

# Estratigrafía secuencial en el Cretácico del Prebético y del Golfo de Valencia a partir de sondeos profundos

*Sequence stratigraphy of Prebetic and Gulf of Valencia Cretaceous from deep well logs (SE. Spain)*

W. Martínez del Olmo

Repsol Exploración, S.A. Paseo de la Castellana, 280 - 28046 Madrid

## ABSTRACT

Surface and subsurface data obtained from Cretaceous platform facies at southeastern Spain have allowed the characterization of 55 System Tracts. The sedimentary architecture observed from the 21 Depositional Sequences identified, indicates that they were controlled by paleotopography and sea level changes over a margin in the stage of continuous thermal subsidence.

**Key words:** Depositional Sequences, sedimentary architecture, Cretaceous, Spain.

Geogaceta, 20 (1) (1996), 112-115

ISSN: 0213683X

## Introducción

Los sedimentos del Cretácico de los sectores Prebéticos e Ibérico del SE de España constituyen afloramientos prácticamente continuos hasta que se alcanza la línea de costa del Mediterráneo o el frente de las Unidades alóctonas tipo Subbético. Los sondeos de exploración de hidrocarburos permiten observar el Cretácico del segmento autóctono o paraúctono en un área sustancialmente más extensa que la definida por los afloramientos septentrionales. Ellos proveen información de los sectores cubiertos por el Mediterráneo, el frente Subbético y el extenso corredor Paleógeno-Neógeno que, adosado por el Norte a dicho frente, constituye el límite meridional de los afloramientos cretácicos.

Sobre el área de afloramientos existe una importante serie de trabajos de superficie que proporcionan tanto un significativo conocimiento estratigráfico en base a Unidades Litoestratigráficas, Formaciones, Miembros, etc... como una localización de las principales, mayores o más evidentes, discontinuidades estratigráficas que enmarcan los conjuntos litológicos (García Quintana, 1977, Mas, 1981, Vilas *et al*, 1982, García Hernández *et al*, 1982, Leret *et al*, 1982, Vera *et al*, 1982 y Martín Chivelet, 1994).

En general estos trabajos no han abordado la interpretación del Cretácico en base a los conceptos involucrados en las «Depositional Sequences» (Vail, 1987., Mitchum *et al*, 1977) y es así como numerosas Unidades Litoestratigráficas y Formaciones in-

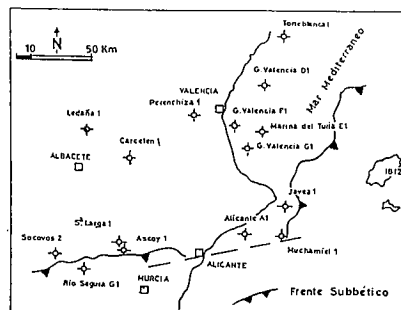


Fig. 1.- Sondeos usados en la interpretación.

Fig. 1.- Location map of wells used in the interpretation.

cluyen más de un «System Tract» e incluso más de una Secuencia de Depósito, por lo que muchas discontinuidades estratigráficas límites de Secuencias de Depósito o límites de «System Tracts» no han sido descritas.

La información lito y bioestratigráfica provista por los sondeos puede ser correlacionada con la interpretación de las parasecuencias transgresivas y regresivas que proveen las diagrfas de pozo y el control litológico que a través de ripios o de las propias diagrfas puede establecerse. La escala de observación métrica (secuencias elementales), decamétrica o hectométrica (parasecuencias o System Tracts), las modalidades de superposición y las posibilidades de correlación pozo a pozo, permiten una interpretación estratigráfica secuencial, más fácil, directa y precisa que la derivada

de las difíciles condiciones de observación de los afloramientos que ciertos conjuntos litológicos facilitan (Rider, 1990, Serra, 1986, Vail y Wordnart, 1990, Van Wagoner *et al*, 1990, Martínez del Olmo *et al*, 1994 y 1996 a y b, Wordnart y Vail, 1991).

Esta metodología de interpretación en subsuelo ha sido aplicada al Cretácico del S.E. peninsular en un trabajo más extenso (tesis doctoral en curso de realización) en el que creemos se justifica la interpretación global que a modo de conclusiones tratamos ahora de presentar y de la que como ejemplo mostramos la interpretación en pozo de las Secuencias de Depósito que hemos llamado Escucha y Utrillas.

## Secuencias de depósito

A partir de la interpretación de quince sondeos profundos realizados en los sectores Prebético e Ibérico (Fig. 1), en el intervalo Tithonico-Paleoceno, se han interpretado y correlacionado 21 Secuencias de Depósito que están conformadas por 55 System Tracts. Sea por su observación sobre un generalizado dominio de plataforma, por la condensación extrema, ausencia o dificultad de interpretación, no todas las Secuencias de Depósito contienen los tres conceptuales System Tracts (Bajo, Transgresivo y Alto), lo que no quiere decir que en otras paleogeografías aún más externas o internas, que no alcanzaron nuestros sondeos, los Cortejos de Nivel Bajo no tengan registros sedimentarios correlativos. Del mismo modo, no debe tampoco interpretarse que las Secuencias de Depósito diferen-

ciadas constituyan la totalidad del registro estratigráfico secuencial del área observada. La respuesta o eficacia sedimentaria a las causas genéticas que originan las Secuencias de Depósito no puede entenderse idéntica en todas las paleogeografías de una cuenca. Cambios eustáticos moderados y de corta duración proporcionan registros sedimentarios visibles en los márgenes de la cuenca extremos y condensados en las restantes paleogeografías. La condensación estratigráfica y sedimentaria es para los métodos de subsuelo un obstáculo tan importante como lo es para los métodos de superficie.

Estas diferencias de respuesta sedimentaria a un cambio eustático, conceptualmente global, las áreas de sedimentación y condensación y la deformación tectónica de cada cuenca, provocan, como en este caso, que no siempre encontremos en el área de nuestras observaciones una correlación con la conocida carta o registro secuencial de Haq *et al.*, (1987), especie de «estratotipo» de cuencas con sedimentación continua.

Hagamos también notar que la cronoestratigrafía de los límites de Secuencias de Depósito que interpretamos (Fig. 2) no es más precisa que el nivel Piso Estratigráfico que indicamos. Esta laguna proviene tanto de la dificultad intrínseca que tal datación precisa, diacronía de los «onlap y downlap» transgresivos y regresivos, condensaciones estratigráficas, etc..., como del escaso y difícil control bioestratigráfico que las condiciones de perforación proporcionan. Las discontinuidades estratigráficas mayores, recogidas en las notas bibliográficas, constituyen el más fino control cronológico al que por correlación subsuelo-superficie hemos adaptado las observaciones de sondeo.

La presentación de Secuencias de Depósito con uno o dos subíndices no quiere significar ninguna jerarquización de las causas genéticas que las individualizan. Es tan solo la indicación de la diferenciación secuencial observada entre las discontinuidades bibliográficas, usualmente acompañada por cambios litológicos notables y una cierta guía que nos sirve para diferenciar nomenclaturas tales como: Neocomiense 1 y 2; Weald, Urgoniano 1 y 2, Escucha, Utrillas, Cretácico Dolomítico y Senonense 1 y 2, que intuitiva y rápidamente nos introducen en una escala cronológica.

Las correlaciones pozo-pozo y pozo-superficie de cada System Tract individual posibilitan la interpretación de todos los cambios de facies que desde margen a cuenca se realizan en el seno de cada Cortejo de Nivel. Por razones de espacio impuestas por la edición de este Congreso no será posible que tal interpretación sea presentada,

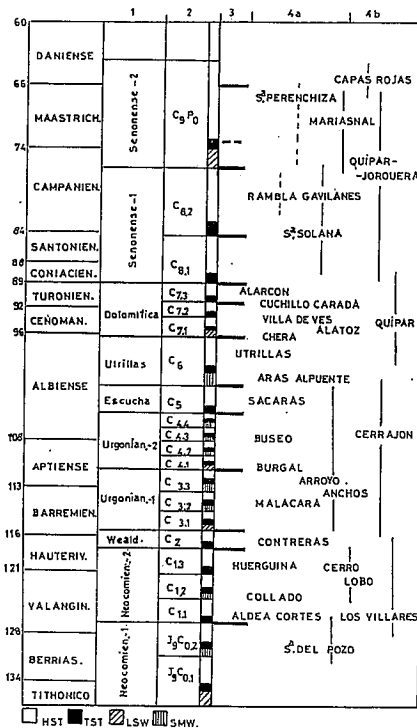


Fig. 2.- Estratigrafía Secuencial obtenida. 1-2: Secuencias de Depósito y System Tracts. 3: Discontinuidades sedimentarias descritas en referencias bibliográficas. 4a-4b: Principales nomenclaturas formacionales.

Fig. 2.- Sequential stratigraphy scheme for the working area. 1-2: Depositional Sequences and System Tracts. 3: Discontinuities according to bibliographic references. 4a-4b: Terminology of main formations.

pero en el trabajo base que ahora pretendemos resumir (Martínez del Olmo, 1996) podrá encontrarse tal arquitectura sedimentaria. Un ejemplo para las Secuencias de Depósito denominadas Escucha y Utrillas acompaña esta comunicación (Figs. 3 y 4), y de algún modo, el cuadro de correlación con los datos de superficie permite una primera gran aproximación a la compleja arquitectura de facies que resulta de una tal subdivisión en System Tracts.

### Transversal margen-cuenca

Todas las observaciones recogidas en la interpretación y correlación de «System Tracts y Depositional Sequences», especialmente las relativas a espesores, facies y modos de superposición espacial y temporal, pueden ser trasladadas a una transversal esquemática margen-cuenca que recoge la proyección de los sondeos a una única línea. Es indudable que los sondeos son una

ventaja sobre las columnas de campo, pues aseguran la superposición en una vertical paleogeográfica de cientos a miles de metros de sedimentos, posibilidad nada usual ni aún en las cuencas notablemente deformadas y aflorantes.

Una transversal de este tipo es representada a escala 1:1 y a escala 1:10. En esta segunda representación (Fig. 5) se muestran todos los grupos de Secuencias, visualizando así los hechos más sobresalientes que pueden detectarse en la arquitectura de esta plataforma y cuenca del Cretácico:

1) Progradación de las facies continentales tipo Weald (C<sub>2</sub>) hasta paleogeografías tan meridionales como la representada por el sondeo Río Segura G-1.

2) Notable retrogradación de las líneas de costa del Urgoniano-2 respecto del Urgoniano-1, que es también traducida en una menor progradación del borde externo de sus plataformas. Los anómalos espesores cortados para estos grupos de Secuencias (C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>) en los sondeos de Ascoy y Río Segura sugieren que dichos bordes externos constituyeron zonas de bioconstrucción, en especial en los System Tracts de Nivel Alto (HST) de las Secuencias de Depósito C<sub>3,2</sub>, C<sub>3,3</sub>, C<sub>3,4</sub> y C<sub>4,2</sub>, C<sub>4,3</sub>.

3) La expresión de un borde externo, también probablemente acrecido y en facies dolomíticas en la Secuencia Utrillas (C<sub>6</sub>).

4) Sobre este borde externo se produce el hiato de la Secuencia Senonense-1 (C<sub>8</sub>) merced a la erosión correlativa con el LST del Senonense-2 (C<sub>8</sub>Pal). Esta Franja Anómala (Martínez del Olmo *et al.*, 1982) controlará el borde deposicional del Paleógeno marino.

Cuando la transversal margen-cuenca se dibuja a una escala horizontal más distorsionada y vertical que permite la reconstrucción de todos los System Tracts diferenciados (Fig. 6), nuevas observaciones locales y conceptuales pueden ser expresadas.

La gran plataforma del Cretácico med. y sup. se construyó sobre una geometría preparada por la gran progradación que ocasionaron los sistemas siliciclásticos del Jurásico sup-Cretácico inf. que llamamos Neocomiense-1 (J<sub>9</sub>C<sub>0</sub>). Las viejas líneas de costa alcanzadas durante el Jurásico solo pudieron ser extendidas por la transgresión del Cenomanense (C<sub>7</sub>), impulso que generó una gran y somera plataforma cuyo borde externo se superpuso grosso-modo al viejo talud progradacional del Jurásico superior.

Nuestras observaciones de sondeo no alcanzan ni al margen interno ni a las facies de cuenca más meridionales, pero si las completamos con las observaciones de superficie podemos estimar que a excepción del Cretácico sup. todas las Secuencias de

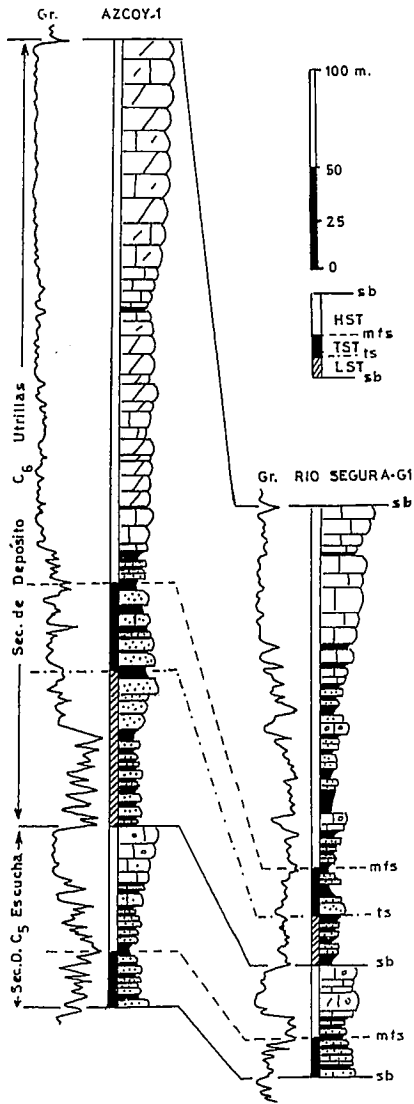


Fig. 3.- Ejemplo de interpretación y correlación. Secuencias de Depósito C<sub>5</sub> y C<sub>6</sub>.

Fig. 3.- System Tracts interpretation and correlation. Albian Depositional Sequences (C<sub>5</sub> - C<sub>6</sub>).

Depósito construyeron plataformas de tipo mixto: segmento medio-interno siliciclástico y segmento medio-externo carbonático. Como los clásticos también alcanzaron las facies talud-cuenca, es imprescindible la presencia de fenómenos de by-passing desde la plataforma a la cuenca. Estos fenómenos ocasionaron importantes sistemas turbidíticos tanto en los System Tracts LSW/SMW como HST y fueron especialmente notables en Neocomiense y Albiense. El primer tipo de turbiditas evidencia claras señales de agradación y es sustancialmente semejante al propuesto por Vail (1987) para los Cortijos LSW. El segundo tipo de turbiditas caracteriza una progradación semejante a la del talud deposicional. Se generan así extensos niveles turbidíticos, especialmente en facies canal-levee, de escaso desa-

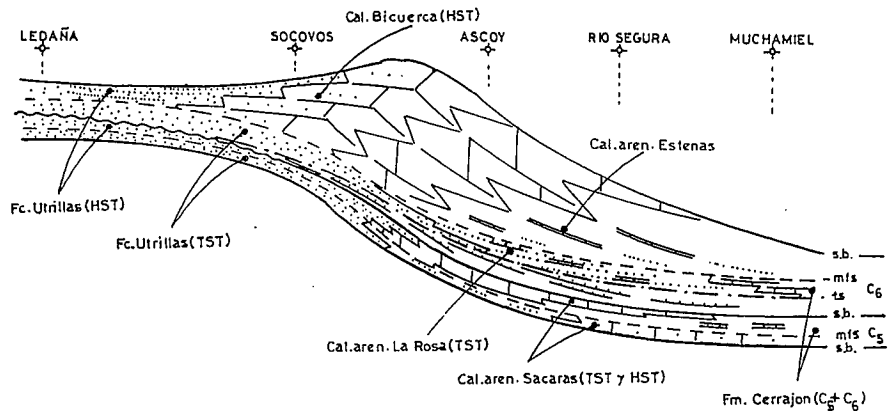


Fig. 4.- Modelo sedimentario de las Secuencias de Depósito C<sub>5</sub> y C<sub>6</sub>.

Fig. 4.- Sedimentary model of Albian Depositional Sequences (C<sub>5</sub> - C<sub>6</sub>).

rollo vertical.

Los Cortijos HST de plataforma de todas las Secuencias de Depósito muestran en los sondeos secuencias genéticas cortas y de base poco arcillosa, pueden así ser interpretadas como de tipo rampa de baja pendiente. Esta arquitectura es especialmente notable en todo el Cretácico sup. A la vez, en ninguno de estos Cortijos pueden observarse descompensaciones negativas entre aportes y subsidencia, parasecuencias tipo «backsteeping» de (Van Wagoner *et al*, 1990).

Desde el Urganiano-1 se creó una línea de articulación de la plataforma externa que generó crecimientos anormales de cuerpos carbonatados de alta energía. Esta franja constituyó el borde de plataforma que condicionó la diferenciación de facies del Cretácico sup, donde pudo haberse llegado a la práctica desconexión entre plataforma y cuenca.

En la reconstruida transversal margen-cuenca existe una amplia laguna de observación entre los sondeos de Socovos y Ledaña-Carcelen. Esta ausencia de datos y los usuales fenómenos de condensación y erosión de los márgenes internos impiden asegurar las dibujadas agrupaciones tipo «foresteeping» de las Secuencias de Depósito C<sub>1,2</sub> - C<sub>1,3</sub> - C<sub>3,1</sub> - C<sub>3,4</sub> y C<sub>4,1</sub> - C<sub>4,3</sub>. Tal interpretación se basa en la progradación que muestran los Cortijos de Nivel Bajo de los dos conjuntos del Urganiano, la extensividad hacia el margen del segundo sobre el primero y la proyección a la citada laguna de observación de los sondeos de Perenchiza y Golfo de Valencia. Estas sucesivas progradaciones de las áreas de depósito de las «Secuencias Urganianas» pueden interpretarse como el efecto combinado de dos causas: escasa magnitud de los ascensos eustáticos correlativos con sus Cortijos TST y una subsidencia diferencial entre plataforma interna y externa.

La diferenciación en las facies fluviales de Weald, Escucha y Utrillas de Cortijos TST y HST se basa en estimar que si las llanuras de inundación progradan durante los Episodios HST, también retrogradarán durante los Episodios TST y que ambas quedan reflejadas en las parasecuencias fluviales de energía creciente y decreciente que pueden individualizarse en los registros de pozo. Es indudable que numerosos controles bioestratigráficos serían necesarios para establecer esta correlación entre System Tracts marinos y fluviales, pero otras observaciones vienen a apoyar la hipótesis de partida:

1) Las parasecuencias fluviales energético decrecientes y crecientes se observan entre discontinuidades estratigráficas coincidas. Las primeras inmediatamente encima de un Cortijo HST de facies marinas y las segundas debajo de un Cortijo TST, también marino. Si existe una posibilidad de retrogradación y progradación, correlativa con los System Tracts marinos, la indicada es la más pausable.

2) Cuando se observan Cortijos HST en los que la llanura fluvial o deltáica prograda a las facies marinas de plataforma interna, los fluviales o fluvio deltáicos son inequívocamente energético crecientes, si ellos constituyen el tope de un HST, porque no extender esta organización a todas las paleogeografías del mismo.

3) Cuando se observa un fluvial que es seguido por una inundación marina tipo TST, las últimas facies fluviales canalizadas muestran pequeñas parasecuencias energético decrecientes, signo de que la llanura de inundación refleja el ascenso marino aún antes de que éste la alcance.

Los System Tracts Transgresivos (TST) distribuyen cortijos de facies muy poco espesos por lo que desde un estricto punto de vista físico contribuyen muy poco a la construcción de la plataforma. Sin em-

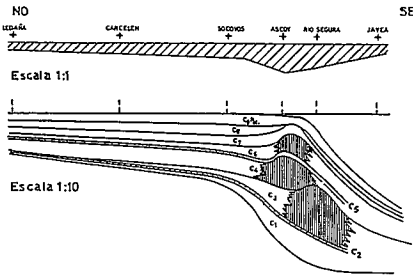


Fig. 5.- Arquitectura del Cretácico diferenciado en Supersecuencias.

Fig. 5.- Differentiation of a Cretaceous sediments by Supersequences.

bargo, la retrogradación, que en ocasiones suponen, condiciona la auténtica construcción de la plataforma que ocasionarán los subsiguientes Cortejos HST

La extensividad hacia el margen de los depósitos transgresivos (onlap costero) no es directamente correlativa con la magnitud del ascenso eustático que la promueve. La topografía o pendiente de la potencial superficie transgresiva puede significar que un ascenso eustático moderado resulte muy eficaz. Las inundaciones marinas del Urgoniano-1 y del Cenomanense realizadas sobre extensas y planas llanuras de inundación fluvial (Weald y Utrillas) son un ejemplo de esta alta eficacia y de la dificultad de establecer curvas eustáticas con el solo apoyo de los onlap transgresivos.

El delgado espesor de algunas Secuencias de Depósito (Weald, Escucha, Utrillas), su continuidad en la plataforma media-externa y la generalizada ausencia de notables hiatos sedimentarios, vienen a traducir que son bastante infrecuentes los descensos eustáticos que provocan erosiones importantes o penetrativas. Fuera de los bordes internos extremos, donde posiblemente se superponen numerosos y modestos episodios erosivos, solo hemos detectado uno de entidad notable en la Franja Anómala en el Campaniense Sup. (C<sub>9</sub>P<sub>0</sub>). Su valoración es igualmente difícil, pues aunque se observa en el borde externo de la plataforma, este borde era prácticamente subaflorante. El modelo de Vail, 1987, con solo dos tipos de Cortejos de Nivel Bajo (SMW y LSW) es una simplificación que solo toma en cuenta los Cortejos y Areas de Depósito correlativas con los descensos de mayor entidad. Descensos mucho más modestos distribuyen sutiles cuñas de sedimento depositadas en costa y plataforma media-interna, cuñas que rápidamente se condensan hacia las paleogeografías más externas. Algunos de los detectados, especialmente en el Urgoniano 1 y 2, y muchos de los que nos faltan, posiblemente se co-

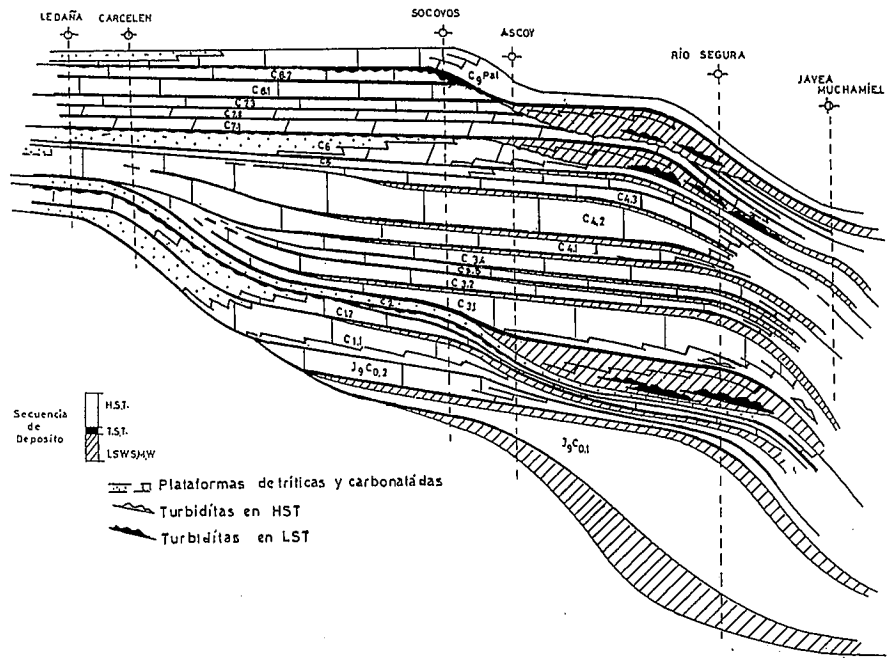


Fig. 6.- Esquema sedimentario margen-cuenca según System Tracts.

Fig. 6.- Schematic sedimentary model for the Cretaceous sediments.

respondan con estos tipos.

En ninguna de las Secuencias de Depósito interpretadas hemos encontrado significativos datos que podamos atribuir a específicas o generalizadas fases tectónicas tipo Rift. Ello no implica que durante todo el Cretácico no conociéramos la existencia de fallas distensivas generadas por la movilidad de la sal triásica, pero la mayoría de estas fallas se producen en este tiempo en las paleogeografías meridionales o externas y aunque a medida que avanza el proceso halocinético, las fallas vayan abriéndose en la plataforma y generando depocentros locales, estos no pueden ser atribuidos a genuinas etapas distensivas tipo Rift.

**Referencias**

García Hernández, M.; López Garrido, A.C.; Martín Algarra, A y Vera, J.A. (1982): Cuad. Geol. Ibérica. 8; 579-595.  
 García Quintana, A. (1977): Seminar. Estratigr. N° 1, 334 pp.  
 Haq, B.U.; Hardenbol, J. y Vail, P.R. (1987): Science, 235, 1156-1167.  
 Leret, G., Cámara, P. y Leret, I. (1982): Cuad. Geol. Ibérica. 8; 465-481.  
 Martín Chivelet, J. (1994): Cuad. Geol. Ibérica. 18, 117-173.  
 Martínez del Olmo, W. (1996): Tesis Doct. U.C.M., 265 pp. (Depositada).  
 Martínez del Olmo, W., Méndez, A. y Conesa, J. (1994): V Simpos. Cuencas Subandinas. Venezuela, 85-107.

Martínez del Olmo, W., Leret, G. y Megias, A.G. (1982): Cuad. Geol. Ibérica 8:597-614.  
 Martínez del Olmo, W. (1996): Tertiary basins of Spain. Univ. Cambridge (en prensa).  
 Mas, J.R. (1981): Seminar. Estratigr. 8; 476 p.  
 Mitchum, R.M. (1977): Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 26, 205-212.  
 Rider, M.H. (1990): The geological interpretation of well logs. Blackie Halsted. Press. Glasgow: 175 pp.  
 Serra, O. (1986): Bull. Cent. Rech. Explor-Prod. ElfAquit. 10,2; 205-227.  
 Van Wagoner, J.C.; Mitchum, R.M.; Campion, K.M. y Rahmanian, V.D. (1990): Amer. Assoc. Petrol. Geol. Series 7:55.  
 Vail, P.R. y Wornardt, W.W. (1990): 11 Annual Research Conference Soc. Econ. Paleo. Mineral Foundation. Gulf Coast Section: 379-388.  
 Vail, P.R. (1987): Amer. Assoc. Petrol. Geol. Atlas of Seismic stratigraphy. 27 (II): 11.  
 Vera, J.A., García-Hernández, M., López Garrido, A.C., Comas, M.C., Ruiz Ortiz, P.A. y Martín Algarra, A (1982): I. El Cretácico de España: 515-632.  
 Vilas, L., Mas, R., García, A., Arias, C., Alonso, A., Meléndez, N. y Rincón, R. (1982): In. El Cretácico Edit. U.C.M.: 475-508.  
 Wornardt, W. Jr. and Vail, P.R. (1991): Sequence Stratigraphy concepts and applications. Micro-Strat. Edit. London.