

Cortejos sedimentarios en parasecuencias de 4º y 5º orden en el Cenomaniense de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica (España)

Systems Tracts in 4th and 5th order parasequences in the Cenomanian of the Aragonian branch of the Iberian Ranges (Spain)

J.F. García-Hidalgo (*), M. Segura (*), A. García (**), y G. Ruiz (**)

(*) Dpto. Geología. Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares

(**) Dpto. Estratigrafía. Universidad Complutense, 28040 Madrid

ABSTRACT

Parasequences in the Upper Albian-Cenomanian of the Iberian Ranges are deepening and then shallowing upwards parasequences, in opposition to standard parasequences which shallow upwards. They were originated by cycles of relative rise and fall of the sea level, and then Systems Tracts (LST, TST and HST) can be recognised, as in 3rd order sequences. Superimposition of Systems Tracts occur and usually a 3rd order HST is composed by parasequences including all lowstand, transgressive and highstand Systems Tracts. In basin analysis that superimposition originates that lowstand facies, such as slope breccias, can be originated during 3rd order highstands in relation to high frequency (4th and 5th order) relative sea level falls.

Key words: *Parasequences, Systems Tracts, Albian, Cenomanian, Iberian Ranges.*

Geogaceta, 20 (1) (1996), 127-130

ISSN: 0213683X

Introducción

La Estratigrafía secuencial usa conceptos derivados de la Estratigrafía sísmica (Secuencias, parasecuencias, Systems Tracts, etc.; Van Wagoner *et al.*, 1988), los cuales han sido aplicados a estudios de superficie manteniendo sus definiciones originales (Jacquin *et al.*, 1991), aunque ello no siempre es posible debido a que las secuencias de tercer orden, por su escala son difíciles de apreciar en el campo.

Las parasecuencias son, por el contrario, fácilmente observadas y descritas. Sin embargo, en su estudio han surgido diferentes aproximaciones con tres modelos diferentes que enfatizan diferentes tipos de superficies (Estratigrafía genética, Galloway, 1988; Estratigrafía secuencial, derivada de los modelos de Vail *et al.*, 1977; y Aloestratigrafía, ver Walker, 1991, para una discusión más amplia). Posiblemente el modelo de más amplia difusión es la Estratigrafía secuencial en el que las parasecuencias son de somerización, con diferentes patrones de agradación, progradación y retrogradación dependiendo de en que cortejo sedimentario se encuentren.

En las cuencas sedimentarias donde la transición plataforma-talud-cuenca no puede observarse, bien porque no es visible o bien porque ha sido removida tectónicamente, las

facies de plataforma por si solas pueden no ser suficientes para describir los sedimentos desde un punto de vista de la Estratigrafía secuencial; ello es debido a que las sucesiones suelen ser paraconformes y numerosas superficies, principalmente las de downlap no pueden ser observadas o descritas. En estos casos el reconocimiento de Cortejos sedimentarios puede ser problemático y las secuencias de 3er orden se suelen diferenciar como ciclos transgresivos-regresivos compuestos por ciclos menores (parasecuencias).

El estudio detallado de estos ciclos menores puede poner de manifiesto la organización secuencial de la plataforma. En este trabajo describiremos la organización en Cortejos sedimentarios de las secuencias y parasecuencias de 3er, 4º y 5º orden del Cenomaniense en la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica y los problemas derivados de la superposición de varias categorías de secuencias deposicionales y de Cortejos sedimentarios.

Situación geográfica y geológica

Los depósitos del megaciclo sedimentario de edad Albiense Superior - Cenomaniense de la Cordillera Ibérica corresponden a facies de plataforma somera y litorales que se fueron depositando en la mitad oriental de la

Placa Ibérica debido a una serie de complejas transgresiones, primero tethysianas y más tarde atlánticas, a lo largo de un suave surco sedimentario de dirección NW-SE. Este surco se originó en diversas etapas de fuerte subsidencia tectónica, fases de rift (Triásico, Cretácico inferior), seguidas de suaves fases de subsidencia térmica, postrift. Bordeando el surco, existieron dos zonas emergidas (Macizo Hespérico y del Ebro) que fueron áreas fuente para los sedimentos terrígenos.

En este área, los sedimentos albiense-cenomanienses presentan, principalmente dos tipos de facies: bordeando los macizos emergidos y en la base de la sucesión, existe un conjunto terrígeno de espesor muy variable formado por arenas y areniscas versicolores de la Fm. Utrillas; estos sedimentos se han interpretado usualmente como sedimentos continentales, aunque más recientemente un estudio detallado ha demostrado que mayoritariamente corresponden a facies litorales y costeras, en áreas dominadas por las mareas o el oleaje (Ruiz, 1996). Asociadas a la Fm. Utrillas, existen también un conjunto de depósitos de areniscas calcáreas y calizas o dolomías arenosas (Mb. Santa María de las Hoyas), que da paso a los sedimentos carbonatados.

Hacia el centro de la cuenca y en la parte

superior de la sucesión sedimentaria aparecen una serie carbonatada formada por calizas, dolomías y margas. Desde un punto de vista litoestratigráfico, se incluyen en las Fms. Aras de Alpuente y Cortes de Pallás, la primera de carácter calizo y la segunda dolomítica, diferencia que es meramente diagenética y de origen claramente postsedimentario, puesto que originalmente eran depósitos correlativos dentro de la misma cuenca sedimentaria. Las facies dominantes son calizas masivas, bioclásticas, y a veces oolíticas, calcarenitas y biostromas de rudistas, que se interpretan como facies de lagoon y shoal; asimismo aparecen margas masivas o con ostreidos y con intercalaciones carbonatadas que presentan huellas de raíces, interpretadas como facies costeras y de manglar, todas ellas desarrolladas en una plataforma somera de baja energía.

Secuencias y Cortejos sedimentarios de 3er orden

La alternancia de las facies arenosas, margosas y calcáreas permite reconocer una serie de ciclos transgresivos-regresivos dentro del Albense Superior - Cenomaniense de la Cordillera Ibérica. Se pueden reconocer cinco ciclos compuestos por arenas o margas en la base y calizas o dolomías a techo que han sido interpretados como ciclos de tercer orden por García *et al.* (1993) debido a que su extensión temporal cae en el rango asignado a dichos ciclos. Asimismo, García *et al.* (1993) correlacionan dichos ciclos con la carta global de ciclos propuesta por Haq *et al.* (1988), puesto que la situación cronoestratigráfica de sus límites es prácticamente similar; estos 5 ciclos corresponden a los denominados por Haq *et al.* (1988) UZA 1.5 a UZA 2.4.

Los límites entre ciclos en ocasiones son difíciles de situar, estando incluidos principalmente dentro de facies margosas que corresponden a depósitos de baja tasa de sedimentación; o bien, raras veces corresponden a superficies karstificadas, que denotan una importante caída en la posición relativa del nivel del mar. Los límites de ciclos están también siempre marcados por el avance de cuñas clásticas procedentes de las áreas emergidas, principalmente del Macizo Hespérico (Ruiz *et al.*, 1994).

En la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, en su sector central se han levantado cuatro columnas estratigráficas detalladas (de W a E, Fuente el Saz, Abantos, Huesa del Común y Crivillén (Fig. 1). En ellas se han estudiado en detalle las secuencias deposicionales que en la escala de Haq *et al.* (1988) corresponderían a las denominadas UZA 2.1 y 2.2. En esas columnas, estas secuencias están compuestas principalmente por una alternancia de calizas y margas con algunos niveles de

arenas intercalados en la base (Fuente el Saz y Abantos, Fig. 1), que desaparecen hacia el E (Huesa del Común y Crivillén, Fig. 1). La edad de estas secuencias es Cenomaniense inferior - medio, por correlación con otras áreas próximas.

Dentro de las secuencias de 3er orden, las facies calcáreas se interpretan como correspondientes a los cortejos transgresivos y de alto nivel del mar (Transgressive System Tract, TST, y highstand System Tract, HST, Fig. 1); mientras que las arenas y margas basales se interpretan como un cortejo de cuña de margen de plataforma (Shelf Margin System Tract, SMST, Fig. 1), depositadas cuando la caída del nivel del mar no es suficiente para exponer la totalidad de la plataforma.

De las dos secuencias presentes, la secuencia basal (UZA 2.1) presenta sólo las facies de borde, por ello sus depósitos corresponden principalmente a los cortejos SMST y TST, estando representado el Cortejo de alto nivel del mar (HST) por una pequeña barra carbonatada. La secuencia suprayacente (UZA 2.2), presenta ya un buen desarrollo de sus facies marinas, en su base el avance de una cuña clástica marca el límite de la secuencia (Fuente el Saz, Abantos; Fig. 1), y asociado a este límite existe también un importante depósito de sedimentos margosos (Capa Margas de Pinarueco; García *et al.*, 1989). En esta secuencia las facies más marinas se sitúan en la mitad inferior, correspondiendo a barras de calcarenitas, estos depósitos se considera que separan el Cortejo transgresivo (TST), del Cortejo de alto nivel del mar (HST) (Fig. 1), en cual está caracterizado por facies calcáreas más someras, incluyendo biostromas de rudistas y estromatolitos.

Parasecuencias de 4º y 5º orden

Cualquiera de las secuencias de 3er orden descritas anteriormente se pueden dividir en parasecuencias de 4º orden y estas a su vez en parasecuencias de 5º orden (García *et al.*, 1993; Ruiz, 1996). Estas parasecuencias no son parasecuencias estándar de somerización, limitadas por superficies de inundación marina (Van Wagoner *et al.*, 1988), sino que presentan tendencias complejas dependiendo tanto de su posición dentro de las secuencias de 3er orden como de la organización interna de sus parasecuencias de 5º orden.

Mayoritariamente son parasecuencias de profundización-somerización, compuestas por cuatro conjuntos de litofacies: a) arenas litorales con clara influencia mareal, en menor medida pueden ser también continentales; b) arenas, areniscas calcáreas y calizas arenosas, litorales a marinas someras con influencias de oleaje; c) margas y arcillas margosas con pequeñas intercalaciones de calizas margosas; y d) calizas que presentan diferentes facies de

plataforma marina somera.

El origen de las parasecuencias está relacionado con ascensos y caídas cíclicas del nivel del mar relativo. Este patrón cíclico es similar a las secuencias de 3er orden. La sedimentación o es carbonatada o es terrígena (sedimentación recíproca) y cada facies se deposita en momentos concretos de la curva de subida o caída del nivel del mar (Ruiz, 1996).

Un descenso relativo del nivel del mar origina la detención de la sedimentación y la génesis de una superficie de discontinuidad (erosión o hardground, dependiendo de la importancia de la caída), la extensión parcial o total de esta superficie de discontinuidad a lo largo y ancho de la cuenca sedimentaria depende de la proporción de caída relativa, si es muy importante toda la plataforma queda expuesta y no existen depósitos; si, por el contrario, esta es menor (el caso más frecuente) la discontinuidad afecta a áreas de la plataforma, pero no a toda ella, existiendo zonas donde se depositan las margas y facies asociadas (facies c). Por encima de la discontinuidad, cuando el nivel del mar permanece bajo, se depositan arenas con influencia litoral o continental (facies a).

El comienzo de la subida del nivel del mar origina el retrabajamiento por el oleaje de las facies anteriores (facies b), ambas arenas se separan en ocasiones por superficies de erosión (ravinement) (Ruiz, 1996).

El momento de máxima inundación marina se produce a continuación y comienzan a depositarse calizas de plataforma somera (facies d) que casi siempre presentan una tendencia final somerizante con estromatolitos.

De las secuencias de 3er orden estudiadas, la secuencia UZA 2.2 se puede dividir en tres parasecuencias de 4º orden (Fig. 1), con un espesor decreciente hacia techo; sus límites vienen marcados por capas de margas de menor espesor, aunque de gran continuidad lateral.

A su vez las parasecuencias de 4º orden se pueden dividir en 9 parasecuencias de 5º orden (Fig. 1), que tienen la misma organización sedimentaria que las secuencias y parasecuencias anteriores.

Cortejos sedimentarios en parasecuencias

Al igual que las secuencias de 3er orden se pueden dividir en cortejos sedimentarios dependiendo de la posición del nivel del mar en el momento del depósito y de las diferentes superficies de límite, las parasecuencias de 4º y 5º orden también se pueden subdividir en cortejos sedimentarios. En ellas se pueden reconocer el mismo tipo de superficies que en las secuencias deposicionales de 3er orden: las superficies de discontinuidad limitan las parasecuencias; la superficie erosiva (ravine-

ment) que separa las facies arenosas equivale a la superficie transgresiva; y, finalmente, la superficie de máxima inundación marina se sitúa normalmente en la primera intercalación carbonatada.

La presencia de las discontinuidades y las superficies intermedias permiten separar los cortejos sedimentarios. El cortejo de bajo nivel del mar (LST) se sitúa entre la discontinuidad basal y la superficie transgresiva, correspondiendo a las facies de margas (Fig. 1). El cortejo transgresivo (TST) se situaría entre la superficie transgresiva y la superficie de máxima inundación marina, corresponderían a calizas y margas depositadas sucesivamente en ambientes más profundos. Por último, el cortejo de alto nivel del mar (HST) correspondería a las facies calcáreas depositadas exclusivamente entre la superficie de máxima inundación marina y la discontinuidad del techo de la parasecuencia.

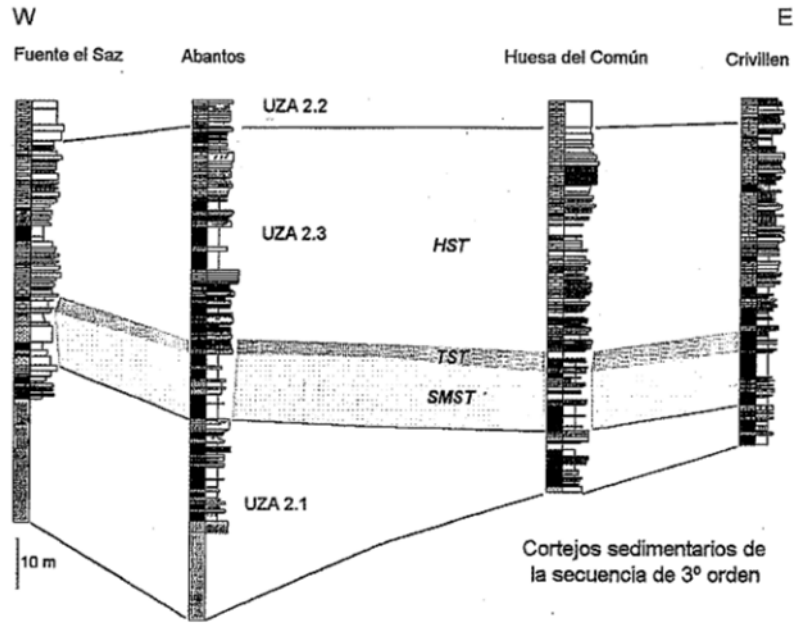
Superposición de cortejos sedimentarios

De la existencia de secuencias y parasecuencias, cada una de ellas subdividida en cortejos sedimentarios, se deduce que existe una superposición de cortejos sedimentarios de distinto orden.

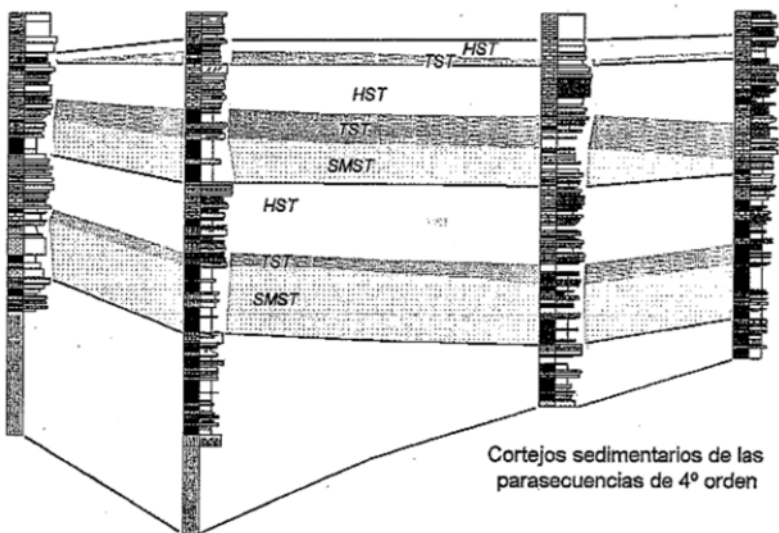
En las secuencias de 3er orden sólo se reconocen los cortejos SMST, TST y HST, no se reconocen cortejos LST. En las parasecuencias de 4º y 5º orden los cortejos presentes son LST, TST y HST que pueden aparecer asociados en principio a cualquiera de los cortejos de las secuencias de 3er orden.

Existen importantes diferencias, sin embargo, dependiendo del cortejo de 3er orden sobre el que se sitúen. Los cortejos de SMW, se depositan en relación a caídas del nivel del mar; son momentos en los que predominan las parasecuencias condensadas, en los que apenas si quedan representados sedimentos, más que niveles de margas. En las margas es difícil el reconocer las parasecuencias de 4º y 5º orden, más que en algún caso debido a la presencia de intercalaciones carbonatadas, por lo que el distinguir los cortejos es aún más difícil, no pudiendo estos diferenciarse.

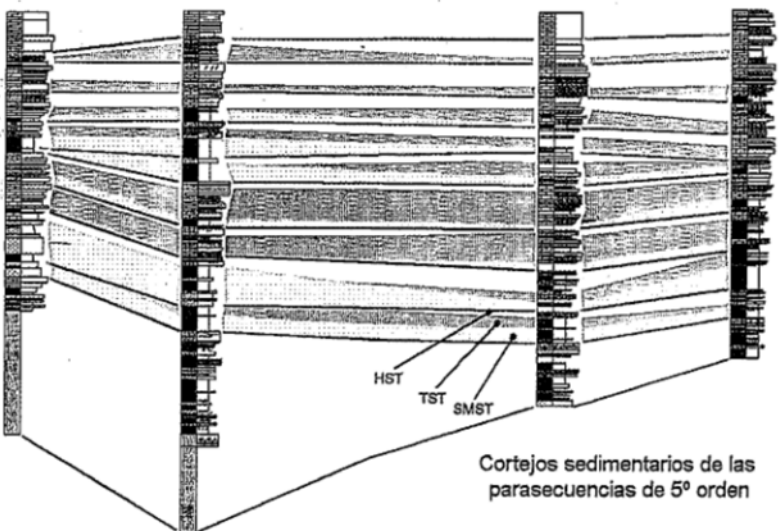
En los cortejos transgresivos de las secuencias de 3er orden si se pueden reconocer la superposición de cortejos. Aquí predominan las facies de arenas y margas correspondientes a los cortejos LST y TST de las para-



Cortejos sedimentarios de la secuencia de 3º orden



Cortejos sedimentarios de las parasecuencias de 4º orden



Cortejos sedimentarios de las parasecuencias de 5º orden

Fig. 1.- Cortejos sedimentarios presentes en las diferentes secuencias deposicionales reconocidas. El tipo de Cortejo sedimentario depende de la escala de observación

Fig. 1.- Systems Tracts for the different orders of Depositional sequences. The recognition of System Tracts depends on the scale of observation.

secuencias de 4° y 5° orden; mientras que las calizas correspondientes a los HST son poco importantes o están ausentes (Fig.1).

Por último, en los cortejos de alto nivel del mar (HST) de las secuencias de 3er orden, predominan las facies de calizas originándose parasecuencias amalgamadas (Goldhammer *et al.*, 1990), en las que los intervalos correspondientes a los cortejos de LST y TST de las parasecuencias de 4° y 5° orden están poco o nada representados (Fig.1).

Conclusiones

El estudio de las secuencias y parasecuencias de edad Cenomaniense inferior - medio en la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica ha revelado que a diferencia de las descritas las parasecuencias están formadas por depósitos que indican primero una profundización en la sedimentación y luego una somerización; ello es indicativo de un origen por ascensos y caídas del nivel del mar relativo, de una forma similar a las secuencias de 3er orden, lo cual viene también apoyado porque presentan el mismo tipo de organización sedimentaria aunque a una escala menor.

El hecho de que las parasecuencias también estén generadas por mecanismos cíclicos de ascensos y descensos eustáticos implica que en ellas pueden reconocerse los Cortejos sedimentarios de bajo nivel del mar, transgresivo y de alto nivel del mar. Estos cortejos se superponen a los cortejos de las secuencias de 3er orden, de forma que estos pueden presentar cualquier cortejo de las parasecuencias. De todas formas su desarrollo es desigual, y a veces existen problemas de reconocimiento, los cortejos HST de 4° y 5° orden están más desarrollados en relación con el mismo tipo de cortejo es las secuencias de 3er orden y los cortejos LST y TST de 4° y 5° orden están más desarrollados en relación con los cortejos SMW y TST de las secuencias de 3er orden.

La superposición de cortejos de secuencias y parasecuencias en el análisis de cuencas

origina una serie de problemas: 1) en un análisis de la ciclicidad de una serie sedimentaria, un mismo depósito puede pertenecer a diferentes cortejos sedimentarios dependiendo de la escala de observación. El caso extremo sería la pertenencia a un HST de 3er orden, a un TST de 4° orden y a un LST en la escala de 5° orden, como puede ocurrir con algún nivel del margas en el techo de la sucesión estudiada (Fig.1). En otras plataformas es frecuente la presencia de facies típicas de cortejos de bajo nivel del mar (por ejemplo, brechas de pie de talud) en momentos generales de alto nivel del mar, entra facies típicas de highstand (Yose, 1991), pues aquellas podrían corresponder a incursiones de caídas relativas del nivel del mar asociadas a ciclos de alta frecuencia (4° y 5° orden).

2) Puede existir también una interpretación de la organización secuencial en Cortejos sedimentarios muy diferente de distintas sucesiones, dependiendo si se localizan en áreas externas o internas de la plataforma, e incluso en áreas continentales. Por ejemplo, en el caso de las secuencias de 3er orden cenomanienses de la Cordillera Ibérica (García *et al.*, 1989; García *et al.*, 1993), en las áreas más internas de la plataforma se depositaron principalmente las arenas de la Fm. Utrillas; en estas zonas sólo algunos ciclos de 5° orden consiguen dejar sedimentos carbonatados, en la base de los cuales se situaría la superficie de máxima inundación marina que separaría los Cortejos SMST-TST del HST. Por otro lado, en las zonas más marinas, compuestas por margas y calizas, el momento de máxima inundación marina puede corresponder, y de hecho corresponde, a un momento diferente del anterior de su evolución sedimentológica, por lo que el mismo límite anterior, para un secuencia de 3er orden, se situaría en un momento temporal muy diferente. La unión de los momentos de máxima inundación sería de esta manera diacrónica, y no una isócrona dentro de la cuenca como postula el modelo de la Estratigrafía secuencial.

Agradecimientos

Los fondos para la realización del presente trabajo han sido aportados por los proyectos PB90-0086 y PB93-0191 de la D.G.I.C.Y.T.

Referencias

- Galloway, W.E. (1989): *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 73: 125-142
- García, A.; Segura, M.; Calonge, A.; Carenas, B. (1989): *Rev. Soc. Geol. España*, 2: 303-333
- García, A.; Segura, M.; García-Hidalgo, J.F.; Carenas, B. (1993): *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Spec. Pub.*, 56: 255-269
- Goldhammer, R. K.; Dunn, P. A.; Hardie, L. A. (1990): *Geol. Soc. Am. Bull.*, 102: 535-562
- Jacquin, T.; Arnaud-Vanneau, A.; Arnaud, H.; Ravenne, C.; Vail, P.R. (1991): *Mar. Petrol. Geol.*, 8: 122-139
- Ruiz, G.; Segura, M.; García-Hidalgo, J.F. (1994): *Geol. Mediterr.*, 21: 163-166
- Ruiz, G. (1996): Arquitectura deposicional de las facies Utrillas en la zona central de la Cordillera Ibérica. *Tesis doctoral*. UCM, Inédita, 187 pp.
- Vail, P.R.; Mitchum, R.M. Jr.; Todd, R.G.; Widmier, J.M.; Thompson, S.; Sangree, J.B.; Bubb, J.N.; Hatlelid, W.G. (1977): *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 26: 49-212
- Van Wagoner, J.C.; Posamentier, H.W.; Mitchum, R.M.; Vail, P.R.; Sarg, J.F.; Loutit, T.S.; Hardenbol, J. (1988): *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Pub.*, 42: 39-45.
- Walker, R.G. (1990): *Jour. Sed. Petrol.*, 60: 777-786
- Yose, L.A. (1991): Dolomieu Conference on Carbonate Platforms and Dolomitization. *Guidebook Excursion A*, 17-39