

# Sedimentología, tafofacies e icnocenosis de las parasecuencias albienses de rampa carbonatada externa en el Prebético de Alicante (Serra Gelada)

A. Giannetti<sup>1</sup>, J.E. Caracuel<sup>2</sup>, P. Monaco<sup>1</sup>, J.M. Soria<sup>2</sup> y A. Yébenes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dip. Science della Terra, Univ. Studi Perugia, Pz. Università 1, 06100 Perugia, Italia. E-mail: pmonaco@unipg.it, alice.g@katamail.com.

<sup>2</sup> Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Univ. Alicante. Apdo 99, 03080 San Vicente del Raspeig, Alicante, España. E-mail: Jesus.Caracuel@ua.es, ayebeness@wanadoo.es

## ABSTRACT

*Sedimentology, taphonomy and ichnology of Albian parasequences of the Serra Gelada ("Prebético de Alicante") are studied in order to reconstruct the sedimentary environment evolution represented in each sequence. The Albian stratigraphic succession is made up of shallowing-upwards parasequences deposited in the general context of a carbonate outer shelf affected by unidirectional currents. Different lithofacies, taphofacies and ichnocoenosis had been defined. On the base of the integrated analysis of all these three sort of data, we have established five main intervals in the parasequence and have refined its paleoenvironmental meaning. For its richness and diversity, the trace fossil assemblages represent a highly illustrative example of ethologic response of infauna to changes in water energy related to the sea-level changes at parasequence order.*

**Key words:** *ichnology, taphonomy, sedimentology, Lower Cretaceous, carbonate ramp, Prebético de Alicante.*

## INTRODUCCIÓN

En la reconstrucción de determinados paleoambientes sedimentarios resulta imprescindible la utilización de metodologías que permitan refinar las interpretaciones sedimentológicas mediante datos tafonómico-paleoecológicos. Sin embargo, en muchas ocasiones, no resulta sencillo establecer el posible carácter resedimentado y/o reelaborado de los restos fósiles, lo que puede dificultar la realización de inferencias paleoecológicas válidas. La utilización de trazas fósiles, menos proclives a experimentar procesos de resedimentación o reelaboración o, en cualquier caso, más sencillos de evidenciar, puede ayudar a resolver esta dificultad. Por otra parte, las trazas fósiles con rellenos activos en menisco poseen una notable importancia en las interpretaciones paleoambientales ya que, por ejemplo, pueden proporcionar datos acerca de las características hidrodinámicas del ambiente sedimentario.

En trabajos anteriores (Caracuel et al., 2002; Giannetti, 2004) se ha destacado la riqueza y diversidad de las trazas fósiles presentes en los sedimentos albienses de la Serra Gelada, que incluso han permitido la definición de un nuevo ichnogénero (Monaco et al., en prensa), por lo que estos materiales parecen idóneos para plantear este tipo de estudio.

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en el

estudio integrado de las litofacies, tafofacies e icnocenosis de las parasecuencias del Albiense de la Serra Gelada, desarrolladas en el contexto de una plataforma carbonatada externa, con la finalidad de conseguir una interpretación paleoambiental más detallada y precisa.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

La Serra Gelada es una pequeña alineación montañosa situada en el litoral del NE de la provincia de Alicante, entre las ensenadas de Benidorm y Altea (Fig.1). Está constituida fundamentalmente por materiales calcáreos y margosos del Cretácico inferior, cuya dirección NE-SW coincide, aproximadamente, con las directrices estructurales béticas. Desde el punto de vista regional, la Serra Gelada constituye el extremo nororiental del dominio interno de la Zona Prebética, también denominado Prebético de Alicante. Este dominio muestra una estructura a gran escala caracterizada por la presencia de una cobertera sedimentaria deformada (con pliegues y cabalgamientos de vergencia NNW junto a fallas normales y de desgarre) cuyo nivel basal de despeque corresponde a los materiales lutíticos y evaporíticos del Triásico superior en facies Keuper (De Ruig, 1992).

El Cretácico inferior de la Serra Gelada está constituido por una sucesión de materiales predominantemente cal-

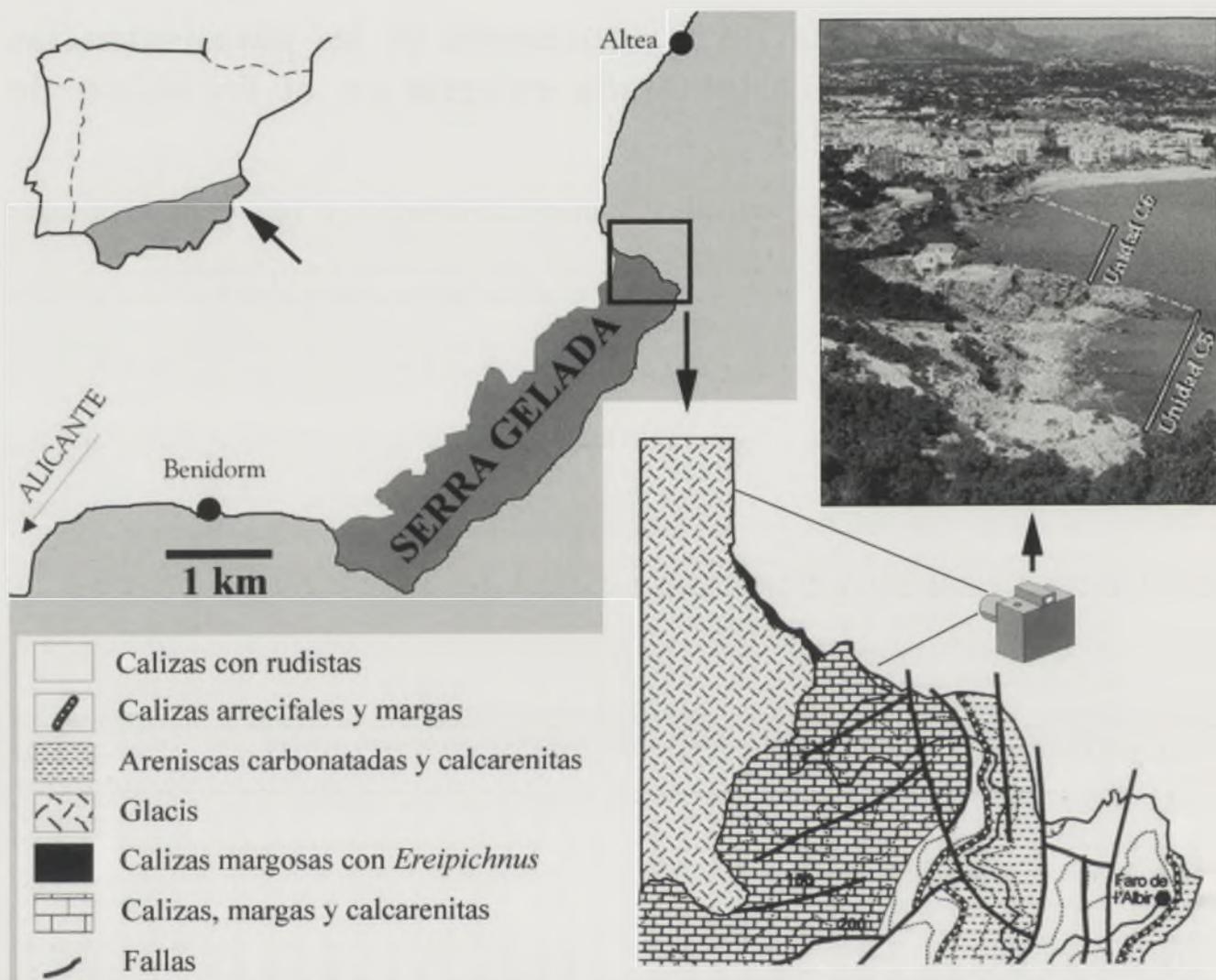


FIGURA 1. Mapa geológico del sector del Albir y localización del afloramiento estudiado en la fotografía del ángulo superior-derecho, donde se observa el aspecto general de las unidades albienses C5 y C6. Nótese las parasecuencias particularmente bien desarrolladas en la unidad C5.

cáreos, de más de 700 m de espesor, en los que es posible diferenciar seis unidades litológicas (Yébenes, 1996). Estos sedimentos se depositaron en el contexto de una extensa plataforma situada en el paleomargen sudeste de la placa Ibérica.

En éste trabajo se estudian las dos últimas unidades litológicas de la sucesión cretácica, C5 "Margas, calizas nodulosas y calcarenitas" (100 m de espesor) y C6 "Margas y calizas nodulosas" (cerca de 200 m de espesor), que corresponden a la Formación Sácaras de edad Albiense inferior a medio (Castro, 1998). Las dos unidades contienen frecuentes macrofósiles (equínidos, bivalvos, braquiópodos, orbitolínidos, etc.) y trazas fósiles. Ambas, se diferencian por la presencia, en la C5, de calcarenitas bioclásticas con estratificación cruzada de gran escala. Los afloramientos analizados se localizan en el margen NE de la sierra, concretamente en el sector del Albir (Fig. 1).

## LITOFACIES

En los materiales Albienses es posible reconocer cuatro litofacies principales.

**LA. Alternancia de calizas y margas**, constituida por margas de color gris oscuro y capas finas de *packstones/wackestones* con bioclastos muy fragmentados. Las margas contienen frecuentes equínidos irregulares y escasos foraminíferos bentónicos y planctónicos, mientras en las calizas abundan los fragmentos de equínidos, moluscos y serpúlidos junto a algunos foraminíferos bentónicos y planctónicos. Se interpretan como depósitos marinos de baja energía de ambientes relativamente profundos dominados por procesos de decantación. En la base de las parasecuencias se observa un tramo especialmente potente de margas que representa el episodio de máxima profundidad.

**LB. Packstone bioclástico**, que forma bancos calcareníticos de aspecto noduloso, debido a su intensa bioturbación por *Thalassinoides*, con grano más grueso que el de las calizas de la litofacies LA. Contienen diferentes tipos de bivalvos, gasterópodos, braquiópodos, corales, crinoides,

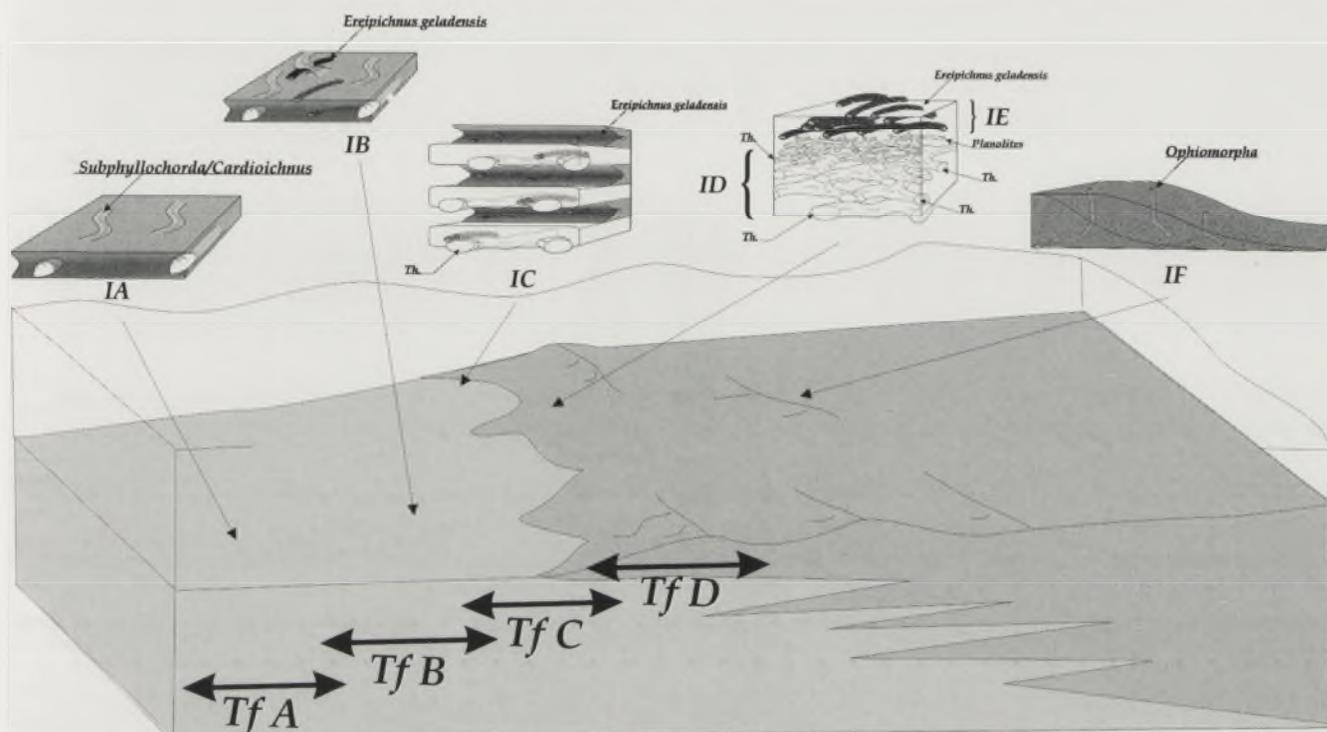


FIGURA 2. Bloque diagrama con la configuración paleogeográfica del Albiense en Sierra Gelada e información de las posiciones en la plataforma donde se desarrollan preferentemente las distintas tafofacies (TfA, TfB, TfC y TfD) e icnocenosis (IA, IB, IC, ID, IE, IF).

tecas de equínidos, algas coralináceas, briozoos, todos ellos resedimentados, junto a orbitolínidos y otros foraminíferos bentónicos. Se depositaron en un ambiente marino de cierta energía, menos profundo que el de la litofacies anterior.

**LC. Rudstone/grainstone bioclástico**, de color pardo, con laminaciones cruzadas de gran escala que indican paleocorrientes de dirección muy constante. Los bioclastos están muy triturados y dominan los fragmentos resedimentados de bivalvos, braquiópodos, briozoos, equínidos, crinoides, gasterópodos, foraminíferos bentónicos y algas coralináceas y clorofíceas. Corresponden a depósitos de alta energía y baja profundidad con corrientes unidireccionales que favorecerían el desarrollo de *sand-waves* que migraban hacia el NE.

**LD. Wackestone/packstone margoso**, de color gris claro y grano más grueso que el de la litofacies LC. Constituye un nivel, de escasos centímetros de espesor, que se superpone sobre la litofacies LC o, cuando ésta falta, sobre la LB. Corresponden a los depósitos de eventos transgresivos, no siempre registrados.

Las litofacies LA, LB y LC se superponen de forma cíclica y regular formando parasecuencias grano, estrato y carbonato-crecientes, que se encuentran mejor definidas en la unidad C5 (Fig. 2), ya que en la C6 suele faltar la biofacies LC. Se interpretan como secuencias de somerización con incremento de energía de abajo a arriba.

Las unidades C5 y C6 se depositaron en el contexto general de una plataforma carbonatada externa de tipo rampa. El conjunto de la unidad C5 está constituido por un apilamiento de parasecuencias de tendencia progradante. La base de la unidad C6 corresponde a una superficie de máxima

inundación con la que se inicia un nuevo apilamiento de parasecuencias con una tendencia general, peor definida, pero también progradante.

## TAFOFACIES

El análisis de las características tafonómicas y de las asociaciones esqueletales ha permitido diferenciar cuatro tafofacies (Fig. 2).

**TfA. Equínidos en posición de vida con eventos de resedimentación.** Aparece en la litofacies LA y se caracteriza porque las concentraciones esqueletales, de muy baja densidad, están constituidas exclusivamente por equínidos, casi siempre irregulares y excavadores, en posición de vida. La propia actividad de los equínidos bioturbó el sedimento y condujo a la concentración de pellets fecales en el cordón central de la traza. Los eventos de resedimentación están representados por escasas y discontinuas concentraciones de bioclastos paraautoctonos. Todo apunta a un ambiente sedimentario de profundidad media donde la acción esporádica de las corrientes se limitaba a provocar ligeros eventos de resedimentación.

**TfB. Equínidos resedimentados.** Se desarrolla también en la litofacies LA y corresponde a una asociación registrada oligotípica constituida por abundantes equínidos irregulares resedimentados. La bioturbación ligada a la actividad de los equinodermos es intensa y se hacen importantes los procesos tafonómicos de selección de bioclastos ligados a la actividad de los organismos responsables de la traza *Ereipichnus* (traza tubular con revestimiento bioclástico). Los eventos de resedimentación, son frecuentes aunque minoritarios y se

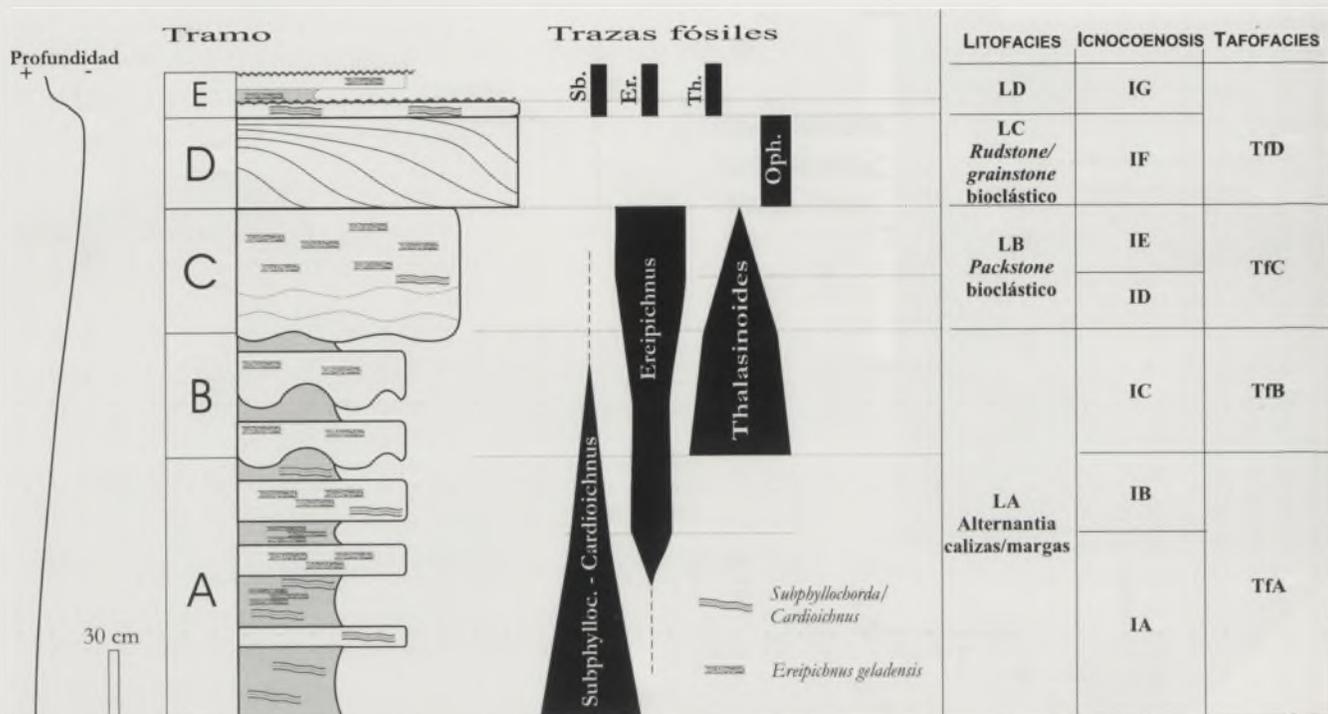


FIGURA 3. Distribución de trazas fósiles, litofacies, icnocoenosis y tafofacies en una secuencia tipo de somerización hacia techo.

manifiestan por la aparición de niveles de bioclastos finos, fundamentalmente parautóctonos. Esta tafofacies indica un claro aumento en la energía ambiental aunque, como demuestra el bajo grado de fragmentación de las tecas, ésta no debió ser muy elevada.

**TfC. Bioclastos transportados e intensa bioturbación.** Aparece en la litofacies calcarenítica LB y se caracteriza por la importancia de los eventos de sedimentación, responsables de las importantes concentraciones esqueléticas de bivalvos, braquiópodos, corales y ostréidos, casi siempre alóctonos, que aparecen en esta tafofacies. Los procesos tafonómicos de fondo están representados por una alta bioturbación (aspecto noduloso) debida a la abundancia de diferentes formas de *Thalassinoides*.

**TfD. Bioclastos muy triturados redistribuidos por corrientes.** Se desarrolla en la litofacies de rudstones y grainstones LC y se caracteriza por el alto grado de trituración que muestran los bioclastos. La bioturbación de las antiguas arenas bioclásticas está representada por túneles verticales y por pistas horizontales. Esta tafofacies describe la sedimentación en un ambiente dominado por importantes corrientes más o menos continuas.

## ICNOCOENOSIS

Las trazas fósiles presentes en estos sedimentos han permitido establecer las siguientes icnocoenosis, de acuerdo con los icnogéneros presentes y con su abundancia relativa (Fig.2).

**IA. Subphyllochorda/Cardioichnus**

**IB. Subphyllochorda/Cardioichnus y Ereipichnus**

**IC. Thalassinoides y Ereipichnus**

**ID. Thalassinoides**

**IE. Ereipichnus**

**IF. Trazas verticales (Ophiomorpha)**

**IG. Subphyllochorda/Cardioichnus y Thalassinoides pequeños**

La distribución de estas icnocoenosis dentro de las parasecuencias permite afirmar que su desarrollo estuvo controlado por las relaciones de proximidad a la línea de costa. La icnocoenosis IA ocuparía la posición más distal y sería sustituida progresivamente, hacia sectores más proximales, por las icnocoenosis IB, IC, ID e IF. En términos generales, se observa un incremento en la abundancia y diversidad de las icnocoenosis desde las zonas más externas de la plataforma a las más internas, con excepción de la icnofacies IF de trazas verticales (atribuibles a *Ophiomorpha*) que muestra una baja diversidad.

Conviene señalar que la mayoría de los ejemplares de la variedad rectilínea de la nueva especie *Ereipichnus geladensis* muestran una misma orientación N-S y que, como indican los *spreite*, el organismo creador de la misma avanzaba hacia el norte (Giannetti, 2004; Monaco et al., en prensa), en un comportamiento que estaría relacionado con la dirección de las paleocorrientes. Por otra parte, en la icnocoenosis de *Thalassinoides*, que es la que muestra una mayor abundancia y diversidad de trazas, se observa un *tiering* muy bien definido, con los *Thalassinoides* de mayor tamaño ocupando los niveles más profundos y con los de menores dimensiones en niveles más superficiales asociados a *Planolites*.

## CONCLUSIONES

El Albiense de la Serra Gelada está constituido por un apilamiento de parasecuencias depositadas en el contexto general de una rampa carbonatada externa. En la parasecuencia tipo se han establecido cinco tramos fundamentales (Fig. 3).

**Tramo A. Submareal de baja energía.** Aparece en la base de las parasecuencias y corresponde a un ambiente de baja energía dominado por procesos de decantación. Dominan las asociaciones oligotípicas de equinodermos en posición de vida. El predominio de pistas horizontales y la ausencia de bioturbación profunda indican que, en comparación con el resto de la secuencia, la tasa de sedimentación no debía ser muy alta. Los episodios de resedimentación serían escasos y de poca importancia, limitados al transporte de pequeños bioclastos. Este tramo representa el nivel de máxima profundidad de la secuencia.

**Tramo B. Submareal con incremento de la bioturbación.** Se diferencia del anterior por el aumento de la bioturbación, desarrollada sobre todo en la base de los estratos de calcarenitas bioclásticas finas. La energía ambiental se incrementaría ligeramente como lo demuestra la relativa abundancia de equínidos resedimentados. La somerización también se pone de manifiesto litológicamente por el aumento progresivo de espesor de los estratos calcáreos frente a los margosos.

**Tramo C. Submareal con incremento de la energía y de la tasa de bioturbación.** Los datos litológicos, tafonómicos e icnológicos indican una importante variación en las características del ambiente sedimentario, con aporte de partículas bioclásticas procedentes de sectores más proximales de la plataforma y un aumento importante en la actividad de los organismos bioturbadores que alcanza su valor máximo y mayor diversidad dentro de la secuencia. De hecho, el 3DBS (*three-dimensional burrow system*) se desarrolla en este tramo de la secuencia. El incremento de la bioturbación profunda indica también una mayor tasa de sedimentación. La desaparición completa de las margas, el aumento de tamaño de los bioclastos y la abundancia de concentraciones esqueletales, con bioclastos resedimentados alóctonos procedentes de sectores proximales, evidencian un ambiente de mayor energía.

**Tramo D. Submareal con alta tasa de sedimentación.** Corresponde a un ambiente sedimentario en el que la acción de las corrientes unidireccionales, relativamente constantes en intensidad y muy constantes en dirección, sobre un sustrato arenoso favoreció la formación de *sand-waves* que migraban hacia el NE. El análisis tafonómico indica una intensa fragmentación de los bioclastos que, además, no muestran orientaciones preferentes, probablemente como consecuencia de su rápido enterramiento. Ocasionalmente, se observa imbricación en los bioclastos aplanados, lo que podría indicar descensos parciales y temporales en la

energía de las corrientes. La presencia de trazas verticales atribuibles a *Ophiomorpha* es característica de este tipo de sustratos móviles de alta energía. La baja diversidad de las trazas indica unas condiciones ecológicas peculiares que sólo permitían la colonización del sedimento a fauna especializada.

**Tramo E. Subida rápida del nivel marino.** Suele aparecer sobre el tramo anterior o se apoya directamente sobre el C cuando falta el D (como ocurre en la mayor parte de la unidad C6). En este tramo, de muy escaso espesor, se observan frecuentes superficies erosivas, trazas horizontales y concentraciones esqueletales con bioclastos moderadamente fracturados aunque, ocasionalmente, aparecen algunos particularmente resistentes (colonias globosas de coral, ostréidos), íntegros y muy bien conservados. Se interpreta como el registro, no siempre conservado, de un evento transgresivo con rápido ascenso del nivel marino.

Así pues, se ha podido demostrar que el análisis integrado de los datos sedimentológicos, tafonómicos e icnológicos permite un mayor grado de refinamiento y precisión de las interpretaciones paleoambientales frente a que están basadas, exclusivamente, en evidencias sedimentológicas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado como resultado de los proyectos de investigación GV04B-629 (Generalitat Valenciana) y BTE2003-05047 MCYT.

## REFERENCIAS

- Caracuel, J.E., Monaco, P., Yébenes, A. y Giannetti, A. (2002): Traza afines a *Imbrichnus wattonensis* Hallam de edad Albiense en el Prebético de Alicante (Serra Gelada). *Geogaceta*, 31: 171-174.
- Castro, J.M. (1998): *Las plataformas del Valanginiense superior-Albiense superior en el Prebético de Alicante*. Tesis Doctoral. Univ. Granada y Jaén, 464 p.
- De Ruig, M. (1992): *Tectono-sedimentary evolution of the Prebetic fold belt of Alicante (SE Spain)*. Doctoral Thesis. Vrije Universiteit, Amsterdam, 207 p.
- Giannetti, A. (2004): *Analisi tafonomica ed ichnologica delle facies a Thalassinoides nel Mesozoico Tetideo*. Tesi Dottorale. Università degli Studi di Perugia, 273 p.
- Monaco, P., Giannetti, A., Caracuel, J.E. y Yébenes, A. (en prensa): New shell-armoured burrows (*Ereipichnus geladensis*, n. ichnogenus) and associated echinoid trace fossils from the Prebetic of Alicante (Lower Cretaceous, SE Spain). *Lethaia*.
- Yébenes, A. (1996): Estratigrafía y estructura de la Serra Gelada. *Cuadernos de Geografía de la Universidad de Valencia*, 60: 201-222.