

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

*Characterization of marine and continental System Tracts from well logs. Triassic, Eastern Spain*

W. Martínez del Olmo

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

## ABSTRACT

*The Scythian to Hettangian sedimentary record of the Eastern Spain includes an initial rift-type supersequence (Buntsandstein) and four Depositional Sequences (Muschelkalk-Keuper). Within the rift tectofacies the tectonic influence just characterize a continuous fining-upwards sequence, while in the carbonate ramp and flood plain facies present within the other four Depositional Sequences, TST's and HST's can be differentiated and correlated.*

**Key words:** *Triassic, Depositional Sequences, Spain*

*Geogaceta, 20 (1) (1996), 104-107  
ISSN: 0213683X*

## Introducción

La interpretación estratigráfica secuencial a partir de datos de sondeo consiste en la individualización de las parasecuencias sedimentarias transgresivas y regresivas que constituyen los «System Tracts» que integran las «Depositional Sequences». Desde sondeo, esta segregación en System Tracts está principalmente basada en la observación de la arcillosidad creciente o decreciente, indicada a escala métrica, decamétrica o hectométrica por el log de radioactividad natural (G. Ray) y por la descripción litoestratigráfica con ella correlativa: litología, biofacies, etc... (Rider, 1990, Vail y Wordnart 1990, Van Wagoner *et al*, 1990, Wordnart y Vail 1991 y Martínez del Olmo *et al*, 1991, 1994 a y b, y 1996) (Figs. 1 y 4).

Los principales problemas que van a dificultar la interpretación secuencial del Triásico son los relativos a la acusada convergencia de facies de los márgenes, los inherentes a las difíciles facies evaporíticas y todos aquellos que se derivan de las correlaciones entre facies marinas y continentales sin biozonaciones precisas que colaboren con ellas. Esta dificultad es tan real que podría decirse que solo aquellos sondeos que cortan ordenadamente los dos litosomas marinos del Muschelkalk, proporcionan una garantía de la sucesión vertical de facies.

Un problema diferente, esta vez de tipo conceptual, es la diferenciación en el seno de las llanuras de inundación fluviales y fluvio-evaporíticas de System Tracts. La línea de interpretación adoptada consiste en aceptar

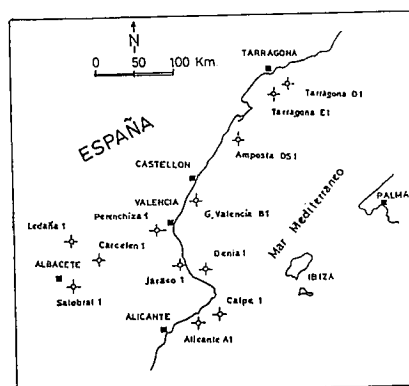


Fig. 1.- Sondeos usados en la interpretación.

Fig. 1.- Location map of interpreted wells.

que las llanuras de inundación registran los cambios eustáticos cuando no están aisladas del océano por barreras topográficas y cuando su distancia al frente de arranque del sedimento es notable. No tenemos más apoyo para esta línea de interpretación que la observación reiterada de cambios energéticos en el seno de las facies fluviales y dolomítico-evaporíticas. Estos cambios de ritmo energético, creciente y decreciente, asimilados a progradaciones y retrogradaciones de las llanuras de inundación, constituyen parasecuencias idénticas a las que suceden y anteceden a las regresiones (HST) y transgresiones (TST) de las facies marinas del Muschelkalk. Es decir, si las inundaciones marinas del Muschelkalk son precedidas por delgadas parasecuencias fluvio-evaporíti-

cas de energía decreciente, descritas en afloramiento (Marzo, 1980; Ramos *et al*, 1986) y visibles en pozo, y las facies que traducen la progradación de la llanura de inundación sobre la plataforma marina están organizadas en parasecuencias de energía creciente y también son visibles en afloramiento (Ramos *et al*, 1986) y en pozo, es muy probable que cuando se cumplan las condiciones de partida, lejanía al borde de arranque y proximidad-comunicación con el océano, los cambios de ritmo energético sean correlacionables con estadios y ritmos eustáticos del océano próximo.

Es indudable que la demostración de esta línea de interpretación ha de pasar por precisas correlaciones bioestratigráficas que no poseemos. Ellas serían el único y ortodoxo medio de asegurar la segregación de System Tracts en el seno de las facies continentales y las correlaciones entre estos y los identificados en facies marinas.

Antes de iniciar la descripción de las cuatro Secuencias de Depósito (Figs. 2 y 3) que como mínimo creemos justificar, haremos un breve repaso de los aspectos conflictivos con las interpretaciones previas. Anticipar estos puntos conflictivos no tiene más objeto que no presentarlos en una discusión final a modo de conclusiones, ya que si la base conceptual aplicada no es correcta, esta descripción no será más que otra diferente interpretación secuencial de esta difícil y problemática sucesión litoestratigráfica que constituye el Triásico.

1.- Las facies continentales del Buntsandstein y Muschelkalk-2 no son asimiladas a System Tracts de Nivel Bajo.

El Buntsandstein es una espesa parasecuencia de energía decreciente que además de no cumplir las condiciones de partida, lejanía al borde de arranque del sedimento y proximidad al océano, muestra una potencia sedimentaria y una visible agradación de facies que evidencian un excesivo control tectónico. Es así considerada una megasecuencia tipo rift que puede ser correlativa con varias Secuencias de Depósito que no alcanzamos a diferenciar por la influencia del motor tectónico y la lejanía al océano.

Las facies continentales del Muschelkalk-2 constituyen, en su mayor parte, la progradación de la llanura de inundación sobre la suave rampa marina del Muschelkalk-1. Si la parasecuencia energéticocreciente que caracterizan tuviese que ser asimilada a un LST sería anormal que el área en erosión, correlativa con el descenso eustático, atrapase tal cantidad de sedimento. Sedimentos continentales habrá sobre los márgenes no inundados en cualquiera de los tres estadios del ciclo eustático, pero el menos proclive a atraparlos será el de nivel bajo: conceptual periodo de erosión y no de depósito.

2.- La atrevida segregación mediante sondeo de las facies Buntsandstein de las facies continentales de margen del Muschelkalk-1.

Las ya comentadas parasecuencias de energía creciente o decreciente y los datos de campo (Gil *et al*, 1987) que muestran la extensividad de Muschelkalk-1 y 3 sobre Buntsandstein en la zona prebética, constituyen la base de tal interpretación.

3.- Significación de la Arenisca de Manuel (Orti, 1974) como límite de Secuencia de Depósito e identificación en su seno de dos System Tracts.

Como en el caso anterior, la interpretación se basa tanto en los cambios energéticos de las parasecuencias observadas en sondeo, como en los datos de campo de la región de Alcaraz (Fernández, 1977 y Dabrio y Fernández 1986). Un criterio más regional apoya esta interpretación, nos referimos a la ausencia o condensación de toda la Secuencia de Depósito T<sub>3</sub> (Keuper-2) en el sector Costero Catalán. Si los únicos detríticos conocidos en el Keuper pertenecen a esta Secuencia de Depósito y sus mapas de isopacas (De Torres y Sánchez Jiménez 1990) muestran un rápido acuñamiento hacia el citado sector, es razonable pensar que esta descarga de detríticos esté relacionada con una Secuencia de Depósito de área de sedimentación local, es decir, de fuerte control tectónico.

4.- Límite de Secuencia de Depósito, para el área de las observaciones, en el seno de las facies continentales del Muschelkalk-2.

El tránsito Muschelkalk-1 y 2 es enteramente semejante al tránsito Muschelkalk-3 - Keuper, progradación de una llanura de inundación sobre una rampa carbonatada. La dife-

rencia estriba en que el gran solapamiento extensivo de la transgresión del Muschelkalk-3 nos lleva a observar los afloramientos en facies más externas en este segundo tránsito que en el primero. De todas formas, conviene notar que, en función de la posición paleogeográfica en que observemos un límite de Secuencia este cambiará las litologías de uno y otro lado de la discontinuidad límite. Para el caso que nos ocupa, lo lógico es que en paleogeografías más externas este límite se ubique a techo de los carbonatos. Es decir, que los dos litosomas marinos del Muschelkalk se unan en uno solo, caso probable para la paleogeografía más cuencal que representa la zona Bética.

5.- Ausencia o condensación extrema del Keuper-2 (Secuencia T<sub>3</sub>) en el sector Costero Catalán.

Las correlaciones entre pozos de los sectores Prebético-Ibérico y Costero Catalán y la ausencia de detríticos del último de los sectores, son los principales argumentos.

**Secuencias de depósito**

En el intervalo Scytiense-Hettangiense podemos diferenciar un mínimo de cuatro Secuencias de Depósito. Los límites cronoestratigráficos de la última constituyen un auténtico punto de interrogación, pudiéndose situar tanto en el Noriense como en el Rhetiense, pero dado que es una tradición situar las Dolomías Tableadas de Imon (Goy *et al*, 1976) en el límite Triásico-Jurásico y las Brechas y Carniolas de Cortes de Tajuña (Goy *et al*, 1976) en el Hettangiense, significamos la Secuencia de Depósito T<sub>4</sub> como la última con sedimentos Triásicos.

Cuando decimos un mínimo de cuatro Secuencias de Depósito queremos expresar que son estas las Secuencias fácilmente reconocibles y correlacionables, lo que no quiere decir que sean las únicas que realmente existan en el intervalo de tiempo considerado. Ya hemos significado la problemática que envuelve a los sedimentos anteriores al primer Cortejo Transgresivo (TST) del Muschelkalk-1, pero a esta indeterminación podríamos agregar las presentes en el llamado Keuper-2 (Secuencia T<sub>3</sub>) donde el conjunto detrítico-arcilloso de las Formaciones Manuel-Cofrentes (Orti, 1974) y el conjunto evaporítico-dolomítico de las Formaciones Quesa-Ayora (Orti, 1974) podrían albergar nuevas Secuencias de Depósito. En el primer caso la nueva Secuencia de Depósito sería definida por cambios energéticos, más sutiles, pero semejantes al usado para separar los Cortejos TST y HST de la Arenisca de Manuel. En el segundo caso, un grueso paquete dolomítico intercalado entre las sales de Quesa y las anhidritas de Ayora podría ser interpretado como un nuevo Cortejo Transgresivo muy semejante al que más tarde defi-

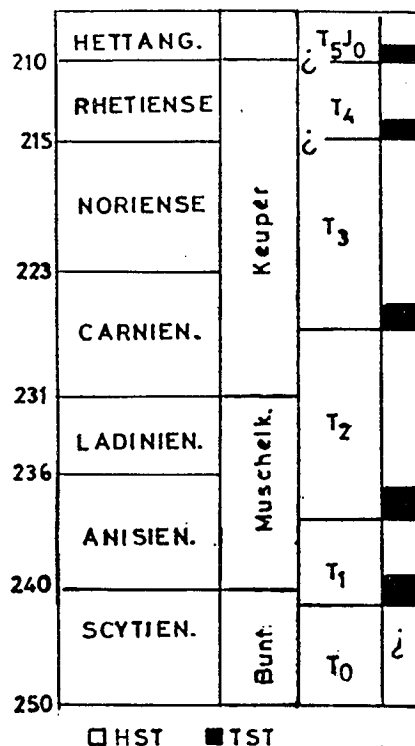


Fig. 2.- (T<sub>1</sub> a T<sub>4</sub>): Secuencias de Depósito diferenciadas. (T<sub>0</sub>): Supersecuencia tipo rift. (?) Límite cronoestratigráfico y contenido secuencial desconocido.

Fig. 2.- (T<sub>1</sub> to T<sub>4</sub>): Depositional Sequences. (T<sub>0</sub>): Rift type Supersequence (?) Age of sequence boundaries uncertain and System Tracts undefined.

nirán las Dolomías de Imon.

Como los argumentos no son muy conclusivos y son pocos los pozos que penetran este Keuper-2, preferimos no segregar estas nuevas Secuencias de Depósito, pero no por ello considerarlas imposibles, especialmente la relativa a la separación Quesa-Ayora.

Una indeterminación semejante recae en la aparente ausencia de Cortejos tipo LSW o SMW en las Secuencias de Depósito diferenciadas. Si estos existen en la paleogeografía interna que observamos serán de facies continentales y con polaridad sedimentaria regresiva. En estas condiciones es muy difícil independizarlos de los también continentales y regresivos HST sobre los que se apoyarían. De cualquier forma, por comparación con lo observado en Cretácico y Jurásico, y por la ausencia de profundas discordancias erosivas sobre esta plataforma y margen triásica, puede interpretarse que los Cortejos de Nivel Bajo fueron ocasionados por descensos eustáticos muy moderados y es así como la erosión y los depósitos con ellos correlativos debieron de generarse en paleogeografías aún más internas que las observadas.

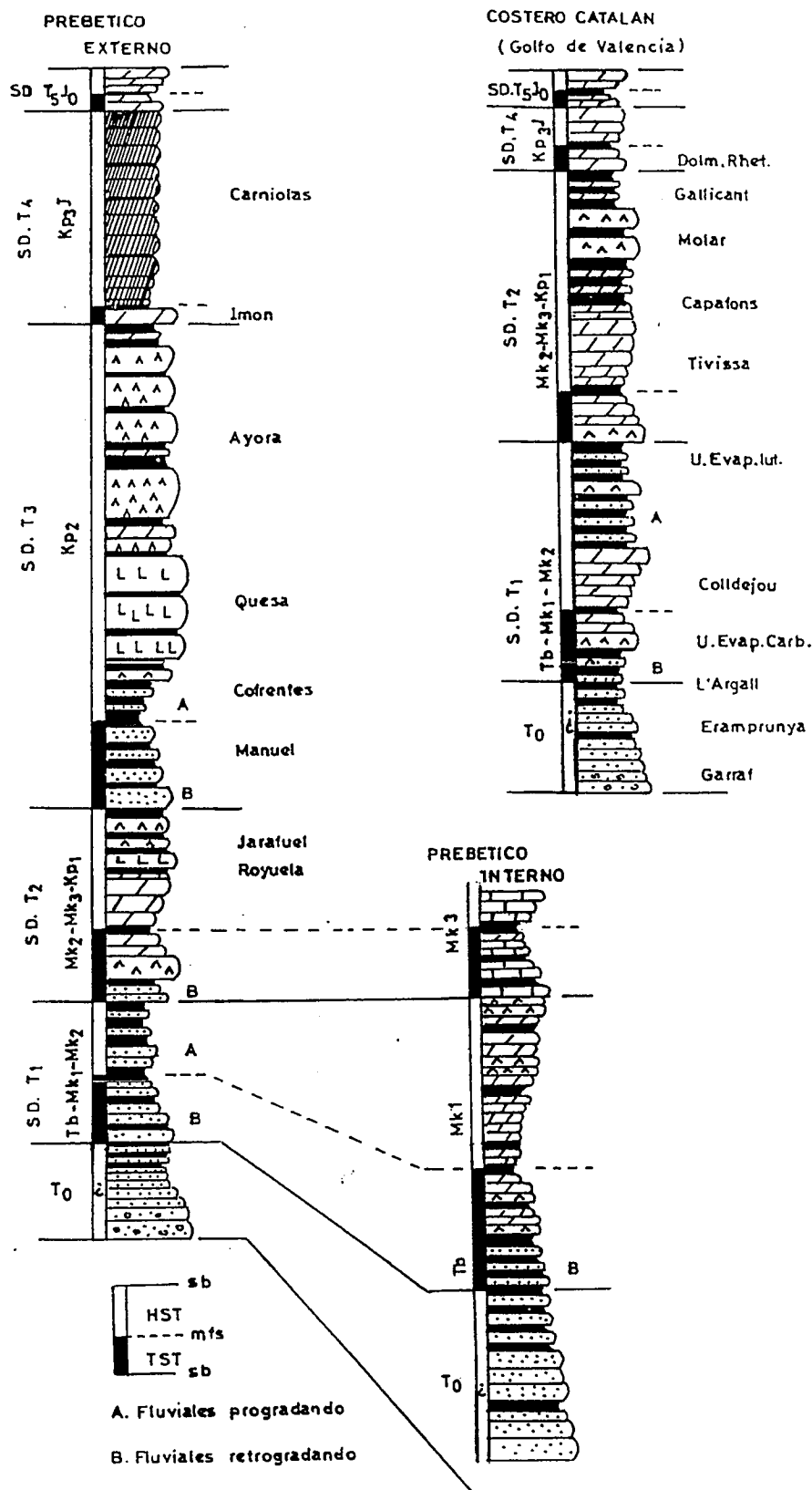


Fig. 3.- Esquemas litológicos y secuenciales del Triásico.

Fig. 3.- Lithostratigraphic and sequential schemes of the Triassic.

**Transversal margen-cuenca**

Las observaciones de pozo pueden ser proyectadas a una transversal margen-cuenca que esquematiza las modalidades de superposición de los System Tracts y Secuencias de Depósito y la arquitectura básica de sus litofacies. Sobre una esquematización tal como la representada (Fig. 5), la lógica estratigráfica y la base conceptual incluida en las Depositional Sequences (Vail 1987) permiten realizar algunas observaciones e interpretaciones.

La transgresión identificada por las formaciones y facies del Muschelkalk-1 es un vistoso ejemplo del adjetivo «relativo» introducido por Vail 1987. Tal inundación marina es el resultado de la comunicación de las fosas sintectónicas del borde del Cratón Ibérico con un océano oriental. En estas condiciones es difícil asegurar que la transgresión marina es coincidente con un ascenso eustático de tipo global. Sin embargo, lo más probable es que así sea, ya que se realiza a lo largo de un inmenso margen, lógicamente sometido a muy diferentes «velocidades distensivas». Además, es en sí misma poco diacrónica y sus cortejos de facies no muestran visibles fenómenos de agradación.

Si razonamos así para una primera inundación marina en la que el concepto de relativo encuentra una evidente aplicación, es razonable que pensemos que tal concepto de relatividad es usado con excesiva prudencia cuando así se califica a las transgresiones y regresiones ocurridas durante las largas etapas de subsidencia térmica de las plataformas y márgenes continentales. Entendemos que el ritmo tectónico, compresivo o distensivo, es de período más largo y estable que el ritmo eustático y es así como cuando se establece la primera inundación marina, la gran mayoría de las posteriores oscilaciones registradas por los sedimentos son de tipo eustático.

El gran solapamiento extensivo que realizan las facies marinas del Muschelkalk y de las Dolomías de Imon, son un vistoso ejemplo de que un extenso onlap costero no es sinónimo de un ascenso eustático notable. Sobre cientos de kilómetros, los tres Cortejos Transgresivos no diferencian facies profundas y a la vez se apoyan sobre facies tipo llanura de inundación. Son así un ejemplo de la eficacia que puede resultar de un moderado ascenso eustático cuando este se realiza sobre superficies topográficas muy planas. Construir curvas eustáticas apoyadas en la magnitud del área inundada, ejercicio muy al uso, es ciertamente peligroso.

Por encima de las dos superficies de inundación máxima (mfs) del Muschelkalk 1 y 3, observadas en pozo en idéntica situación a la descrita en Ibérica y Costero Catalán (Pérez Arlucea, 1991; Calvet *et al*, 1989), los Cortejos HST marinos del Muschelkalk 1 y 3

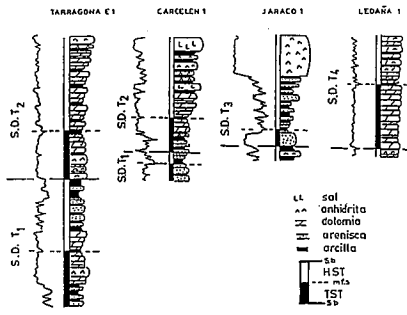


Fig. 4.- Ejemplos de interpretación en System Tracts.

Fig. 4.- Examples of System Tracts interpretation from Gamma Ray log and lithology.

muestran secuencias genéticas cortas y de muy escasa arcillosidad basal. Esta característica es más acentuada en el Muschelkalk-1 que en el Muschelkalk-3, pero ello no significa que el sistema deposicional sea sensiblemente diferente de uno a otro. Es sencillamente la observación, en una misma vertical, de facies más internas en el primer Muschelkalk que en el segundo. Expresión de la conocida extensividad del segundo respecto al primero.

La discontinuidad mfs de la Secuencia T<sub>4</sub> se realiza en el techo de las Dolomías de Imon, ello evidencia la escasa profundidad que significó la transgresión que identifican. De hecho, muchos sondeos muestran como la anhidrita no está totalmente ausente de estas dolomías, lo que parece confirmar la anterior interpretación.

La Secuencia de Depósito T<sub>3</sub> (Keuper-2) alcanza un espectacular desarrollo en la zona Prebética y muestra visibles signos de agradación en los equivalentes System Tracts en ella interpretados. En el área Costero Catalana, o no está representada o lo está muy condensada y en facies muy convergentes con las facies dolomítico-evaporíticas que progradan al litosoma marino del Muschelkalk-3. En ambos casos, ausencia o condensación, la zona Prebética muestra una subsidencia diferencial acusada respecto a la Costero Catalana, subsidencia igualmente notable en la posterior Secuencia de Depósito T<sub>4</sub>. La presencia de detríticos, la agradación de facies y la aludida subsidencia diferencial del área Bética, son interpretados como el efecto de una notable fase distensiva de ámbito local.

Finalmente, de la transversal margen-cuenca representada, conviene notar que:

Aunque los márgenes caracterizan una acusada convergencia de facies, los conglomerados de facies Buntsandstein, que pueden

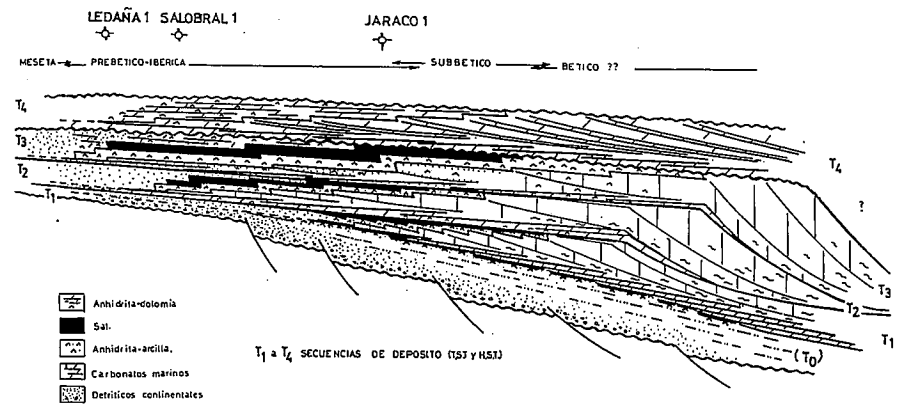


Fig. 5.- Modelo sedimentario a partir de la correlación de System Tracts.

Fig. 5.- Sedimentary model from System Tracts correlation.

existir en cualquiera de las Secuencias de Depósito, han sido solo representados en la más inferior por entender que nuestros datos no alcanzan a los extremos márgenes de la cuenca.

Todas las Secuencias de Depósito tendrán equivalentes totalmente marinos. Los más lejanos han sido asignados al tiempo Scytiense, y los más próximos al Anisiense-Ladiniense. En paleogeografías más externas u orientales, no alcanzadas por la progradación de las llanuras de inundación, Anisiense, Ladiniense, Carniense y Noriense pueden constituir un único litosoma marino.

Los probables System Tracts de Nivel Bajo no han sido representados por desconocer el tipo de descenso eustático que los produjo. La ausencia de conocidas superficies erosivas sobre las plataformas, nos induce a pensar que sus depósitos deben ser buscados en paleogeografías aún más internas que las representadas.

Por analogía con lo observado, las sales del Röt y del Muschelkalk-2 cuando existan, casos del Ebro y del Maestrazgo, deberían respectivamente localizarse retrogradando con la primera invasión marina y progradando con la primera llanura de inundación.

Referencias

Calvet, F, Tucker, M.E. y Trave, A. (1989): XII Congr. Españ. Sedim. Bilbao: 43-54.  
 Dabrio, C.J. y Fernández, J. (1986): Cuad. Geol. Ibérica 10:173-206.  
 De Torres Pérez-Hidalgo, T. y Sánchez Jiménez, A. (1990): Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y cadenas periféricas, y de la zona de Levante. Orti y Salvany Edit. ENRESA:212-218.  
 Fernández, J. (1977): Tesis. Universidad de Granada.

Gil, A., Fernández, J. y López Garrido, A.C. (1987): Cuad. Geol. Ibérica nº 11: 445-448.  
 Goy, A., Gómez, J.J. y Yébenes, A. (1976): Estudios Geol. 32:392-423.  
 Marzo, M. (1980): Tesis Doct. Univ. Barcelona: 317 pp.  
 Martínez del Olmo, W., Méndez, A. y Conesa, J. (1994 a): V Simp. Cuenas Subandinas: 85-107, Venezuela.  
 Martínez del Olmo, W., Méndez, A., DeAndrea, R., Conesa, J. y Martínez Cabañas, W. (1994 b): V Simp. Cuenas Subandinas: 108-121, Venezuela.  
 Martínez del Olmo, W. (1996): Tertiary Basins of Spain. Edit. P. Friend y C. Dabrio. Univ. Cambridge.  
 Martínez del Olmo, W., Murillas, J y Fernández Ortigosa, F. (1991): I Congr. Grupo Español Terciario: 206-209, Vic.  
 Martínez del Olmo, W. (1996): Tesis Doct. Univ. Madrid. (En depósito).  
 Orti, F. (1974): Estud. Geol. 30:7-46.  
 Pérez Arlucea, M. (1991): Rev. Soc. Geol. España. 4:143-164.  
 Ramos, A., Sopena, A. y Pérez Arlucea, M. (1986): Jour. Sed. Petrol. 56:862-875.  
 Rider, M.H. (1990): The geological interpretation of well logs. Blackie Halsted Press. Glasgow: 175 pp.  
 Vail, P.R. (1987): Amer. Assoc. Petrol. Geol. Atlas of Seismic Stratigraphy. 27 (11):11.  
 Vail, P.R. y Wordnart, W.W. (1990): 11 Annual Research Conference. Soc. Econ. Paleol. Mineral Foundation. Gulf Coast Section: 379-388.  
 Van Wagoner, J.C., Mitchum, R.M., Campion, K.M. y Rahmanian, V.D. (1990): Amer. Assoc. Petrol. Geol. Series 7:55 pp.  
 Wordnart, W. Jr. y Vail, P.R. (1991): Micro-Strat. Edit. Londres.