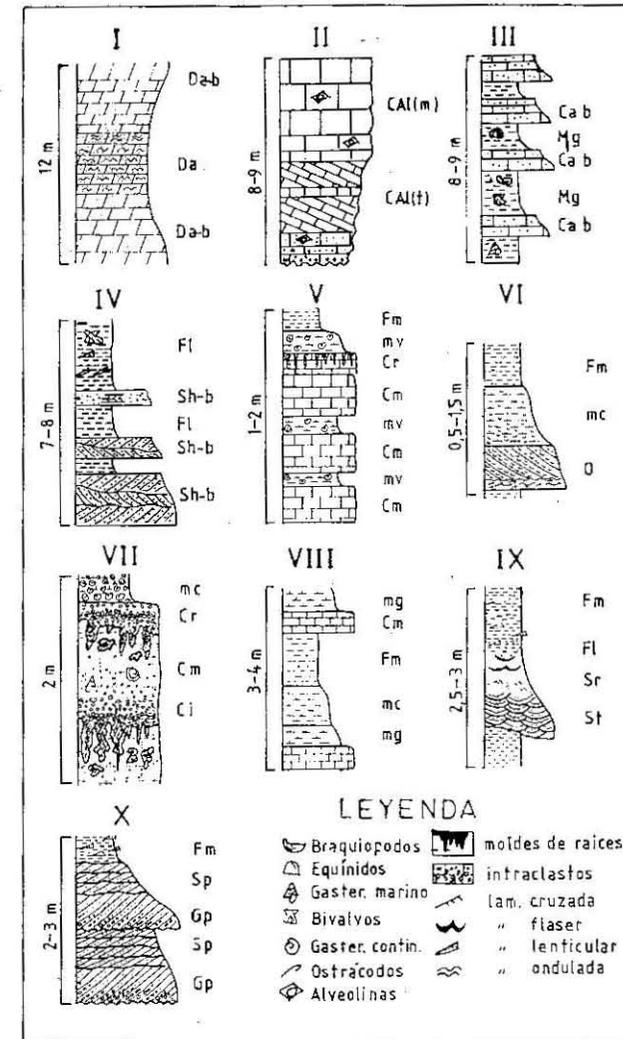


Figura 2.- Asociaciones características de facies.
Figure 2.- Main facies associations.

TABLA I

FACIES	INTERPRETACION	DESCRIPCION
<u>FACIES DETRITICAS.</u>		
Gp St Sp Sr Sh-b Fl	Gravas (G) o arenas (S) con estratificación cruzada en surco (t), planar (p), en <i>herring bone</i> (h-b), laminación cruzada (r) y masivas (m)	Migración de megaripples de cresta curva (t), o recta (p), ripples de corriente (r)
Fm	Lutitas con laminación <i>flaser</i> , leucular o de <i>herring bone</i> con fauna marina y bioturbación.	Decantación en llanura mareal lutítica.
Fm	Lutitas masivas rojas o verdes.	Decantación de material detrítico fino en llanuras de inundación o canales abandonados
<u>FACIES MARGOSAS.</u>		
mv	Margas verdes con Bivalvos marinos, Gasterópodos y Ostrácodos de aguas salobres.	Decantación en aguas lagoonares.
mc Mg	Margas crema con Ostrácodos lacustres Margas grises con Moluscos marinos	Decantación en aguas lacustres abictras. Decantación en aguas lagoonares, con fondo reductor.
mg	Margas grises con Ostrácodos lacustres	Decantación en aguas lacustres abiertas con fondo reductor.
Mn	Margas negras	Decantación en ambiente reductor rico en materia orgánica.
<u>FACIES CARBONATADAS.</u>		
Ca Ca-b Da Da-b CAL (t) CAL (m) Cm	Calizas (C) o dolomías (D) arenosas (a) o arenoso-bioclásticas (a-b) con estratificación cruzada y (u) ondulada.	Barras litorales con variación en el aporte de detríticos: mayor (a), menor (a-b).
Ci	Caliza de <i>Aiveolinas</i> con tablero oblicuo a la estratificación (t) o masivas (m).	Plataforma carbonatada somera.
Cr	Caliza micrítica con bioclastos lacustres	Depósito carbonatado subacuático en lagos poco profundos.
O	Caliza micrítica con intraclastos	Fisuración y retabajado de las calizas lacustres.
O	Calizas con moldes de raíces	Edafización de calizas micríticas (Cm) en zonas vadosas palustres.
O	Ostracoditas con laminación cruzada y ondulada	Acumulación de valvas de Ostrácodos por efectos hidrodinámicos (corrientes, oleaje, etc. .).

En esta región lo más característico es la concordancia de los materiales paleógenos con los del Cretácico Superior y el tránsito continuo entre ellos. Este hecho se traduce en una sedimentación marina de plataforma ininterrumpida durante todo el Paleoceno hasta que, ya en el Eoceno, se produjo progresivamente el paso a continental.

El objetivo del presente trabajo es el estudio de las relaciones laterales y verticales de los distintos submedios y su interpretación paleogeográfica en relación con los controles mayores que actuaron durante la sedimentación de las unidades diferenciadas. Dicho trabajo se fundamenta en los realizados por MONTES SANTIAGO *et al.*, (1987) y MONTES SANTIAGO (1988), dentro del mismo ámbito y en el que ya se abordan estudios de sedimentología y paleogeografía.

DESCRIPCION E INTERPRETACION DE LAS FACIES

Hemos definido un conjunto de facies teniendo en cuenta diversas características tales como: geometría, litología, estructuras, restos fósiles, evolución lateral y vertical, etc.. (Tabla I).

Para denominar las diferentes facies hemos utilizado las clasificaciones más comunes tales como la de MIALI (1977, 1978), RUST (1978), CANT-WALKER (1976) y ALONSO GAVILAN (1981) para detríticos, y FREYTET y PLAZIAT (1982) para los carbonaros, modificándolas en parte en beneficio de los objetivos del trabajo.

TABLA II

TIPO	ASOCIACION	INTERPRETACION
<u>ASOCIACIONES MARINAS DE PLATAFORMA</u>		
I	Da-b->Da Ca-b->Ca	Barras litorales con fluctuaciones en la llegada de material detrítico
II	CAL (t)->CAL (m)	Depósitos transgresivos de calizas de plataforma somera CAL (m) sobre barras bioclásticas litorales CAL (t).
III	Mg->Ca-b	Secuencia estratocreciente para las facies Ca-b. Progresiva invasión de lagoones por barras arenoso-bioclásticas.
<u>ASOCIACIONES MARINAS DE TRANSICION</u>		
IV	Sh-b->Fl	Secuencia estratocreciente para las facies Fl. Llanura mareal lutítico-arenosa progradante hacia la plataforma.
V	Cm->mv->Fm	Depósitos lagoonares someros con invasiones esporádicas marinas
<u>ASOCIACIONES CONTINENTALES.</u>		
VI	O->mc->Fm	Depósitos lacustres someros de aguas tranquilas sobre un fondo de ostracoditas en un contexto de oscilación en la lámina de agua.
VII	Ci->Cm->Cr	Lacustre somero con lámina de agua en regresión y progradación de ambientes palustres carbonatados que se edafizan.
VIII	Cm->mg->mc->Fm	Depósitos de sublitorales a lacustres abiertos de aguas tranquilas con fondo reductor sin emersión en régimen oscilante de la lámina de agua
IX	St->Sr->Fl->Fm	Relleno de canales poco profundos con variaciones en la velocidad de la corriente y abundante carga de material fino en suspensión.
X	Gp->Sp->Fm	Relleno rápido de canal activo con alta energía y carga de gravas.

Las facies sedimentarias descritas aparecen asociadas lo cual permite agruparlas en diez tipos definen tres contextos sedimentarios diferentes (Tabla II y Fig. 2).

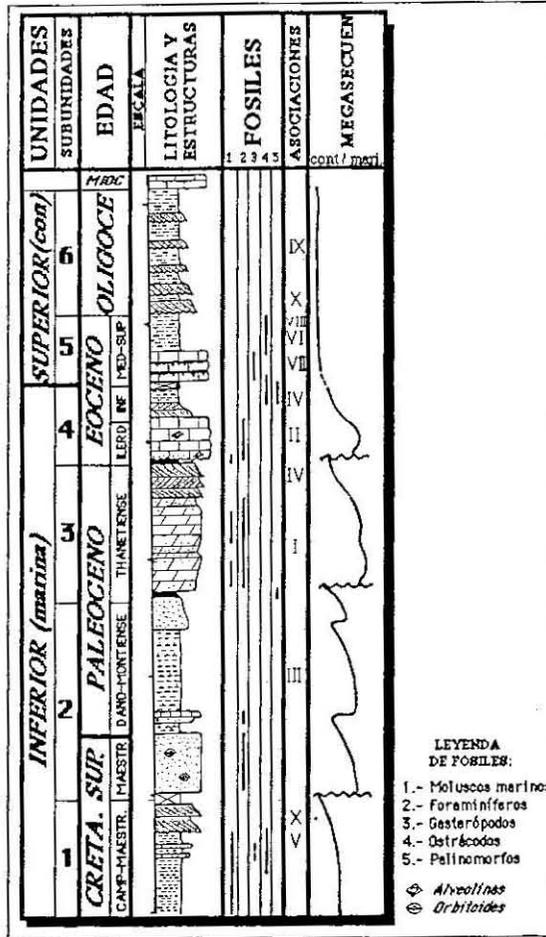


Figura 3.- Columna estratigráfica reconstruida de la Cuenca de Villarcayo.
 Figure 3.- Composite stratigraphic succession of the Villarcayo Basin.

UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS

El estudio de las asociaciones de facies de las diferentes columnas estratigráficas permitió interpretar ambientes sedimentarios semejantes en ellas, con rupturas apreciables (Fig. 3). De esta forma se definieron dos grandes Unidades y seis subunidades.

En la UNIDAD INFERIOR (Fig. 3) la presencia de faunas y características

sedimentológicas de los materiales abogan por un medio de sedimentación de plataforma al que están asociados ambientes de transición. En esta Unidad existe un predominio de los materiales carbonatados sobre los detríticos y aflora en todo el flanco O-SO del sinclinal y su máximo espesor se localiza en las columnas de Villalaín y Ciguenza.

Los materiales detríticos dominan sobre los carbonatados en la UNIDAD SUPERIOR (Fig. 3) y los restos faunísticos encontrados y las características sedimentológicas de los depósitos indican un medio de sedimentación continental (ambientes lacustres y fluviales). Aflora en las proximidades de la localidad de Villarcayo y en la ribera SO del Río Nela.

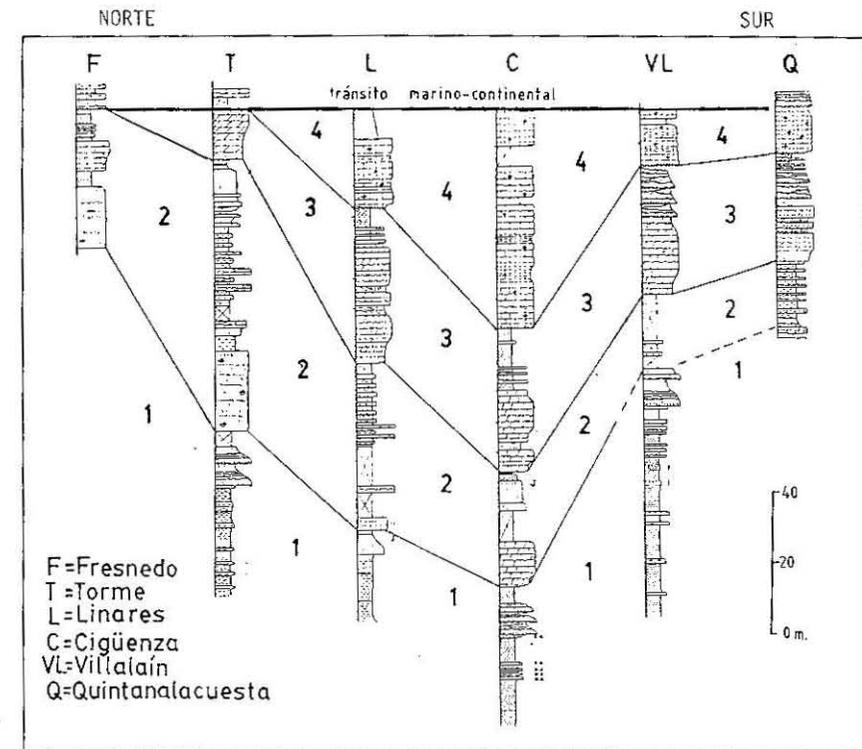


Figura 4.- Panel de correlación de la Unidad Inferior (marina) de algunas de las columnas proyectadas en un plano N-S tomando como nivel de correlación la ruptura marino-continental. Se muestra la división en subunidades y el acúñamiento de las mismas en la lateral.

Figure 4.- Correlation chart of several sections measured in the marine Lower Unit to show the division in subunits and their lateral wedging out. Reference level is the sedimentary discontinuity between marine and terrestrial deposits.

Unidad inferior

SUBUNIDAD 1 (Campaniense-Maestrichtiense)

La característica principal de esta subunidad es la potente serie arcillosa de color verde y rojo vinosa que contiene intercalaciones de calizas y margas con fauna lagunar. Tradicionalmente los autores la han considerado como facies *Garumn* y la atribuyen al Campaniense-Maestrichtiense. Estas arcillas se apoyan sobre materiales inferiores de tipo arrecifal. La subunidad termina a techo con unas areniscas microconglomeráticas con estratificación cruzada planar. Las direcciones de paleocorrientes apuntan hacia el NE. Las mayores potencias se dan en las columnas centrales (Ciguenza y Villalaín), con adelgazamientos en la lateral (Fig. 4).

Interpretación

Las arcillas de esta subunidad se interpretan como depósitos originados en ambiente lacustre con una gran afluencia de material lutítico fino. Las lagunas estarían seguramente próximas al mar y esporádicamente serían invadidas por éste, produciéndose una alta salinidad en las aguas con la consiguiente colonización masiva de Bivalvos y Gasterópodos marinos, así como de Ostrácodos de aguas salobres. En estas intercalaciones carbonatadas se observan asociaciones del **Tipo V (Cm->mv->Fm)** y **VII (Ci->Cm->Cr)** que dan idea de lagunas con lámina de agua oscilante. Es posible que la génesis de estas lagunas esté relacionada con una llanura mareal lutítica en la que los períodos intermareales y de mareas vivas alimentase a las lagunas (Fig. 6-1). A su vez estas lagunas serían invadidas por sistemas fluviales procedentes de los relieves existentes al O y SO (direcciones de paleocorrientes hacia el E y NE).

El hecho de que esta subunidad se apoye sobre unos depósitos arrecifales y que hacia el techo de la subunidad dominen los depósitos fluviales sugiere la existencia de una tendencia transgresiva con aparente subida del nivel relativo del mar.

SUBUNIDAD 2. (Maestrichtiense-Danomontense; Transición Cretácico-Terciario)

El término más inferior son unas areniscas con *Orbitoides* que se disponen erosivamente sobre la subunidad anterior y se acúan hacia las columnas del S. El siguiente tramo son unas dolomías con asociaciones del **Tipo I (Da-->Da-b)** y morfología de cuña, observándose una mayor potencia en las columnas de Fresnedo y Ciguenza y adelgazándose ostensiblemente hacia las columnas de Linares hasta desaparecer en Villalaín (Fig. 4). Sobre esta cuña se coloca el siguiente término de margas y arcillas que presenta la misma morfología de cuña pero invertida respecto al término anterior y los términos más potentes se localizan en las columnas de Torme y Linares, mientras hacia Fresnedo y Ciguenza se adelgazan. El techo de la subunidad viene marcado por unas arenas con mucha bioturbación y que llevan asociadas a su techo arcillas y

margas negras con materia orgánica y Palinomorfos. Estos cuerpos tienen escasa continuidad lateral (Fig. 4).

Interpretación

Se pueden deducir tres macrosecuencias sedimentarias para esta subunidad. **La primera** de ellas la constituye las areniscas con *Orbitoides*. Estos depósitos se asimilan a barras litorales próximas a la costa cerrando áreas que las aislan del mar las cuales comienzan a funcionar como lagoones en los que se depositan arcillas verdes y margas. Como en el campo estas arcillas verdes se sitúan encima de los *Orbitoides*, indican la existencia de una pequeña regresión. Sin embargo como los estratos con *Orbitoides* siempre se encuentran sobre las arcillas de la subunidad inferior hace pensar en un pequeño episodio transgresivo. En consecuencia durante la sedimentación de esta subunidad se asiste a un pequeño ciclo de ascenso y descenso relativo del nivel del mar (Fig. 3). Según esto es posible deducir una línea de costa durante el depósito de esta macrosecuencia que iría de NO a SE (Fig. 6 2A).

La segunda vendría representada por asociaciones de facies del **Tipo I (Da-->Da-b)** que se interpretan como barras para los tramos más arenosos y de plataforma interna para los más bioclásticos. El carácter transgresivo de este ciclo viene bien marcado por el hecho de que se deposita indistintamente sobre las arcillas de la subunidad anterior (columna de Ciguenza); sobre las areniscas con *Orbitoides* y sobre las arcillas verdes de lagoon (Torme y Linares). Esta transgresión nos definiría una nueva línea de costa en forma de entrante de dirección N-S a O-SE aproximadamente (Fig. 6-2A).

La tercera megasecuencia está formada por depósitos de lagoon constituidos por una alternancia rítmica de arcillas y margas con abundante bioturbación y por facies **Mn** que representarían zonas más restringidas con acumulación de materia orgánica. Los depósitos de isla barrera estarían formados por arenas de grauo fino muy bioturbadas. Esta subunidad refleja un descenso relativo más o menos brusco del nivel del mar con el establecimiento de un complejo de isla-barrera lagoon. Durante la sedimentación de esta subunidad comienza hacerse patente el levantamiento del diapiro de Rosio creando un alto topográfico al N. Dicha elevación se traduce en una disminución en las potencias de la subunidad hacia el N (Fig. 4), y en una configuración paleogeográfica en forma de Golfo (Fig. 6-2B). Así mismo, aunque en menor magnitud, puede deducirse una cierta actividad en la zona de la Sierra de la Tesla que se manifiesta porque las columnas estratigráficas tienen menor potencia hacia el S.

SUBUNIDAD 3. (Thanetiense).

Consta de dos tramos. El inferior lo constituye una unidad dolomítico-arenosa que se apoya de forma erosiva con fuerte relieve sobre los depósitos finales de la subunidad anterior, con secuencias del **Tipo I (Da-->Da-b)**. Las mayores potencias de este tramo

corresponden a las columnas de Linares y Ciguenza, acuñándose hacia el N en la columna de Fresnedo (Fig. 4). El tramo superior de la subunidad posee litologías que cambian de facies lateralmente. Así, en la columna de Villalaín es posible observar un tramo detrítico con secuencias del **Tipo IV** (Sh-b-->Fl) que pasa lateralmente, en el área de Quintanalacuesta, a secuencias **Sh-b-->Mv**. Estas arenas se acuñan hacia el N llegando a desaparecer en Torne y las estructuras con doble polaridad indican una dirección NNE-SSO. En todo el área la subunidad culmina con facies **Mv** que alternan con la facies **Da-b** en el área de Ciguenza y Linares mientras que en Quintanalacuesta pasa lateralmente a la facies **Mn** y se presentan muy bioturbadas y con gran cantidad de *Ostreas*.

Interpretación

Las dolomías arenosas inferiores se asimilan a barras litorales que transgreden los materiales subyacentes en un episodio brusco de ascenso relativo del nivel del mar (Fig.3). El aumento en la proporción de bioclastos se interpretan como depósitos de un ambiente menos energético y más alejado de la costa de la que no recibiría aportes terrígenos. Esta brusca transgresión se ve afectada en el N por el alto topográfico creado con el ascenso del diapiro de Rosío lo que ocasiona la falta de sedimentación y un acuñamiento de las capas. Los términos detríticos con estructuras bipolares se interpretan en el caso de Villalaín como deltáicas retocadas por mareas y en el caso de Quintanalacuesta como de llanuras mareales con dominio detrítico. Las paleocorrientes indican una dirección de progradación de estos materiales hacia el NNE, con una ligera componente E en el caso de Quintanalacuesta, motivada tal vez, por una cierta deriva litoral. Estos episodios detríticos tienen su correlación en las columnas de Linares y Ciguenza en las intercalaciones de facies **Da-b** que dan paso a las **Mv**. Estas últimas facies pueden corresponderse con los últimos episodios de la progradación de la llanura mareal y con el establecimiento de pequeños episodios lagunares (Ciguenza y Quintanalacuesta). La línea de costa deducible, sigue marcando una morfología de golfo más acentuada que en el episodio anterior (Fig 6-3).

SUBUNIDAD 4. (Ilerdense, Ypresiense)

Esta subunidad se caracteriza por un nuevo episodio transgresivo que se inicia con las calizas de *Alveolina*. Estas se depositan solapando a los materiales inferiores con una superficie erosiva muy marcada dando lugar a una discordancia cartográfica muy notable en el flanco NO. Se observan asociaciones del **Tipo II** (CAI (t)-->CAI (m)). La máxima potencia se da en la columna de Ciguenza acuñándose hacia el SE y N (Fig. 4). Sobre ellas se depositan términos de arenas con intercalaciones de arcillas observándose en ellas secuencias del **Tipo IV** (Sh-b-->Fl). Los términos arcillosos tienen una gran abundancia de Dinoflagelados.

Interpretación

Debido a un nuevo ascenso relativo del nivel del mar, la caliza con *Alveolina* transgrede sobre los materiales de la subunidad precedente apoyándose en una fuerte superficie erosiva. Los tramos con tableado oblicuo (CAI (t)) se interpretan como barras bioclásticas avanzando hacia el continente hecho deducido por las direcciones de progradación de las barras, mientras que los tramos intermedios de características más masivas (CAI (m)), se generan en ambientes de plataforma más interna. Las arenas del techo se interpretan como el inicio de un nuevo episodio regresivo, constituido por la progradación sobre la plataforma de una llanura mareal detrítica. La línea de costa que se deduce para esta transgresión, nos sigue dando una paleogeografía de golfo alargado en dirección E-O y abierto al mar por el NE. En este nuevo ciclo, el diapiro continúa elevándose, motivando que esta unidad se acuñe más al O que la anterior (Fig. 6-4).

Unidad Superior

SUBUNIDAD 5. (Eoceno Medio-Superior)

Esta unidad se sitúa disconforme (discordancia cartográfica) sobre los materiales marinos anteriores y consta de varias unidades litológicas. Hacia el O aparecen unas calizas con Gasterópodos lacustres y asociaciones del **Tipo VII** (Ci->Cm->Cr) que experimentan un rápido cambio hacia el SE y E (columnas de Salazar y Fresnedo) donde se observan asociaciones del **Tipo VIII** (Cm->mg->mc->Fm) y del **Tipo VI** (O->mc->Fm). Los tramos superiores son fundamentalmente margoso-arcillosos (mv) y sobre ellos se dan intercalaciones detríticas con secuencias del **Tipo X** (Gp->Sp->Fm) y del **Tipo IX** (St->Sr->Fl->Fm), así como del **Tipo VII** (Ci->Cm->Cr) que se acuñan lateralmente hacia Fresnedo y Quintanalacuesta (Fig. 5).

Interpretación

Las relaciones laterales de las asociaciones de facies indican la existencia de lagos carbonatados alimentados por sistemas fluviales procedentes del O. El problema fundamental para establecer esta relación lateral estriba en que los afloramientos de los depósitos fluviales son muy malos y siempre están cubiertos por la vegetación o erosionados.

Las calizas con Gasterópodos, asociaciones de **Tipo VII**, se interpretan como depositadas en ambiente lacustres poco profundo con una lámina de agua muy oscilante similar al modelo propuesto por PLAZIAT y FREYTET (1978). Estas calizas se depositan en las zonas marginales del lago donde la lámina de agua sería menor y la evaporación originaría la precipitación del carbonato. Si se sigue el modelo para lagos someros de MURPHY y WILKINSON (1980) las facies de ostracoditas (O) se

depositarían en un ambiente más interno del lago en relación con los depósitos carbonatados y estarían relacionadas genéticamente con las oscilaciones en la lámina de agua y llegada de flujos externos. Las arcillas que ocupan la mayor parte de la subunidad, se interpretan como decantación de los aportes detríticos que llegarían al lago. Estos aportes vendrían representados en su parte más proximal por las asociaciones del Tipo X con clastos de calizas con microfósiles marinos (columna de Fresnedo) procedente del dismantelamiento de las áreas madres Mesozoicas y Terciarias levantadas por la ascensión del diapiro de Rosfo y de la Sierra de la Tesla. Los episodios detríticos cabría interpretarlos como posibles deltas fluviolacustres (Fig. 7-1).

SUBUNIDAD 6. (Oligoceno)

Constituye la última subunidad del Paleógeno. En ella se puede diferenciar dos tramos. El **primer tramo** estaría compuesto por una sucesión de microconglomerados con matriz arenosa y dominando siempre las fracciones gruesas sobre los finos. En estos depósitos dominan las asociaciones del Tipo X (Gp->Sp->Fm) en la parte basal de la columna estratigráfica de Quintanalacuesta.

El **segundo tramo** vendría representado por una alternancia de cuerpos canalizados rellenos de materiales detríticos gruesos en la base y de limos arenosos pardos con bioturbación de raíces (columna de Villarcayo). El término inferior de este segundo término se observa principalmente en el borde de la cuenca, mientras que el superior sólo es visible hacia el centro. En las partes más internas de la cuenca de Villarcayo sobre los tramos detríticos aparecen estratificaciones cruzada de tipo *epsilon*. Toda la subunidad se acuña hacia el N (Fresnedo) y hacia el sureste (Fig. 5).

Interpretación

Las direcciones de paleocorrientes observadas en las columnas de Villarcayo y Quintanalacuesta revelan la existencia de dos sistemas fluviales que, por el tipo de arquitectura de los depósitos, la organización interna de los canales con el desarrollo de barras y las secuencias presentes, pueden ser interpretados como sistemas fluviales trenzados, que hacia el centro de la cuenca (Villarcayo), tendrían una cierta sinuosidad. En general puede decirse que los términos del tramo inferior son más proximales que los del tramo superior. La cuenca fluvial para esta subunidad estaría cerrada hacia el N (Fresnedo), y tal vez, hacia el E. La mayor subsidencia se daría en el área Villarcayo, mientras que en los bordes (Fresnedo, Quintanalacuesta y Cignenza), la disminución de potencias indicaría una subsidencia menor, quizás provocada por la actividad tectónica de dichos bordes (Fig. 7-2). No obstante el progresivo dominio del material lutítico en la lateral y en la vertical, hace pensar en un receso paulatino de la actividad tectónica.

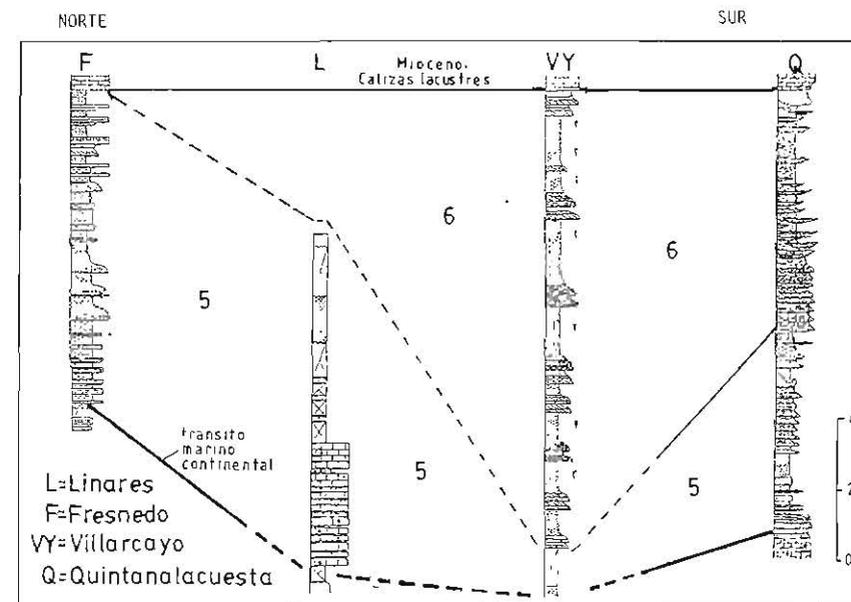


Figura 5.- Panel de correlación de las columnas de la Unidad Superior (continental) proyectadas en un plano N-S, tomando como nivel de correlación las calizas lacustres del Mioceno. Se observa el acúmulo de las subunidades hacia los bordes.

Figure 5.- Correlation chart of successions of Upper Unit (terrestrial) as projected on a N-S plane, considering as correlation level the Miocene lacustrine limestones. Note wedging of units towards the edges of the basin

Llama la atención el desarrollo tan abundante de las lutitas en los términos superiores. Dichas lutitas pueden interpretarse como la llaurra de inundación de los sistemas fluviales. Esto choca ligeramente con los modelos de ríos trenzados que se han descrito en la actualidad. La explicación podría encontrarse en el tipo de clima dominante en la época. HASELDONCHX (1973), basándose en estudios de polen, deduce que el clima durante el Terciario en España sería tropical, y en el Oligoceno y Mioceno acusaría una tendencia a la estacionalidad (JIMENEZ, 1974; DIAZ MOLINA y LOPEZ, 1979; MOLINA *et al.*, 1985). Un clima de este tipo favorecería la alteración de los silicatos y se desarrollarían potentes perfiles edáficos arcillosos que, al dismantelarse, generarían un importante acúmulo lutítico en las zonas de sedimentación.

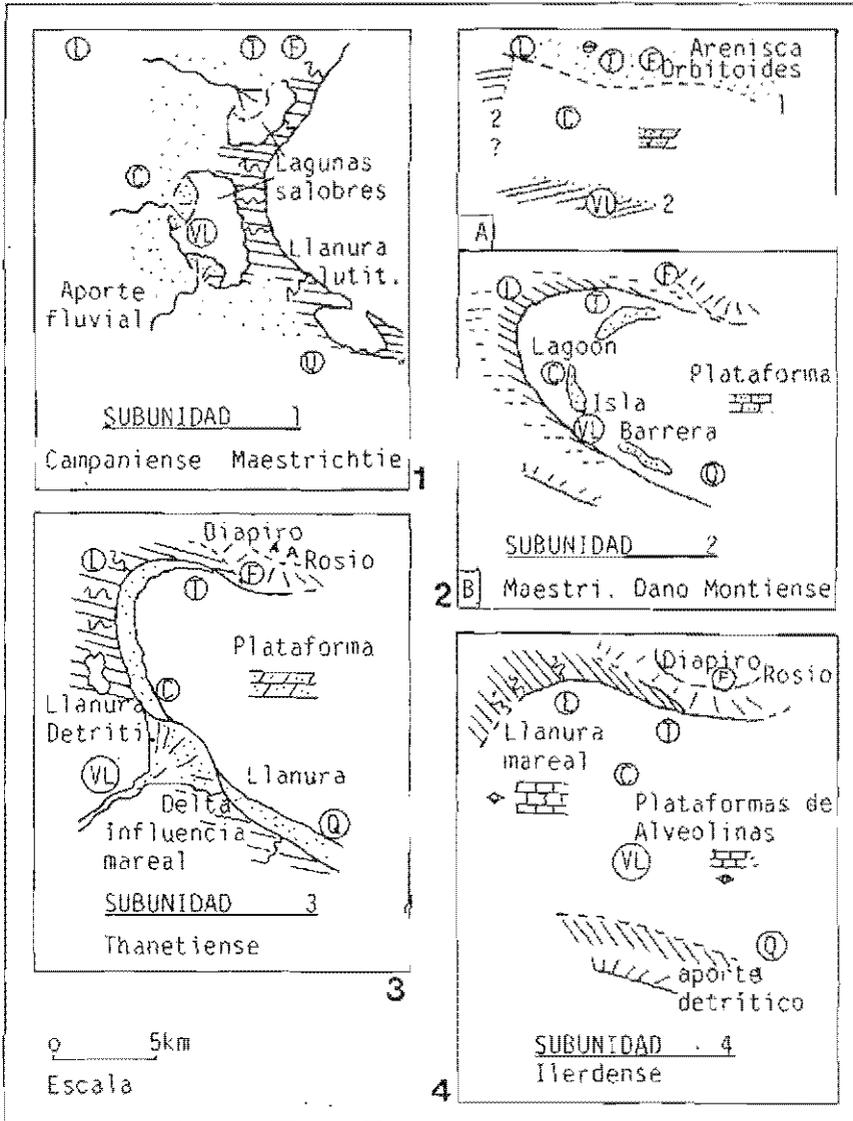


Figura 6.- Aproximaciones paleogeográficas de las subunidades de la Unidad inferior (marina). (1) Subunidad 1; (2) Subunidad 2: a.- Líneas de costa supuestas para las megasecuencias 1 y 2. b.- Línea de costa supuesta para la megasecuencia 3; (3) Subunidad 3; (4) Subunidad 4.
 Figure 6.- Paleogeography of Subunits included in the marine Lower Unit. (1) Subunit 1; (2) Subunit 2, a: inferred coastline for megasequences 1 and 2; b: inferred coastline for megasequence 3. (3) Subunit 3; (4) Subunit 4.

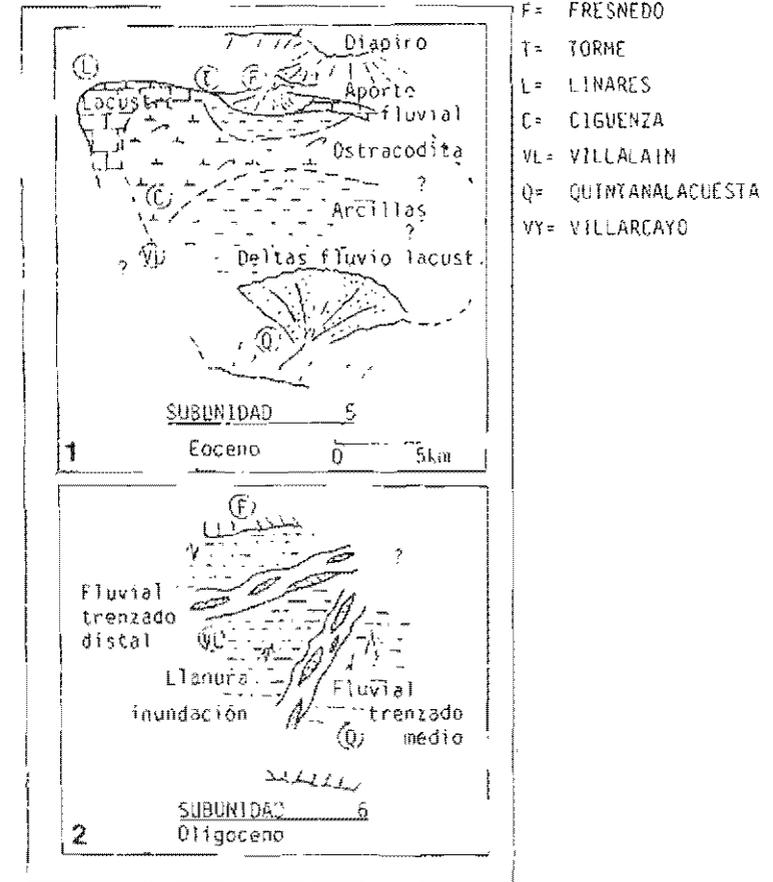


Figura 7.- Aproximaciones paleogeográficas de las subunidades de la Unidad Superior (continental). 1.- Subunidad 5. 2.- Subunidad 6.
 Figure 7.- Paleogeography of the Subunits included in the terrestrial Upper Unit. (1) Subunit 5; (2) Subunit 6.

EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA

Unidad inferior

En la figura 6 muestra mapas paleogeográficos seriados indicando cada uno un momento paleogeográfico durante la sedimentación de las diferentes subunidades diferenciadas. Se observa que para esta Unidad, la paleogeografía está marcada por una

línea de costa de dirección aproximada NO-SE que delimita los ambientes continentales de los marinos (costeros y de plataforma abierta). La línea de costa se retira progresivamente hacia el este durante el depósito de la subunidad 1 caracterizando el contexto regresivo del Cretácico Superior (Fig. 6-1).

A partir de las últimas etapas del Cretácico, se producen cambios relativos del nivel del mar que provocan sucesivas discontinuidades sedimentarias con la construcción y destrucción de diferentes tipos de ambientes. En general, es posible deducir una paleogeografía en forma de golfo, durante el depósito de las unidades 3 y 4, que se va acentuando cada vez más a medida que asciende el diapiro de Rosío por el borde N y la sierra de la Tesla en el borde S. La influencia de las mareas sería notable en este golfo, como lo demuestran los ambientes sedimentarios de tipo llanura mareal que se repiten en el tiempo. La actividad tectónica, de los bordes, que empieza a hacerse patente con el inicio del Terciario, provoca en las áreas centrales una mayor subsidencia que se manifiesta en una mayor potencia de las subunidades (Fig. 4).

El episodio transgresivo de la caliza de *Alveolina*, marca el final de la etapa paleogeográfica dominada por los ambientes marinos y da paso en el Eoceno Inferior a una retirada ya definitiva del mar en la zona, provocado por un incremento en la tectónica regional.

Unidad Superior

Cuando las aguas se retiran se produce un confinamiento del área, que provoca el desarrollo en la zona de una cuenca lacustre somera con diversidad de subambientes (subunidad 5). La tectónica progresivamente actuante en los bordes haría variar la posición de los depocentros de la cuenca a la vez que los aportes fluviales tenderían a colmar la cuenca lacustre bajo condiciones de fuerte evaporación de un clima tropical.

Durante el Oligoceno y como respuesta a los impulsos tectónicos de la fase Pirenaica de la Orogenia Alpina se inicia una sedimentación continental por sistemas fluviales que evolucionan de trezados a distales a lo largo del espacio (Fig. 7).

REFERENCIAS

ALONSO GAVILAN, G., (1981). *Estratigrafía y paleogeografía del borde suroccidental de la Cuenca del Duero (provincia de Salamanca)*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. 435 págs.

CANT, D. J. y WALKER, R. G., (1976). Development of a braided fluvial facies model for the Devonian Battery Point. Sandstone, Quebec. *Earth Sci.*, 13: 102-119.

CARRERAS SUAREZ, F.; DEL OLMO, P. y RAMIREZ DEL POZO, J., (1979). *Mapa geológico Nacional escala 1:50.000. Explicación de la Hoja 109, Villarcayo*. I.G.M.E., Madrid.

CIRY, R., (1940). Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*. 74: 1-153.

DIAZ MOLINA, M. y LOPEZ MARTINEZ, N., (1979). El Terciario continental de la Depresión Intermedia (Cuenca). Bioestratigrafía y Paleogeografía. *Estud. Geol.* 35: 149-167.

FREYTET, P. y PLAZIAT, J. C., (1982). *Continental Carbonate Sedimentation and Pedogenesis - Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart. Contributions to Sedimentology, 12. 213 págs.

HASELDONCKX, P., (1973). The Palynology of some Paleogene deposits between the Rio Esera and the Rio Segre. (Southern Pyrenees, Spain). *Leid. Geol. Med.*, 49: 145-165.

JIMENEZ, 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. Min.* 85: 518-524.

MANGIN, J. P., (1959). Le Nummulitique sudpyrénéen à l'Ouest de l'Aragon. *Pirineos* 45: 1-631.

MIALL, A. D., (1977). A review of the braided river depositional environment. *Earth Sci.* 13: 1-62.

MIALL, A. D., (1978). Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers deposits: a summary. *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 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.

MONTES SANTIAGO, M. J., (1988). *Estratigrafía y Paleogeografía del Cretácico Terminal y Paleógeno de la Cuenca de Villarcayo (Burgos)*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca. 157 págs.

MONTES SANTIAGO, M. J., ALONSO GAVILAN, G., y DABRIO, C. J., (1987). Early Cainozoic marine to terrestrial deposits in Northeastern Duero Basin (Spain). *8th. IAS Regional Meeting of Sedimentology. Tunis. Abstract*: 356.

MURPHY, D. H. y WILKINSON, B. H., (1980). Carbonate deposits and facies distribution in a central Michigan mare lake. *Sedimentology*, 27: 123-135.

PLAZIAT, J. C., (1981). Late Cretaceous to late Eocene Palaeogeographic evolution of southwest Europe. *Palaeog., Palaeocl., Palaeoecol.*, 36: 263-320.

PLAZIAT, J. C. y MANGIN, J., (1969). Données nouvelles sur l'Eocene inférieur du bassin de Villarcayo et ses annexes. (prov. de Burgos, Espagne). *Bull. Soc. Geol. France*, XI (7): 367-372.

PLAZIAT, J. C. y FREYTET, P., (1978). Le pseudomicrokarst pédologique: un aspect particulier des paleo-pédogènes développés sur les dépôts calcaires lacustres dans les Tertiaire du Languedoc. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 286, ser. D: 1661-1664.

RAMIREZ DEL POZO, J. y AGUILAR TOMAS, M., (1979). *Mapa geológico de España escala 1:50.000. Hoja 110, Medina de Pomar*. I.G.M.E., Madrid.

RUST, B. R., (1978). Depositional models for braided alluvium. *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 5: 605-625.

SAENZ, C., (1933). Notas acerca de la estratigrafía del Supracretáceo y Nummulítico en la cabecera del Nela y sus zonas próximas. *Bol. R.Soc. Esp. de Hist. Nat. (Geol.)* 33: 159-185.

SANZ, R., (1950). *Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Explicación de la hoja 109, Villarcayo*. Ediciones del I.G.M.E., Madrid.