

Análisis secuencial durante el intervalo Barremiense-Aptiense en la Cubeta de Oliete

E. VENNIN *, A. R. SORIA **, A. PREAT * y A. MELÉNDEZ **

* *Laboratoire de Sedimentologie de l'Université
Libre de Bruxelles.*

** *Departamento de Ciencias de la Tierra.
Universidad de Zaragoza.*

RESUMEN

Los sedimentos marinos del Cretácico inferior de la Cubeta de Oliete han sido agrupados tradicionalmente en las Formaciones Calizas de Alacón, Margas del Forcall y Calizas de Oliete. El reconocimiento de distintas discontinuidades a escala regional nos ha permitido establecer para este registro sedimentario, comprendido entre el Barremiense superior y Aptiense superior, tres secuencias de depósito que son a su vez correlacionables con las secuencias Barremiense superior (K1.7), Aptiense inferior (K1.8) y Aptiense superior (K1.9) definidas en la cuenca adyacente del Maestrazgo. El análisis de facies y microfacies nos ha permitido dividir estas secuencias en cortejos sedimentarios, de manera que en la primera se han identificado los cortejos sedimentarios de bajo nivel del mar, transgresivo y de alto nivel del mar, mientras que para las otras dos secuencias sólo se han reconocido los cortejos transgresivo y de alto nivel del mar.

Palabras clave: Cretácico inferior, Barremiense, Aptiense, Cubeta de Oliete, Rampa, Estratigrafía Secuencial.

ABSTRACT

The lower Cretaceous (Upper Barremian-Upper Aptian) marine sediments of the Oliete basin (NE Spain) were traditionally grouped in the Alacón limestone Formation, Forcall marl Formation and Oliete limestone Formation. The identification of several discontinuities of regional extent allows us to establish three dispositional sequences for this sedimentary record which are tentatively correlated with the sequences Late Barremian (K1.7), Early Aptian (K1.8) and Late Aptian (K1.9) defined in the Maestrazgo adjacent basin. Further subdivision of these sequences in system tracts was based on extensive facies and microfacies analysis. In the lower sequence lowstand, transgressive and highstand system tract were identified while only transgressive and highstand systems tract were recognized for the upper two sequences.

Key-Words: Early Cretaceous, Barremian, Aptian, Oliete sub-basin, Ramp, Sequence Stratigraphy.

INTRODUCCIÓN

Desde finales de la década de los 60 se han venido realizando estudios sobre la estratigrafía y paleogeografía de la Cubeta de Oliete (Canerot, 1979 y 1981; Canerot *et al.*, 1979). Canerot *et al.* (1982), proponen una definición formal de las diferentes unidades litoestratigráficas en que se dividen los materiales del Cretácico inferior de la región estudiada. Murat (1983) realiza los estudios estratigráficos, sedimentológicos y paleoecológicos del Cretácico inferior (serie eocretácica) de la Cubeta de Oliete.

En los últimos años se ha desarrollado la Estratigrafía secuencial como una nueva metodología de trabajo. Esta metodología propone la división del registro sedimentario en unidades genéticas denominadas secuencias de depósito, las cuales están limitadas a techo y a muro por discontinuidades o por sus conformidades correlativas.

Este trabajo se presenta como una puesta al día de los conocimientos que sobre estos materiales se tenía a la luz de los conceptos de Estratigrafía secuencial (Vail *et al.*, 1977; Van Wagoner *et al.*, 1988; Haq *et al.*, 1987) con el fin de definir las diferentes unidades genéticas del intervalo Barremiense-Aptiense y su correlación con las establecidas por Salas (1987, 1989) para la Cuenca del Maestrazgo.

La Cubeta de Oliete está situada en el Sector Central de la Cordillera

Ibérica en su Rama aragonesa, al N de la provincia de Teruel, constituyéndose como la cuenca de sedimentación cretácica más marginal del E de la Cuenca Ibérica. Los estudios realizados se han centrado fundamentalmente en las facies marinas del Cretácico inferior, que abarcan desde el Barremiense superior al Aptiense superior.

Se han realizado un total de 8 perfiles de detalle y uno de comprobación, cuya situación se puede observar en la figura 1. En todos ellos se hicieron observaciones tanto de los distintos tipos de discontinuidades como de las diferentes facies encontradas. A partir de una exhaustiva recogida de muestras se describieron y estudiaron las distintas microfacies que caracterizaban a cada una de las facies diferenciadas en el campo. Estos estudios nos permitieron establecer los procesos que habían dado lugar al depósito de estos materiales. Posteriormente se procedió a determinar las asociaciones de facies características para cada una de las unidades litoestratigráficas definidas, a partir de las cuales se pudieron establecer las características del medio de depósito. Finalmente, a la luz de los datos obtenidos hasta el momento, se aplicó la metodología de trabajo que propone la Estratigrafía secuencial, dividiendo el registro sedimentario del intervalo Barremiense superior-Aptiense en unidades genéticas (secuencias de depósito y cortejos sedimentarios).

UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS

En el cuadro de la página siguiente vamos a realizar una descripción sucinta de las principales características que presentan las tres formaciones en las que se ha dividido tradicionalmente el Cretácico inferior marino de la Cubeta de Oliete, y que fueron definidas formalmente por Canerot *et al.* (1982).

En la fig. 2 se muestra una columna estratigráfica síntesis de estas unidades, y en la fig. 3, un panel de correlación E-O en el que se aprecian las variaciones que en cuanto a potencia y litología presentan estos materiales.

ASOCIACIONES DE FACIES: INTERPRETACIÓN DE MEDIOS DE SEDIMENTACIÓN

Se exponen a continuación, brevemente, las asociaciones de facies características para cada una de las formaciones identificadas, y que nos van a permitir identificar los distintos ambientes de sedimentación durante el depósito de estos materiales.

		Litología	Variaciones laterales	Fósiles	Edad
Fm. Calizas de Ollite	Mb. Calizas de los Estancos	Secuencias de margas, calizas nodulosas y calizas (Packstone), que pasan hacia techo a alternancias de areniscas calcáreas y calizas.	En algunos perfiles se observan alternancias de margas y calizas (Framestone de ostreídos).	Bivalvos, gasterópodos, serpúlidos, algas calcáreas y algún equinodermo.	Aptiense superior.
	Mb. Margas de la Dehesa	Margas claras masivas con algunas intercalaciones calcáreas (Packstones) a techo.	No se han observado.	Bivalvos, equinodermos, gasterópodos y ammonites.	Aptiense superior.
	Mb. Calizas de Cabezo Negro	Alternancia de calizas (Packstone) y margas que pasan a techo a secuencias de margas, calizas nodulosas y calizas. A base aparecen arenas y calizas arenosas.	En algunos perfiles aparecen niveles de Packstone-Grainstone bioclásticos con estratificación cruzada.	Orbitolinas, equinodermos, bivalvos, foraminíferos, algas calcáreas, gasterópodos y serpúlidos.	Aptiense inferior - superior.
Fm. Margas del Forcall		Margas verdes masivas con algunas intercalaciones hacia techo de calizas bioclásticas.	En algunos perfiles se han identificado Grainstone bioclásticos con estratificación cruzada.	Ostreídos, gasterópodos, bivalvos, orbitolinas, foraminíferos, equinodermos y ammonites.	Aptiense inferior.
Fm. Calizas de Alacón		Sucesión de calizas y margocalizas nodulosas (Packstone-Framestone bioclásticos) y margas masivas. A techo Grainstone bioclástico con estratificación cruzada.	Hacia los bordes de la cuenca aumentan las calizas nodulosas y disminuyen los Grainstones bioclásticos.	Foraminíferos bentónicos, equinodermos, bivalvos, gasterópodos, ostreídos y algas calcáreas.	Barremiense superior - Aptiense basal.

FORMACIÓN CALIZAS DE ALACÓN

Dentro de esta formación se han diferenciado varios tipos de secuencias:

Secuencias de plataforma de medio confinado

• *Descripción.*—Se trata de secuencias de escala métrica que presentan un término inferior margoso algo bioturbado y un término superior calcáreo correspondiente a un Mudstone-Wackstone de ostrácodos y bivalvos, que contiene en ocasiones cantidades apreciables de terrígenos (secuencia A de la fig. 4A).

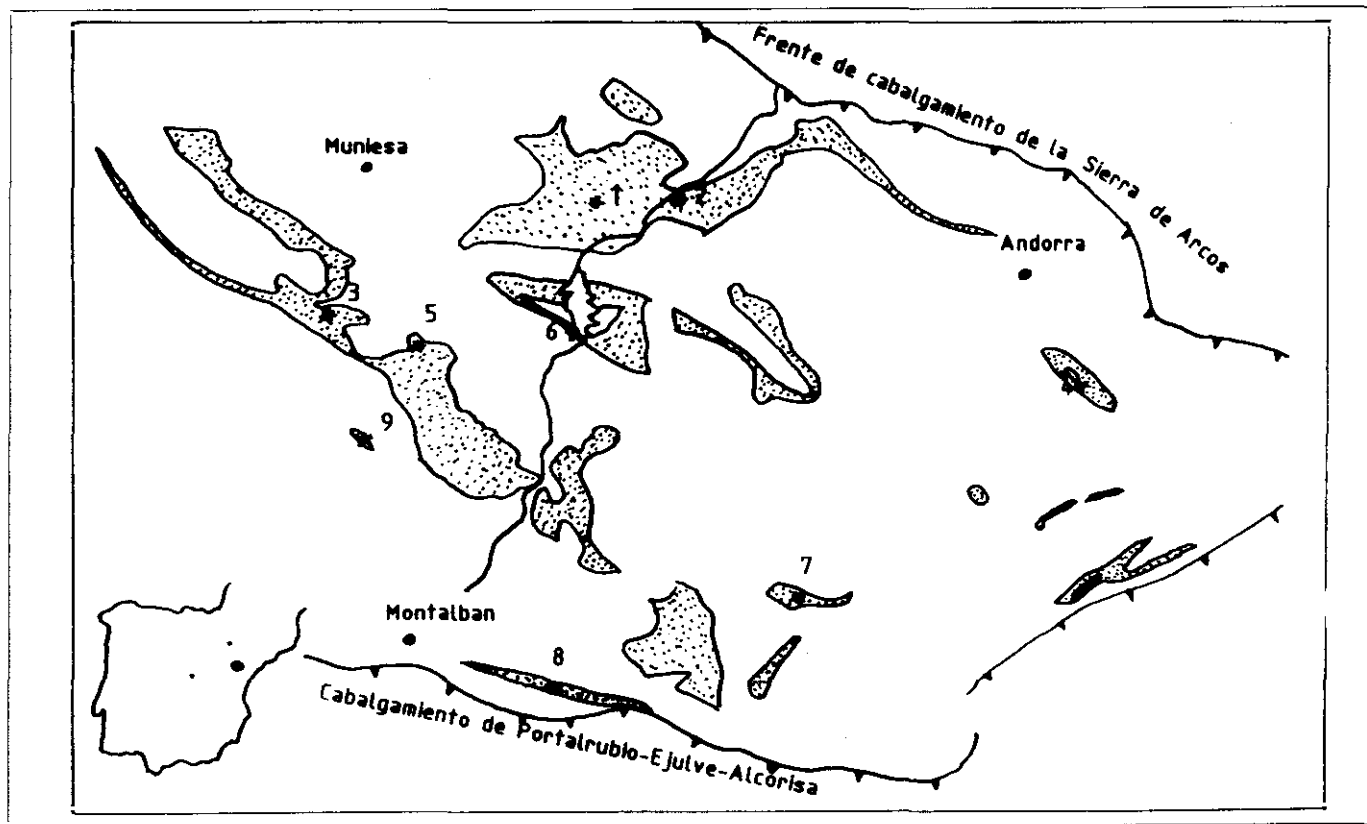


Fig. 1.—Esquema geológico con la situación de los perfiles estudiados: 1.—Alacón-Oliete; 2.—Barranco del Moro; 3.—Cortes de Aragón; 4.—Andorra; 5.—Josa; 6.—Alcaine; 7.—Gargallo; 8.—Río Ancho, y 9.—La Hoz de la Vieja.

Fig. 1.—Geological setting. The studied sections are located: 1.—Alacón-Oliete; 2.—Barranco del Moro; 3.—Cortes de Aragón; 4.—Andorra; 5.—Josa; 6.—Alcaine; 7.—Gargallo; 8.—Río Ancho, and 9.—La Hoz de la Vieja.

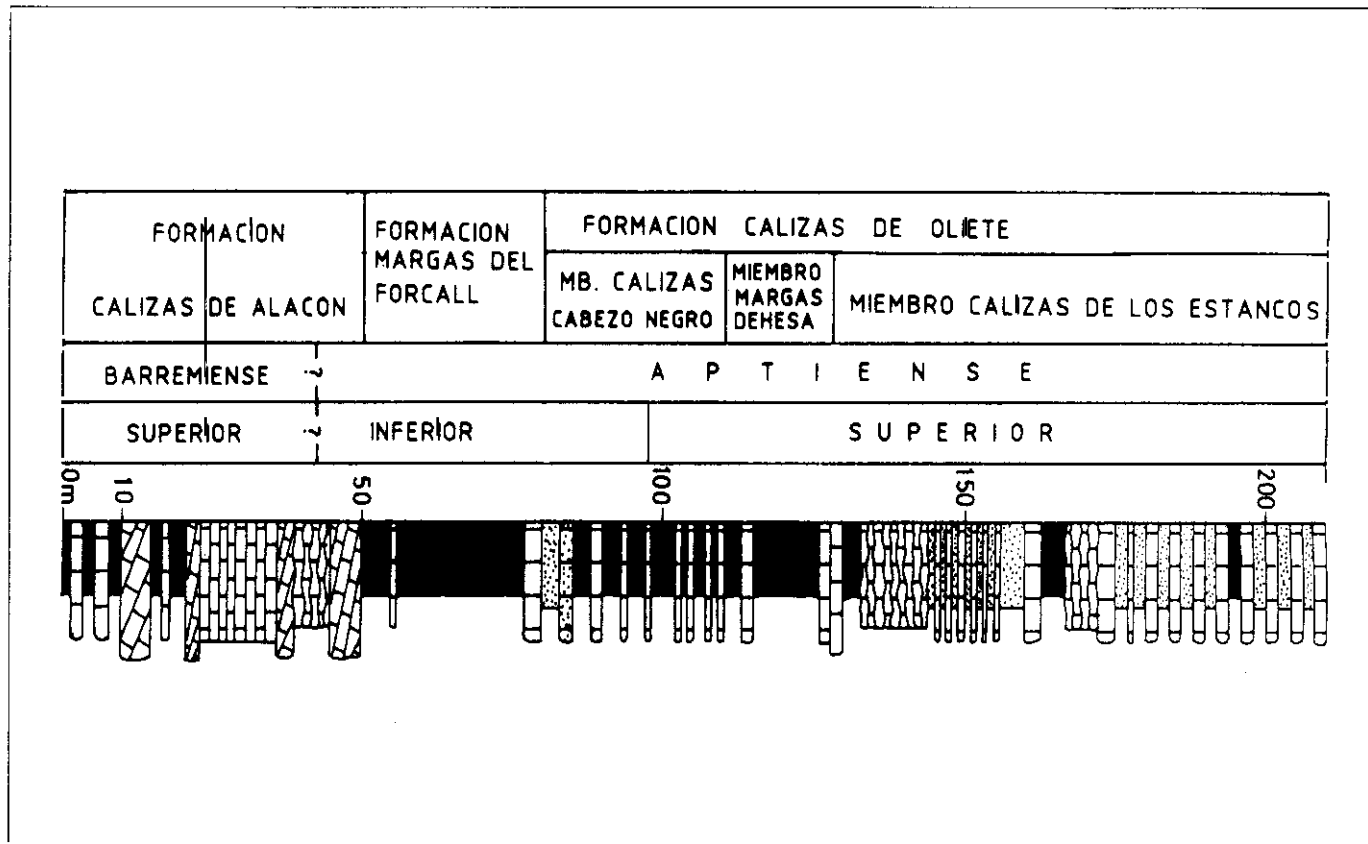


Fig. 2.—Columna estratigráfica general para las facies marinas del Cretácico inferior.

Fig. 2.—General stratigraphic section including the lower Cretaceous marine units.

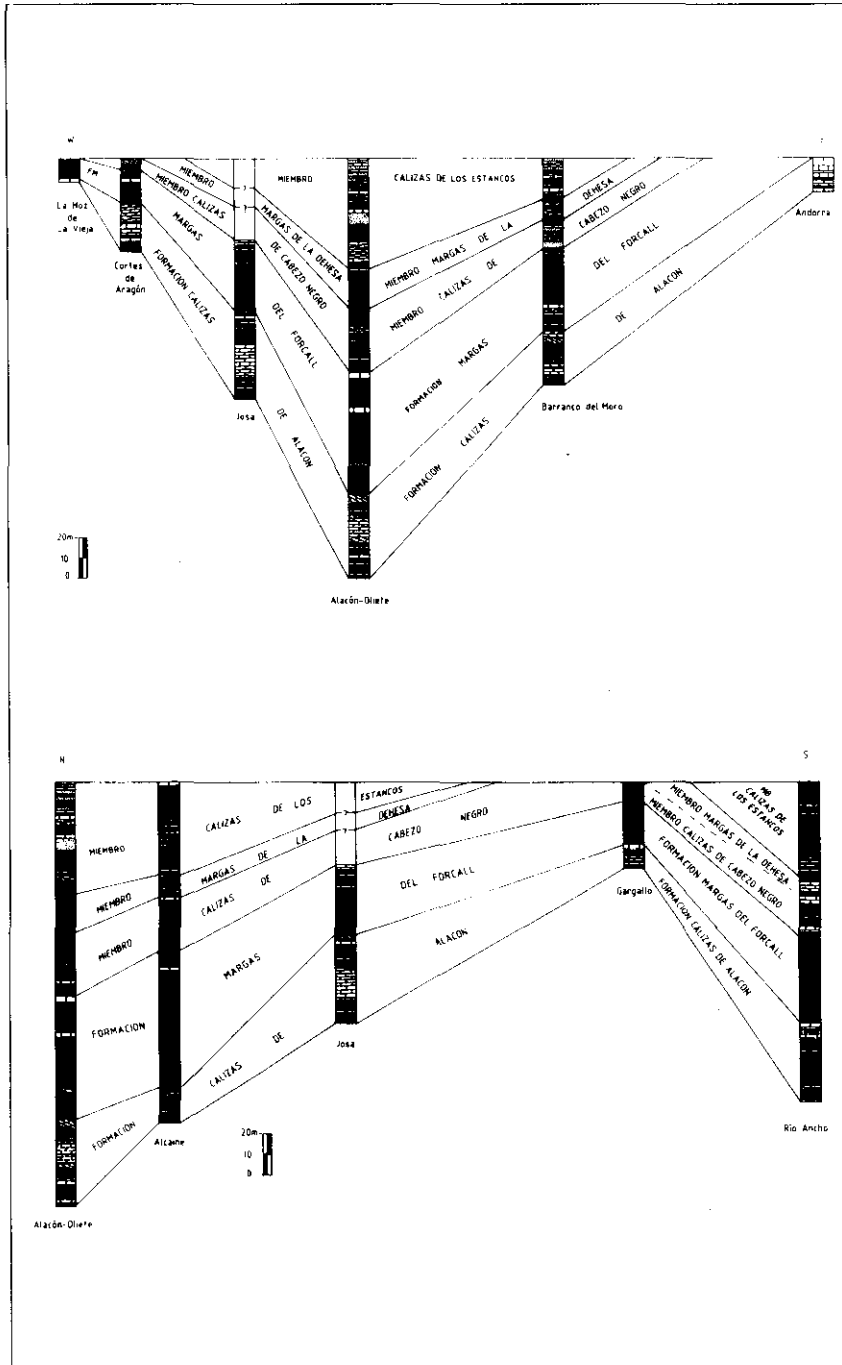


Fig. 3.—Panel de correlación E-O de las unidades litoestratigráficas estudiadas. Sin escala horizontal.
Fig. 3.—Correlation for the studied lithostratigraphic units (E-W cross section).

• **Interpretación.**—Este conjunto se ha interpretado como correspondiente a una plataforma de medio confinado, en general poco comunicada, y con un régimen hidrodinámico relativamente bajo.

Secuencias de plataforma somera con influencia de plataforma abierta

• **Descripción.**—Corresponden a secuencias, generalmente de escala métrica y diferente ordenación, que presentan un término margoso masivo y un término calcáreo correspondiente a un Packstone bioclástico. Ocasionalmente pueden admitir un término intermedio de calizas nodulosas, aunque no es lo más frecuente. Estas secuencias contienen una gran cantidad de restos bioclásticos: bivalvos, ostreidos, equinodermos, briozoos... Presentan en ocasiones niveles de acumulación de ostreidos, con superficies basales erosivas, que se sitúan a base de los niveles calcáreos (secuencias B de la fig. 4A).

• **Interpretación.**—Estas secuencias se han interpretado como correspondientes a una plataforma submareal somera, pero con influencia de medios más abiertos, lo que viene confirmado por la presencia de abundantes equinodermos y algunos briozoos. La existencia de estructuras canalizadas y de corriente nos permiten indicar que el depósito de estos materiales se produjo en un régimen de alta energía.

Secuencias de Barras Calcareónicas

• **Descripción.**—Formadas por secuencias métricas que presentan un término inferior de margas masivas bioturbadas, un término intermedio calcáreo correspondientes a Packstone bioclásticos y un término superior constituido por un Grainstone con estratificación cruzada planar (secuencia C₁, fig. 4A). A veces los Packstone bioclásticos están sustituidos por calizas nodulosas (secuencia C₂, fig. 4A). Ocasionalmente puede ocurrir que el término superior de Grainstone bioclástico no se llegue a desarrollar (secuencia C₃, fig. 4A), pero el resto de los términos presentan las mismas características que los descritos para las secuencias anteriores, siendo muy frecuentes las superficies erosivas y las laminaciones cruzadas. A techo de algunas de estas secuencias se han identificado procesos de diagénesis meteórica.

• **Interpretación.**—Estas secuencias se identifican como barras calcareníticas mareales (shoals) de plataforma submareal somera, que se desarrollan en un ambiente muy energético ligado a la dinámica de corrientes.

Fig. 4.—Asociaciones de facies diferenciadas para cada una de las unidades litoestratigráficas.
Fig. 4.—Facies associations recognized into each litostratigraphic units.

4A.- SECUENCIAS DE LA FM. CALIZAS DE ALACON



SECUENCIA A



B1



B2



B3

SECUENCIAS B



C1



C2



C3

SECUENCIAS C

4CB.- SECUENCIAS DEL MB. MARGAS DE LA DEHESA (FM. OLIETE)



G1



G2



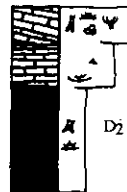
SECUENCIA H

SECUENCIAS G

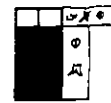
4B.- SECUENCIAS DE LA FM. MARGAS DEL FORCALL



D1



D2



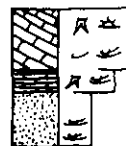
SECUENCIA E

SECUENCIAS D

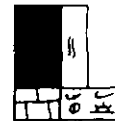
4CA.- SECUENCIAS DEL MB. CALIZAS DE CABEZO NEGRO (FM. OLIETE)



F1



F2



F3

SECUENCIAS F

4CC.- SECUENCIAS DEL MB. CALIZAS DE LOS ESTANCOS (FM. OLIETE)



I1



I2

SECUENCIAS I

FORMACIÓN MARGAS DEL FORCALL

Secuencias de plataforma submareal abierta

Se han diferenciado dos tipos de secuencias:

– SECUENCIA MARGOSA

• **Descripción.**—Secuencia de escala métrica formada por un término inferior margoso con abundantes equinodermos y orbitolinas y un término superior calcáreo que corresponde a un Mudstone-Wackstone de equinodermos y briozoos, con foraminíferos planctónicos y ammonites resedimentados (secuencia D₁ de la fig. 4B).

– SECUENCIA CALCÁREA

• **Descripción.**—Secuencia de escala métrica formada por un término inferior margoso, rico en equinodermos y orbitolinas, un término intermedio calcáreo correspondiente a un packstone bioclástico con briozoos, equinodermos y foraminíferos planctónicos y un término superior que corresponde a un Grainstone bioclástico con estratificación cruzada planar que presenta una componente Norte claramente retrogradacional sobre el término subyacente (secuencia D₂ de la fig. 4B).

• **Interpretación.**—Estas secuencias se han interpretado como correspondientes a una plataforma submareal abierta en la que se desarrollan ocasionalmente pequeñas barras que suponen un aumento considerable en la energía del medio.

Secuencias de plataforma interna

• **Descripción.**—Formada por secuencias métricas y decamétricas de margas masivas ricas en orbitolinas y otros foraminíferos bentónicos y calizas correspondientes a un Wackstone-Packstone bioclástico que contienen orbitolinas, foraminíferos bentónicos, bivalvos y ostreidos (secuencia E de la fig. 4B).

• **Interpretación.**—Se han interpretado como secuencias de somerización propias de una plataforma interna en donde las calizas presentan fósiles propios de ambientes algo restringidos y con un régimen hidrodinámico moderado.

FORMACIÓN CALIZAS DE OLIETE

1. MIEMBRO CALIZAS DE CABEZO NEGRO

Secuencias de plataforma submareal somera

Se han diferenciado tres tipos de secuencias:

– SECUENCIA ARENOSA

• **Descripción.**—Formada por secuencias métricas que presentan un término inferior constituido por arenas de grano fino y un término superior formado por calizas arenosas ricas en bivalvos, gasterópodos, foraminíferos bentónicos y ostreidos (secuencia F₁ de la fig. 4CA).

– SECUENCIA CALCARENÍTICA

• **Descripción.**—Son secuencias de orden métrico formadas por un término basal de arenas finas que presentan en ocasiones bases canalizadas, un término intermedio de calizas correspondientes a un Packstone bioclástico y un término superior de Grainstone bioclástico con estratificación cruzada planar (secuencia F₂ de la fig. 4CA).

– SECUENCIA MARGOSA

• **Descripción.**—Constituidas por secuencias métricas que presentan un término inferior calcáreo correspondiente a un Wackstone-Packstone de bivalvos, ostreidos, equinodermos, foraminíferos y abundante bioturbación vertical y un término superior formado por margas masivas (secuencia F₃ de la fig. 4C_A).

• **Interpretación.**—Estas secuencias se han interpretado como correspondientes a una plataforma submareal somera, presentando en ocasiones una influencia continental apreciable que viene marcada por los terrígenos siliciclásticos de la secuencia arenosa y el término basal de la secuencia calcarenítica. Las condiciones energéticas del medio serían relativamente altas en el caso de las dos primeras secuencias y disminuirían notablemente para la secuencia margosa.

2. MIEMBRO MARGAS DE LA DEHESA

Secuencias de plataforma submareal abierta

• **Descripción.**—Formada por secuencias de orden métrico constituidas por un término margoso masivo y otro calcáreo (margocalizas nodulosas) corres-

pendientes a un Wackstone bioclástico con equinodermos, foraminíferos planctónicos y algunos ammonites resedimentados. Los términos de esta secuencia pueden presentar diferente ordenación (secuencias G_1 y G_2 de la fig. 4C_B).

• **Interpretación.**—Estas secuencias se han interpretado como correspondientes a una plataforma submareal que presenta una buena comunicación con medios abiertos tal y como indica la presencia de equinodermos, foraminíferos planctónicos y ammonites. Esta plataforma debía estar situada por encima del nivel de base de las olas, con un régimen hidrodinámico que no debería ser en ningún caso muy alto.

Secuencias de plataforma submareal somera

• **Descripción.**—Formada por secuencias decimétricas que presentan un término inferior margoso y un término superior calcáreo correspondiente a un Packstone bioclástico de bivalvos, gasterópodos, serpulidos, ostreidos, foraminíferos bentónicos y abundante bioturbación (secuencia H de la fig. 4C_B).

• **Interpretación.**—Se ha interpretado como correspondiente a una plataforma submareal somera, en donde cabe destacar la ausencia de organismos de medios abiertos, en un régimen hidrodinámico de baja-moderada energía.

3. MIEMBRO CALIZAS DE LOS ESTANCOS

Secuencias de plataforma interna

Se han diferenciado dos tipos de secuencias:

– SECUENCIA CALCÁREA

• **Descripción.**—Formada por secuencias de escala métrica que presentan un término inferior constituido por margas masivas, un término intermedio calcáreo algo bioturbado y noduloso correspondiente a un Packstone de phyladomias y un término superior correspondiente a un Packstone bioclástico con abundantes bivalvos, gasterópodos, foraminíferos bentónicos y serpulidos (secuencia I₁ de la fig 4C_C).

– SECUENCIA ARENOSA

• **Descripción.**—Formada por secuencias de escala métrica y decimétrica que presentan un término inferior de arenas de grano fino a medio y un término superior calcáreo correspondiente a un Packstone bioclástico de bivalvos, ostreidos, gasterópodos y abundante bioturbación vertical (secuencia I₂ de la fig. 4C_C).

• **Interpretación.**—Estas secuencias se han interpretado como correspondientes a una plataforma interna y somera que presenta, para el caso de la secuencia arenosa, una gran influencia continental que viene marcada por el flujo de terrígenos siliciclásticos. La energía del medio es baja para el caso de la secuencia calcárea y aumenta considerablemente durante el depósito de la secuencia arenosa.

En la figura 4 se puede ver un cuadro con las distintas asociaciones de facies diferenciadas para cada una de estas unidades litoestratigráficas.

ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL

Siguiendo los criterios establecidos por Haq *et al.* (1987) y Van Wagoner *et al.* (19), hemos procedido a la división del registro sedimentario estudiado en secuencias de depósito a partir del establecimiento de discontinuidades identificables a escala de cuenca y de sus conformidades correlativas. En la Cubeta de Oliete estas discontinuidades se manifiestan de diferentes maneras a lo largo de la cuenca:

- a) Cambios litológicos bruscos reflejo de variaciones importantes en la evolución secuencial.
- b) Superficies endurecidas con perforaciones (Hard ground).
- c) Entradas de terrígenos siliciclásticos asociadas a superficies ferruginosas.
- d) Superficies ferruginosas tipo paraconformidad asociadas localmente a disconformidades y discordancias.

Una vez identificadas las diferentes secuencias de depósito se ha subdividido cada una de ellas en cortejos sedimentarios en función de que los materiales se hayan depositado durante:

- a) La fase de bajo nivel del mar (Cortejo sedimentario de bajo nivel del mar, L.S.T.).
- b) La fase del intervalo transgresivo (Cortejo sedimentario transgresivo, T.S.T.).
- c) La fase de alto nivel del mar (Cortejo sedimentario de alto nivel del mar, H.S.T.).

Van Wagoner *et al.* (1988) establece los criterios a seguir para identificar estos cortejos sedimentarios o "Systems tracts" en función de:

- El carácter de las superficies limitantes.
- La posición dentro de la secuencia.
- Geometría de los cuerpos sedimentarios (onlap, downlap, offlap).
- Las asociaciones características de facies.

En topografías deposicionales de bajo ángulo los criterios geométricos quedan obliterados. De esta forma, el análisis debe basarse, fundamentalmente, en el estudio de la distribución de facies a través de la cuenca de sedimentación, de zonas proximales a distales (Aurell, 1991). La extensión de los afloramientos del Cretácico inferior en la Cubeta de Oliete permite llevar a cabo este análisis. En nuestro caso, los criterios seguidos para el establecimiento de los distintos cortejos sedimentarios han sido:

- L.S.T.:*
- Su situación estratigráfica (en la base de la secuencia).
 - Su situación geográfica (en las zonas centrales de la cuenca).
 - Asociación de facies propias de medios restringidos.
 - Rellenos de surcos preexistentes dentro de la cuenca.
- T.S.T.:*
- Mayor expansión de los cuerpos sedimentarios hacia los márgenes de la cuenca.
 - Sentido retrogradacional de las facies de barras.
 - Asociaciones de facies y fósiles que nos indican una mayor apertura del medio.
- H.S.T.:*
- Mayor expansión de los cuerpos sedimentarios hacia los márgenes de la cuenca.
 - Sentido progradacional de las facies de barras.
 - Asociaciones de facies que marcan una somerización del medio de depósito.

Estos cortejos sedimentarios están limitados por dos superficies [la superficie transgresiva (T.S.) y la superficie de máxima inundación marina (M.F.S.)], que también han podido ser identificadas:

- T.S.:*
- Asociada a facies de removilización.
 - Asociada a entradas de terrígenos siliciclásticos a la cuenca.
- M.F.S.:*
- Concentraciones de glauconita.
 - Cambios de signo en la evolución secuencial.

Una vez vistos los criterios seguidos para identificar las diferentes unidades genéticas en nuestra zona de estudio, vamos a describir las principales características de las distintas secuencias de depósito y cortejos sedimentarios diferenciados.

En la figura 5 se puede observar una columna estratigráfica general mostrando la subdivisión de ésta en secuencias de depósito y cortejos sedimentarios. En la figura 6 se muestra la disposición de los cortejos sedimentarios para cada una de las secuencias de depósito.

1. SECUENCIA DEPOSICIONAL DE ALACÓN

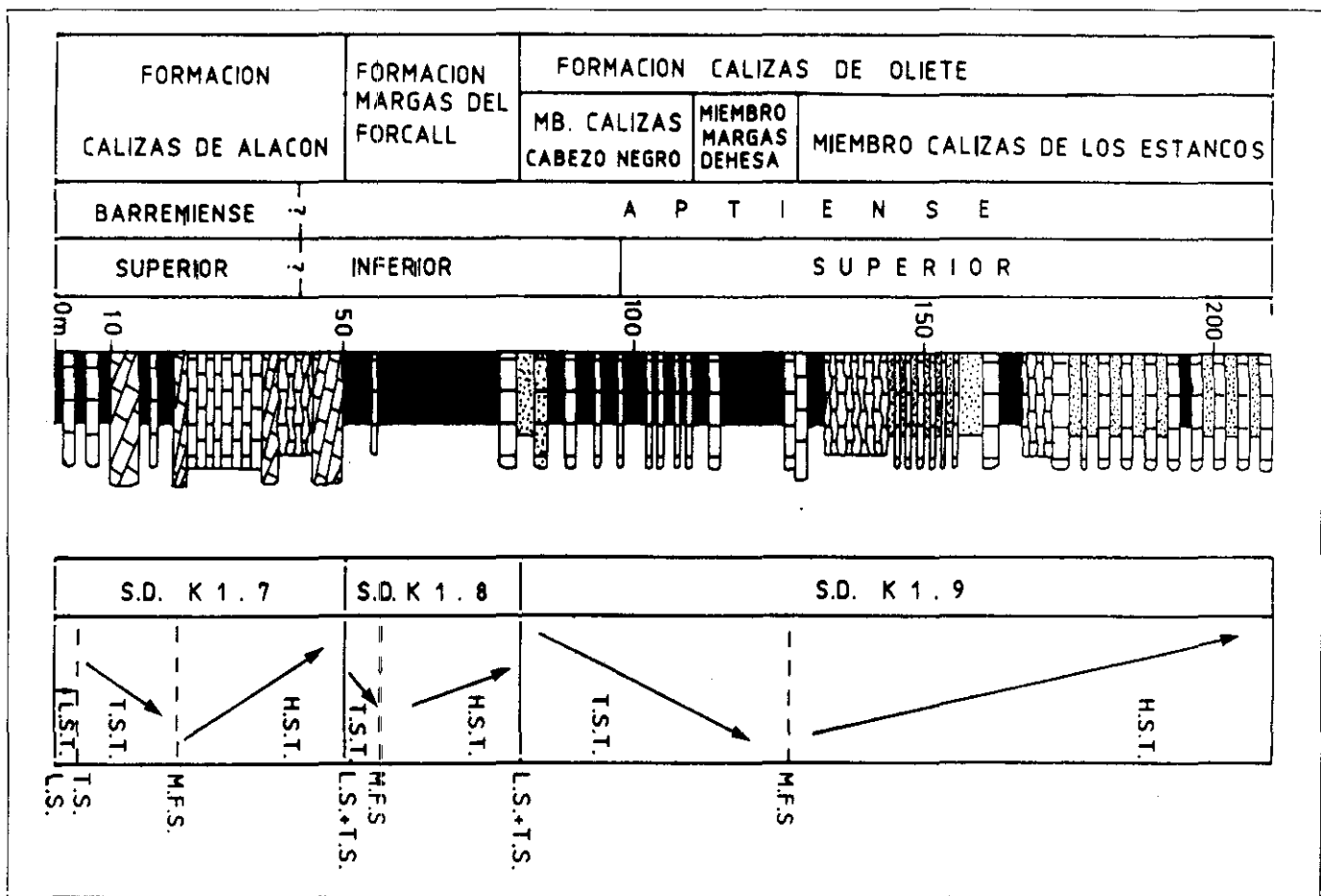
Esta secuencia deposicional abarca a toda la Fm. Calizas de Alacón y tiene, por lo tanto, una edad de Barremiense superior-Aptiense basal, con lo que es correlacionable con la secuencia de depósito barremiense (K1.7) definida por Salas (1987) para la Cuenca del Maestrazgo. Está presente en todos los sectores de la Cubeta con unas potencias que varían de 1,2 m. en la Hoz de la Vieja hasta alrededor de 40-50 m. en el sector central de la cuenca (Alacón, Alcaine, Josa).

El límite inferior de esta secuencia es una discontinuidad que se manifiesta de diferentes maneras a lo largo de la cubeta. En el sector Occidental (Cortes de Aragón) es una disconformidad, que lleva asociada una superficie de erosión que afecta a parte del Barremiense inferior. En este punto, la Fm. Calizas de Alacón reposa directamente sobre el miembro intermedio (Calizas del Morenillo) de la Fm. Blesa, con lo cual se pone de manifiesto una laguna estratigráfica asociada que afecta al menos a todo el miembro superior de esta formación (Mb. de Valdejunco). En el sector oriental y meridional (Barranco del Moro y Gargallo) este límite viene caracterizado por una discordancia angular de escasos grados. En las zonas centrales de la cubeta y en el sector más meridional (Río Ancho) este límite es transicional.

El límite superior de esta secuencia viene dado por una paraconformidad a la que se encuentra asociada a un cambio sedimentológico brusco, pasando de un medio marino somero y energético (facies de barras) a un medio marino abierto con ammonites.

1.1. L.S.T.

Esta secuencia de depósito se inicia con margas y calizas bioclásticas (Wackstone-Pasckstone), que presentan cantidades variables de bivalvos, ostreidos, un gran contenido en ostrácodos y terrígenos. Este conjunto, cuya potencia es de unos pocos metros (4 m. en el perfil de Alacón-Oliete), llega a estar ausente en las zonas más marginales de la cuenca (Andorra y La Hoz de la Vieja). Estos materiales, correspondientes a depósitos de clara influencia continental, se han interpretado como pertenecientes al cortejo sedimentario de bajo nivel del mar (*lowstand system tract*), atribuibles a un medio de plataforma interna confinada y mal comunicada (Secuencias A de la fig. 4A).



Este cortejo sedimentario está limitado a techo por la *transgressive surface* que aparece representada de diferentes maneras a lo largo de la cubeta. En Cortes de Aragón esta superficie se sitúa por debajo de unos niveles con gran cantidad de terrígenos (arenas y calizas arenosas), mientras que en el sector oriental (Barranco del Moro) esta superficie se sitúa por encima de unos niveles dolomíticos (protodolomías). En el resto de la cuenca es más difícil precisar la situación de esta superficie, sobre todo en los perfiles realizados en el sector central, en donde la hemos situado por debajo de los primeros bancos con *Chofatella*.

Aunque la ausencia de fósiles guía nos impide hacer precisiones acerca de intervalo cronoestratigráfico de este cortejo, se le puede asignar, en principio, una edad de Barremiense superior basal. En el corte N-S de la fig. 6.1 puede observarse un pequeño umbral a la altura de Alcaine que separa y aísla dos pequeñas cubetas de sedimentación, en las que queda preservado este cortejo sedimentario.

1.2. T.S.T.

Por encima de la superficie de transgresión se localiza un conjunto de materiales que se interpretan como el cortejo transgresivo (*transgressive systems tract*), que también está ausente en los perfiles más marginales de la cubeta (Andorra y La Hoz de la Vieja). Este cortejo sedimentario está ordenado en secuencias menores (parasecuencias) calizas-margas (secuencias de plataforma submareal somera con influencia de plataforma abierta; secuencias B de la fig. 4A). En ellas se observa un paso paulatino hacia medios más abiertos en donde llegan a ser relativamente abundantes los equinodermos y algunos briozoos, interpretándose como una rampa submareal somera comunicada con medios más abiertos.

El cortejo transgresivo está limitado a techo por la *superficie de máxima inundación*, que solamente ha podido ser bien caracterizada en el perfil Ala-

Fig. 5.—Columna estratigráfica general mostrando la división de ésta en secuencias de depósito y cortejos sedimentarios. Leyenda.—S.D.: Secuencias de depósito; L.S.T.: Cortejo sedimentario de bajo nivel del mar; T.S.T.: Cortejo sedimentario transgresivo; H.S.T.: Cortejo sedimentario de alto nivel del mar; L.S.: Límite de secuencia; T.S.: Superficie transgresiva, y M.F.S.: Superficie de máxima inundación marina.

Fig. 5.—Depositional sequences and systems tracts in the studied units. Legend.—S.D.: Depositional sequence; L.S.T.: Lowstand system tract; T.S.T.: Transgressive system tract; H.S.T.: Highstand system tract; L.S.: Sequence limit; T.S.: Transgressive surface, and M.F.S.: Maxime flooding surface.

cón-Oliete, en donde se ha definido por la presencia de un nivel calcáreo con gran cantidad de glauconita. En el resto de los perfiles esta superficie es más difícil de delimitar y se ha situado allí donde se observa un cambio en la evolución secuencial que da paso al cortejo sedimentario de alto nivel del mar (H.S.T.).

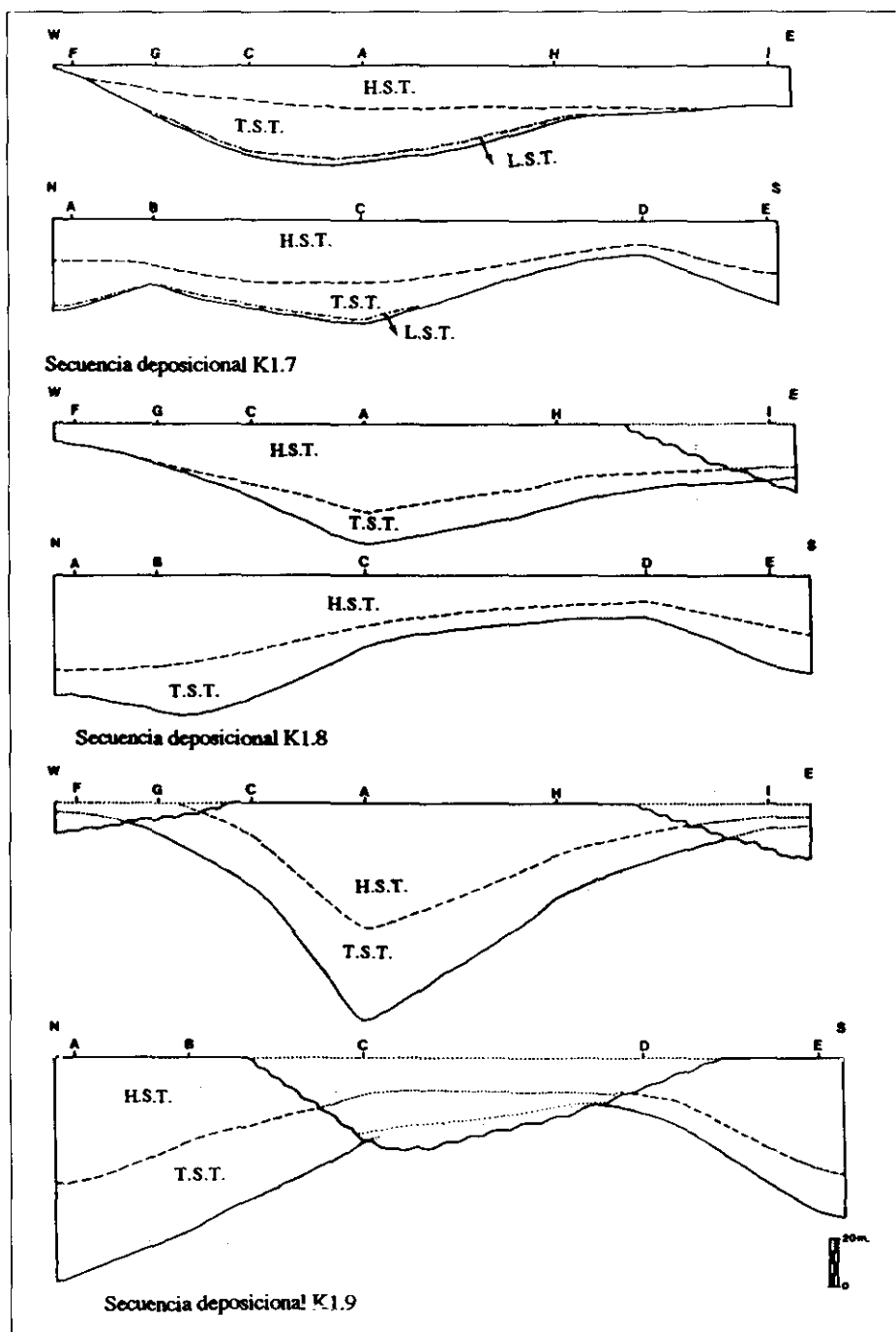
El cortejo sedimentario transgresivo abarca un intervalo cronoestratigráfico atribuible al Barremiense superior. Durante este período de tiempo se observa una apertura progresiva del medio de depósito (rampa submareal somera) en donde se aprecia un enriquecimiento en elementos de medios más abiertos (equinodermos y briozoos). Este cortejo sedimentario se ha identificado en los perfiles de Alcaine, Josa, Cortes de Aragón, Barranco del Moro, Alacón-Oliete, Gargallo y Río Ancho, observándose su disposición claramente expansiva sobre los materiales del cortejo de bajo nivel del mar, con una geometría de onlap sobre el margen de la cuenca. Durante el depósito de este cortejo se supera el umbral que aparece durante el L.S.T. a la altura de Alcaine.

1.3. H.S.T.

Este cortejo sedimentario que se sitúa por encima de la superficie de máxima inundación marina está caracterizado por secuencias menores incompletas (parasecuencias) de margas-calizas nodulosas-calizas bioclásticas. En los materiales correspondientes a este cortejo (H.S.T.), que aparecen representados en todos los perfiles (incluso en los más marginales), hay por lo general una disminución paulatina de los fósiles indicadores de ambientes más abiertos (equinodermos, briozoos...), al mismo tiempo que se desarrollan barras calcáreas con una acusada componente Sur (Secuencias de Barras calcareníticas, secuencias C de la fig. 4A). Este hecho indica, por una parte, la progradación de las barras sobre toda la plataforma, y por otra, un aumento importante en la energía del medio, que nos permite indicar el paso hacia ambientes marinos más someros (rampa submareal somera con desarrollo de "shoals").

Fig. 6.—Panel de correlación en el que se muestra la reconstrucción de la cubeta en función de los espesores observados. Se muestra la disposición de los distintos cortejos sedimentarios para cada una de las secuencias deposicionales estudiadas según una dirección E-W y otra N-S. Leyenda.—A: Alacón-Oliete; B: Alcaine; C: Josa; D: Gargallo; E: Río Ancho; F: La Hoz de la Vieja; G: Cortes de Aragón; H: Barranco del Moro, e I: Andorra.

Fig. 6.—N-S and E-W cross sections to the Oliete basin, showing in systems tracts distribution in the three defined depositional sequences. Legend.—A.: Alacón-Oliete; B: Alcaine; C: Josa; D: Gargallo; E: Río Ancho; F: La Hoz de la Vieja; G: Cortes de Aragón; H: Barranco del Moro, and I: Andorra.



En el perfil Alacón-Oliete, los elementos que se aparecen en las últimas barras corresponden a ambientes abiertos con abundantes fragmentos de equinodermos, pero los estudios realizados sobre las microfacies de estas barras muestran que han sufrido una diagénesis claramente meteórica, lo que viene a corroborar la progresiva somerización del medio de depósito.

Este cortejo sedimentario presenta un intervalo cronoestratigráfico que abarca al Barremiense superior terminal y al Aptiense basal. Este cortejo es claramente expansivo sobre el anterior y presenta una geometría de onlap sobre el margen de la cuenca. Durante el depósito de este cortejo se produce la progradación de las facies de Barras calcareníticas sobre la rampa.

En esta secuencia se observa claramente la existencia de dos depocentros en la cuenca, uno en Josa y otro a la altura de Alacón-Oliete, tal y como puede observarse en la fig. 6.1. En el corte O-E se observa la influencia que empieza a tener el umbral de Ejulve (situado at E), en la sedimentación de los cortejos sedimentarios de bajo nivel del mar y transgresivo, limitando claramente la extensión de éstos. En el corte N-S se aprecia la influencia del umbral de Montalbán, observándose una clara disminución de los espesores medidos en ese área, aunque es rebasado durante el depósito del cortejo sedimentario transgresivo. Por encima de este umbral debió de establecerse la comunicación entre la cubetas de Oliete y Aliaga-Peñagolosa, posiblemente a través de una zona situada entre Montalbán y Gargallo (perfil de Río Ancho).

2. SECUENCIA DEPOSICIONAL DE JOSA O S.D.2

Esta secuencia deposicional comprende a la Fm. Margas del Forcall. La edad de esta secuencia es, por lo tanto, Aptiense inferior, siendo correlacionable con la secuencia de depósito S.D. K1.8 definida por Salas (1987) para la Cuenca del Maestrazgo. Está presente en toda la cubeta salvo en su extremo más oriental (Andorra). El espesor de esta unidad en el corte-tipo es de unos 30 m., aunque en los perfiles de Alacón-Oliete y Río Ancho alcanza espesores de hasta 60 m.

Su límite inferior es una paraconformidad que viene marcada por un cambio litológico brusco y que lleva asociada en algunas ocasiones superficies ferruginosas. El límite superior es otra paraconformidad que se manifiesta de diferentes maneras a lo largo de la cuenca y que marca, en cualquier caso, un cambio de signo en la evolución secuencial. En la casi totalidad de la cuenca este límite se aprecia fácilmente, ya que por encima de él se localiza la entrada de terrígenos siliciclásticos. En la zona central (perfil Alacón-Oliete), en donde no aparecen estos terrígenos, se materializa en forma de Hard ground:

superficie endurecida, perforada, con encostramientos ferruginosos y abundante bioturbación horizontal.

2.1. T.S.T.

Sobre la superficie de discontinuidad basal de esta secuencia, que puede llevar asociada ferruginizaciones, se sitúan directamente las facies margosas de ambientes más externos o abiertos que interpretamos como integrantes del cortejo transgresivo, con lo que no encontramos representado el cortejo de bajo nivel del mar. Por tanto, en el límite inferior de esta secuencia o superficie basal coincide el límite de secuencia y la superficie transgresiva.

El T.S.T. está representado por secuencias calizas-margas (secuencias de plataforma submareal abierta, secuencias D de la fig. 4B), en donde las calizas muestran condiciones de depósito claramente abiertas con presencia de ammonites, corales solitarios y briozoos. En este cortejo sedimentario se desarrolla alguna barra calcarenítica y bioclástica, que muestra una clara componente retrogradacional, hacia el Norte (Barranco del Moro y Alacón-Oliete), interpretándose todo este conjunto como correspondiente a una rampa submareal abierta. El cortejo transgresivo no aparece representado en el sector más occidental de la cubeta (La Hoz de la Vieja-Cortes de Aragón).

Este cortejo sedimentario está limitado superiormente por la *superficie de máxima inundación* que viene representada en gran parte de la cuenca por una superficie ferruginosa, en la que se observan frecuentemente perforaciones.

El inicio de este cortejo sedimentario viene marcado por un cambio sedimentológico brusco, que da paso a una sedimentación esencialmente margosa propia de una rampa submareal abierta. Durante el depósito de este cortejo se produce la retrogradación de las facies depositadas sobre la rampa, hecho éste que ha podido ser corroborado por los sentidos de paleocorriente medidos en las barras que aparecen en este cortejo. El intervalo cronoestratigráfico de este cortejo abarca la parte superior de la zona *fissicostatus* y las zonas *forbesi* y *deshayesi* (Murat, 1983; Martínez *et al.*, 1991) todas ellas pertenecientes al Aptiense inferior.

2.2. H.S.T.

Por encima de T.S.T. se sitúa el cortejo sedimentario de alto nivel del mar, que está representado incluso en los perfiles más marginales, a excepción del sector más oriental de Andorra, donde no aparece esta secuencia deposicional, marcando una geometría de onlap hacia el continente. Está constituida por secuencias marga-caliza (Secuencias de plataforma interna, secuencia E de la

fig. 4B), en donde las margas adquieren un paulatino enriquecimiento en material terrígeno fino. Por otra parte, las calizas presentan fósiles propios de ambientes más someros (bivalvos, ostreidos, gasterópodos y serpúlidos), produciéndose, al mismo tiempo, un aumento de la energía del medio, que se traduce en la presencia de potentes bancos bioclásticos (packstone-grainstone) con sets de estratificación cruzada planar y en surco a techo de la secuencia, con dirección progradacional hacia el Sur, tal y como se ha observado en el perfil de Josa. Este cortejo sedimentario se ha interpretado como generado en una rampa proximal.

El intervalo cronoestratigráfico de este cortejo sedimentario incluye a gran parte de la zona *bowerbonki* (Martínez et al., 1991) perteneciente al Aptiense inferior. Este cortejo se ha identificado incluso en los perfiles más occidentales de la cuenca, siendo claramente expansivo con respecto al cortejo anterior, con una geometría de onlap hacia el continente. Este cortejo sedimentario marca un cambio de signo en la evolución secuencial respecto al cortejo anterior, produciéndose un paso progresivo hacia medios cada vez más restringidos de rampa proximal.

En esta secuencia de depósito se observa un único depocentro de la cuenca, localizado a la altura de Alcaine (ver fig. 6.2). En el corte O-E se sigue observando la influencia del umbral de Ejulve, aunque parece ser que ésta es menor que en la anterior secuencia deposicional, ya que parece haber sido rebasado por el cortejo transgresivo. En cambio, la influencia del umbral de Montalbán es muy patente durante la sedimentación de esta secuencia, apreciándose perfectamente en el corte N-S entre Josa y Gargallo, por la importante reducción del espesor, correspondiente a un área menos subsidente.

3. SECUENCIA DEPOSICIONAL DE OLIETE O S.D.3

Esta secuencia deposicional comprende a toda la Fm. Calizas de Oliete, por lo que la edad de esta secuencia es Aptiense inferior terminal-Aptiense superior y se puede correlacionar con la secuencia de depósito S.D. K1.9 de Salas (1987). El Mb. Calizas de Cabezo Negro está representado en el sector central de la cubeta (Alacón-Oliete), en donde alcanza espesores de unos 30 m. Este espesor se atenúa hacia los sectores oriental, occidental y meridional (Barranco del Moro, Cortes de Aragón, Gargallo y Río Ancho), llegando a desaparecer en las zonas más marginales de la cubeta (La Hoz de la Vieja y Andorra). Los miembros Margas de la Dehesa y Calizas de los Estancos afloran en el sector central de la cubeta (Alacón-Oliete, Alcaine), en parte del

sector oriental (Barranco del Moro) y en el sector más meridional (Río Ancho).

El límite inferior es una paraconformidad que coincide con el límite superior de la anterior secuencia deposicional y viene marcada por la presencia de importantes cantidades de terrígenos siliciclásticos. El límite superior es una discontinuidad que viene marcada por una superficie discordante y erosiva, con ferruginización, incrustaciones de ostreidos y perforaciones (Querol, 1990).

En la Cubeta de Oliete no aparece representada la última secuencia deposicional del Cretácico inferior, de tal manera que sobre los materiales del Aptiense superior aparecen los correspondientes a la Formación Escucha de edad Albiense medio. De esta forma, la laguna estratigráfica asociada al límite superior de esta secuencia de depósito abarca todo el Albiense inferior.

3.1. T.S.T.

La secuencia se inicia, en casi toda la cubeta, con la aparición de terrígenos que llegan a tener una gran importancia en el sector oriental de la Cubeta (perfil del Barranco del Moro). Solamente en el sector central de la cuenca (Alacón-Oliete), no se observa claramente esta entrada de terrígenos y en este caso, el inicio de la secuencia se realiza sobre una superficie ferruginosa con perforaciones y abundantes pistas fósiles. En ambos casos, sobre esta discontinuidad se encuentran los materiales que interpretamos como pertenecientes al cortejo transgresivo, por lo que no estarían representados los materiales del cortejo sedimentario del bajo nivel del mar. Así pues, en esta superficie coinciden, al igual que en la anterior secuencia de depósito, el L.S. y la T.S.

El cortejo sedimentario transgresivo comprende al Miembro de Cabezo Negro y parte del Miembro de la Dehesa y está prácticamente representado en todos los perfiles en que aparece esta secuencia deposicional, que es claramente menos expansiva que las anteriores, mientras que en las áreas más marginales de la Cubeta (Andorra, La Hoz de la Vieja), se encuentra ausente.

El inicio de este cortejo sedimentario marca un cambio de signo en la evolución secuencial, con respecto a la anterior secuencia deposicional, y está representado por un conjunto de parasecuencias calizas-margas (secuencias de plataforma submareal somera, secuencias F de la fig. 4C). En algunos puntos de la Cubeta (Barranco del Moro, Cortes de Aragón) se intercalan barras calcareníticas, dentro del Mb. de Cabezo Negro, que presentan una marcada componente Norte, lo que viene a indicar una retrogradación de la plataforma hacia facies que tiene cada vez una mayor influencia marina. El Mb. de la Dehesa está formado por margas con algunas intercalaciones calcáreas a techo

(secuencias de plataforma submareal comunicada, secuencias G de la fig. 4C) y representa el medio más abierto de esta secuencia deposicional.

El intervalo cronoestratigráfico de este cortejo abarca la parte superior de la zona *bowerbonki* (Aptiense inferior) y las zonas *martinoides* y *nutfieldiensis* (Martínez *et al.*, 1991) del Aptiense superior, situándose el límite entre ambos hacia la parte inferior del cortejo. Durante el depósito de este cortejo se observa una apertura paulatina del medio hacia condiciones más abiertas, produciéndose el paso de una rampa submareal somera a una rampa submareal abierta y bien comunicada. Además, los sentidos de las paleocorrientes medidas marcan una componente claramente retrogradacional. Este cortejo se ha identificado en los perfiles de Alacón-Oliete, Barranco del Moro, Cortes de Aragón, Alcaine, Gargallo y Río Ancho.

3.2. H.S.T.

En los niveles superiores del Mb. de la Dehesa se produce el paso del cortejo transgresivo al cortejo de alto nivel del mar limitado inferiormente por la *superficie de máxima inundación*. Esta superficie se ha situado por debajo de las primeras intercalaciones bioclásticas que se localizan hacia techo de esta unidad, correspondientes a secuencias de rampa submareal somera (secuencia H de la fig. 4C).

Por encima de este miembro aparece el Mb. Calizas de los Estancos que constituye el cortejo sedimentario de alto nivel, claramente progradante sobre las facies transgresivas de los miembros anteriores, con secuencias de plataforma interna. La sedimentación se hace progresivamente más costera, produciéndose hacia la mitad superior de esta unidad una entrada importante de material terrígeno, que se traduce en la presencia de arenas de grano fino a medio y calizas arenosas. Este cortejo sedimentario se ha interpretado como correspondiente a una rampa proximal y somera (secuencias I de la fig. 4C).

El intervalo cronoestratigráfico de este cortejo sedimentario abarca a la zona *jacobi* perteneciente al Aptiense superior.

En la fig. 6.3 se observa cómo durante la sedimentación de esta secuencia de depósito aparece un único depocentro en la cuenca situado a la altura del perfil Alacón-Oliete. En esta secuencia se observa mucho más claramente que en las anteriores la influencia del umbral de Ejulve, produciéndose variaciones de espesor muy acusadas hacia el borde E de la cuenca. También, tal y como puede observarse en el corte N-S, la actuación del umbral de Montalbán sigue siendo muy marcado durante el depósito de esta secuencia, ejerciendo un control tanto en el espesor del registro sedimentario como en la comunicación con la Cubeta de Aliaga-Peñagolosa y la distribución de facies.

CONCLUSIONES

A la luz de los datos aquí expuestos podemos destacar que:

a) Los estudios sedimentológicos realizados permiten indicar que cada una de las unidades estudiadas presentan un ciclo de evolución, produciéndose en ellas un paso de medios marinos submareales más o menos abiertos (según la unidad en la que estemos) a condiciones cada vez más restringidas que marcan una progresiva somerización del medio de depósito, y no una única evolución para cada unidad (transgresiva o regresiva), tal y como propone Murat (1983).

b) La aplicación para el área de estudio de la metodología de trabajo que propone la Estratigrafía secuencial ha permitido realizar una nueva división de los materiales estudiados en unidades genéticas limitadas por discontinuidades, diferenciándose para la Cubeta de Oliete tres secuencias de depósito correlacionables respectivamente con las secuencias de depósito S.D. K1.7, K1.8 y K1.9, definidas por Salas (1987) para la Cuenca del Maestrazgo y Aliaga-Peñagolosa. La correlación de las unidades definidas en la Cubeta de Oliete con las establecidas para las otras dos cuencas se ha efectuado en función de la similitud de edades, pero conviene matizar, que la S.D. K1.9 de Oliete no se corresponde litológicamente con la definida en Aliaga-Peñagolosa. Así, algunos autores identificaban a la Fm. Oliete como lateral y equivalente a la Fm. Villarroya de los Pinares, presente en la Cubeta de Aliaga-Peñagolosa (Salas, 1987 y Martínez *et al.*, 1991), considerando a tal efecto que el Mb. Inferior de la Fm. Oliete estaría incluido en la S.D. del Forcall, puesto que el Mb. Inferior de la Fm. Villarroya pertenece a dicha secuencia. Los datos obtenidos en la Cubeta de Oliete parecen no corroborar las afirmaciones anteriores, planteando la posibilidad de que la Fm. Oliete no sea en su totalidad equivalente temporal de la Fm. Villarroya.

c) El análisis sedimentológico ha permitido diferenciar, dentro de cada secuencia de depósito, los distintos cortejos sedimentarios que la componen. Así, en la S.D. K1.7 se han identificado los tres cortejos sedimentarios (L.S.T., T.S.T. y H.S.T.). En las otras dos secuencias de depósito sólo se han identificado los dos últimos cortejos sedimentarios (T.S.T. y H.S.T.).

d) Finalmente cabe destacar que en la Cubeta de Oliete la sedimentación está condicionada por la actuación de dos umbrales paleogeográficos: el umbral de Ejulve y el de Montalbán. Estos umbrales van a limitar la extensión de la cuenca de sedimentación tanto al E como al S.

El umbral de Montalbán es rebasado por las distintas secuencias de depó-

sito, identificándose una zona de comunicación entre la Cubeta de Oliete y la de Aliaga-Peñagolosa que se debe situar entre las poblaciones de Montalbán y Gargallo.

AGRADECIMIENTOS

El estudio realizado para la elaboración de este artículo ha sido cofinanciado por el proyecto de la DGICYT PB89/0230, el Instituto de Estudios turolenses y por el Programa Europa CB2/91 de la Caja de Ahorros de la Inmaculada.

BIBLIOGRAFÍA

- AURELL, M. (1991): "Identification of systems tracts in low angle carbonate ramps: examples of the Upper Jurassic of the Iberian Chain E Spain)". *Sediment. Geol.*, 72 (in litt.).
- CANEROT, J. (1970): "Stratigraphie et Paléogéographie du Crétacé inférieur de la région d'Oliete (Prov. de Teruel, Espagne)". *C.R.Somm. des Scien. de la Soc. Géol. de France*, 4: 119-120.
- CANEROT, J. (1971): "L'évolution paléogéographique du domaine ibérique oriental pendant le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur. Remarques sur l'épirogenèse neocimmérienne". *CR. du 96ème Congrès National des Soc. savantes, Toulouse*. Section des Sciences, II: 315-320.
- CANEROT, J. (1974): "*Recherches géologiques aux confins des Chaines ibériques et catalane (Espagne)*". These Doct. és Sc. Nat. Toulouse, ENADISMA, trabajos de tesis. 517 pp., 121 fig., 38 pl., 1 pl. h-t., 1 carte 1:200000.
- CANEROT, J. y CUGNY, P. (1980): "*Le Crétacé inférieur de la cuvette d'Oliete*". In: *Le Crétacé du Maestrazgo. Excursion 1980: Groupe français du Crétacé, Grupo español del Mesozoico*. 135-152.
- CANEROT, J. y CUGNY, P. (1981): "Corte de Oliete (Alacón y alrededores)". In: *El Cretácico de la Cordillera Ibérica (sector central). Libro Guía exc. Grupo Esp. del Mesozoico*. Zaragoza, 1981: 3845.
- CANEROT, J.; CUGNY, P. y MURAT, B. (1982): "Le bassin éocretacé d'Oliete (Prov. de Teruel, Espagne): un modèle de bassin de plateforme instable". *Cuad. Geol. Ibér.*, 8: 267-282.
- CANEROT, J.; CUGNY, P.; BRUN, L. y SOUDET, (1979): "Première contribution à l'étude d'un modèle paléocéologique: le bassin éocretacé d'Oliete (Prov. de Teruel)". *7ème R.A S.T., Lyon 1979, Soc. Géol. Fr.*, 99 pp.
- CUGNY, P. y GROSIDIER, E. (1987): "Analyse quantitative de la distribution des ostracodes et de leurs gisements dans le bassin éocretacé d'Oliete (Espagne)". *Géologie Méditerranéenne*, XIV (2): 153-160.

- HAQ, B.U.; HARDENBOL, J. y VAIL, P.R. (1987): "Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic". *Science*, 235: 1156-1167.
- MARTÍNEZ, R.; GRAUGES, A. y SALAS, R. (1991): "Ammonites del Aptiense-Albiense de las Cordilleras Costero-Catana e Ibérica Oriental y su significación bioestratigráfica". *III Congr. Cret. España*. Libro de resúmenes, pp. 45.
- MARTÍN i CLOSAS, C. (1989): "Els caròfits del Cretaci inferior de les conques perifèriques del Bloc de l'Ebre". Tesis Doct. Dpto. de Geología Dinámica, Geofísica i Pateontología. Fac. de Geología. Univ. de Barcelona, 581 pp.
- MEKEL, J.F.M. (1976): "Explicación de los mapas geológicos de las regiones de Muniesa-Oliete y Montalbán-Obón. Estratigrafía". Dpto. Geol. I.T.C. Enschede. Holanda 45 pp.
- MURAT, B. (1983): "Contribution à l'étude stratigraphique, sédimentologique et tectonique du bassin éocrétaqué d'Oliete (Prov. de Teruel, Espagne)". Thèse Doct. Travaux du lab. Géol. Sed. et Paleont. Univ. Paul Sabatier. Toulouse, 247 pp.
- MURAT, B.; CANEROT, J. y CUGNY, P. (1982): "Evolution de l'aire de sédimentation éocrétaqué du bassin d'Oliete (Prov. de Teruel, Espagne)". *9ème R A.S.T.* Paris, 464 pp.
- QUEROL, X. (1990): "Distribución de la materia mineral y azufre en los carbones de la Formación Escucha. Relación con los factores geológicos, sedimentológicos y diagenéticos". Tesis Doctorat. Univ. Barcelona (Dpto. G.P.P.G.). 509 pp.
- QUEROL, X. y SOLÉ DE PORTA, N. (1989): "Precisiones cronoestratigráficas sobre la Fm. Escucha en el sector noroeste de la Cuenca del Maestrazgo. Cordillera Ibérica Oriental". *Acta Geol. Hisp.*, 24: 73-82.
- SALAS, R. (1987): "El Malm i el Cretaci inferior entre el Massis de Garraf i la Serra d'Espadà". Tesi. Doct. Univ. de Barcelona, I:345 pp., II:figs.
- SALAS, R. (1989): "Evolución estratigráfica secuencial y tipos de plataforma de carbonatos del intervalo Ofordiense-Berriasiense en las Cordilleras Ibérica Oriental y Costero Catalana Meridional". *Cuadernos de Geología Ibérica*, 13: 121-158.
- VAIL, P.R.; MITCHUM, R.M. y THOMPSON, S. (1977): "Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 4: Global cycles of relative changes of sea level". In: Ch. E. Payton, ed. *Seismic stratigraphy. Applications to hydrocarbon exploration. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 26: 23-97.
- VAN WAGONER, J.C.; POSSAMENTIER, H.W.; MITCHUM, R.M.; VAIL, P.R.; SARG, J.F.; LOUITT, T.S. y HARDENBOL, J. (1988): "An Overview of the fundamentals of sequences stratigraphy and key definitions. In: "Sea level changes an integrated Approach". *S.E.P.M. Spec. Public.* No. 42:3945.

Manuscrito recibido: 27 diciembre 1991.

Revisión aceptada: 5 mayo 1993.