

El modelo de rampa mixta carbonatada y terrígena del aptiense de Castro Urdiales (Cantabria)

The Aptian mixed carbonate and siliciclastic ramp of Castro Urdiales (Cantabria, Northern Spain)

I. Rosales (*), P. A. Fernández-Mendiola y J. García-Mondéjar (**)

(*) Dept. Earth Sciences, University of California Riverside, CA 92521, USA. e-mail: idoia@ucrac1.ucr.edu.

(**) Dept. Estratigrafía y Paleontología, Universidad del País Vasco, Apto. 644, 48080 Bilbao.

ABSTRACT

Detailed geologic mapping and facies analysis of the Lower Aptian succession in the Castro Urdiales area led to the establishment of a mixed depositional system built of three different carbonate ramp units interlayered with two siliciclastic intraplatform trough units. Carbonate ramps characterized relative calm tectonic stages, whereas siliciclastic troughs developed during more active tectonic stages. Internally the analyzed interval contains two major sedimentary breaks, caused probably by relative sea-level falls of tectonic origin.

Key words: Carbonate ramps, siliciclastic troughs, sedimentary breaks, tectonic control, Early Aptian.

Geogaceta, 20 (2) (1996), 307-310
ISSN: 0213683X

Introducción

La unidad carbonatada del Aptiense inferior es una de la más ampliamente distribuida por toda la región Vasco-Cantábrica, extendiéndose hasta las cuencas Pirenaica y del sur de Francia (Peybernès, 1976; Masse and Philip, 1981). Sin embargo, se han realizado en ella pocos estudios de detalle desde el punto de vista sedimentológico y secuencial, habiendo sido más estudiada desde un punto de vista metalogénico por contener muchos de los yacimientos de siderita de la cuenca de Bilbao (Gil, 1991). Estos materiales han sido tradicionalmente considerado como una unidad tabular y homogénea, constituida por una serie de barras carbonatadas separadas por surcos someros inter barra con sedimentación terrígena (e.g. Fernández-Mendiola and García-Mondéjar, 1990). Este trabajo tiene como finalidad solventar en parte la falta de conocimiento profundo de esta unidad mediante el estudio, en el detalle, de una de sus barras carbonatadas, así como establecer las relaciones genéticas con los materiales siliciclásticos intrabarra lateralmente equivalentes. El área de estudio se localiza al noroeste de Bilbao, en las proximidades de Castro Urdiales (Cantabria, Fig. 1). Estructuralmente corresponde a la terminación nor-occidental del Anticlinorio de Bilbao, que en este área recibe el nombre de Anticlinical de Ventoso. Los estudios realizados se han centrado en el flanco norte de dicho anticlinal, en los materiales de edad Aptiense

situados entre las poblaciones de Laredo (Cantabria) y Somorrostro (Vizcaya). Un desarrollo extenso de los mismos se encuentra en la tesis de la primera autora (Rosales, 1995).

Descripción de las unidades

Aunque desde un punto de vista general se podría describir todo el conjunto de unidades como un sistema mixto de plataformas carbonatadas y terrígenas, su análisis detallado ha revelado la no coexistencia de los sistemas terrígenos y carbonatados en el tiempo por una parte, y la existencia de rupturas sedimentarias con superficies de erosión y/o exposición entre ellos por otra. El sistema, en conjunto, está constituido por 5 unidades diferentes: tres unidades carbonatadas someras, denominadas P1, P2 y P3 (Fig. 2), y dos unidades terrígenas de estuario siliciclástico, denominadas E1 y E2 (Fig. 2). Las unidades carbonatadas presentan un tránsito gradual desde facies internas, más restringidas, hasta facies externas, de mar abierto. Este cambio se produce a favor de suaves pendientes deposicionales, sin ruptura de pendiente en el talud. Por esta razón, estos depositivos de plataforma carbonatada pueden ser considerados como rampas en el sentido de Ahr (1973). Las facies siliciclásticas se depositaron tan sólo en áreas de surco controlados por tectónica, mientras que en zonas de alto relativo las dos

barras calizas aparecen yuxtapuestas, separadas entre sí por una superficie de erosión, difícil de identificar en algunos cortes (Fig. 2).

Unidad P1: Su base es gradual y su potencia varía entre 22 m (Cerrodo) y 70-80 m (Sagrado Corazón, Oriñón y Candina); en el resto de los sectores su potencia oscila entre 45 y 55 m (Fig. 2). Sus características permiten reconocer dos ambientes deposicionales diferentes: rampa interna y rampa media o abierta. El ambiente de rampa interna se localiza en la parte occidental del área de estudio, y está caracterizado por facies que denotan, en general, condiciones someras, restringidas y de baja energía. Estas facies se organizan, por lo común, en secuencias de escala métrica, constituidas de muro a techo por margas y margocalizas, calizas margosas bioclásticas con rudistas y orbitolinas, calizas micríticas con rudistas requiñidos y, finalmente, calizas *packstone* o *wackestone* de miliólidos y peloides. Los términos primero y último de esta sucesión están ausentes en algunos ciclos. Culminan con una superficie bioturbada (*hardground* incipiente). Estas secuencias indican somerización desde ambientes submareales someros a intermareales bajos. El ambiente de rampa media se localiza en la parte oriental del área de estudio. Al igual que en la rampa interna, sus facies se organizan en secuencias métricas de somerización. La secuencia más común comienza con un nivel fino de margas y margocalizas bioturbadas (este tra-

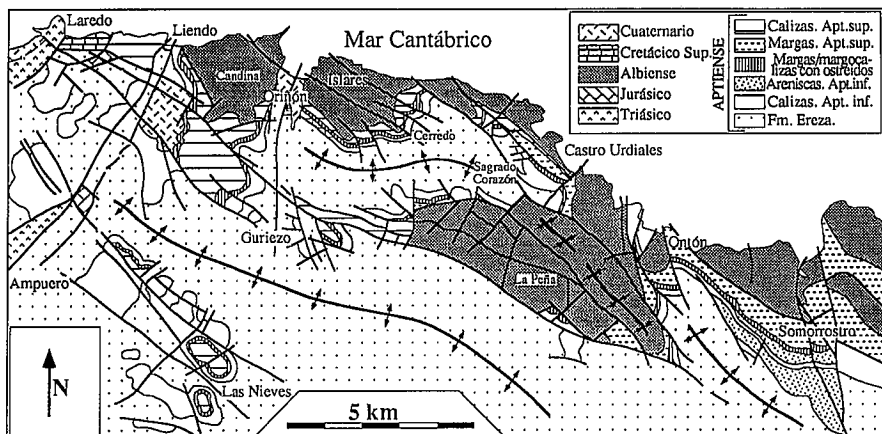


Fig. 1. Mapa geológico detallado del area de Castro Urdiales con indicación de los materiales y localidades estudiadas.

Fig. 1. Detailed geological map of the Castro Urdiales area showing the studied succession and localities.

mo puede estar ausente), continúa con margas y calizas margosas con corales, y culmina con calizas micríticas o calcarenitas bioclásticas con corales y rudistas. Estos materiales denotan condiciones marinas abiertas, someras y de baja energía, por debajo del nivel base del oleaje pero por encima de la zona fótica.

Unidad E1: Consiste en materiales siliciclásticos confinados en surcos excavados sobre la anterior rampa carbonatada. Se han distinguido dos surcos principales en las áreas de Sagrado Corazón y Somorrostro, respectivamente (Fig.2). El surco del Sagrado Corazón se localiza al SO de Castro Urdiales. Presenta unos 400 m de anchura y una potencia máxima de relleno de 80 m. La base de la unidad es una superficie erosiva con forma escalonada, a modo de terrazas excavadas sobre los materiales infrayacentes. Esta excavación, al alcanzar 80 m afecta a la caliza precedente (P1), que llega a desaparecer totalmente en la zona más profunda del surco. El relleno de este surco solapa de forma expansiva (**onlap**) la superficie de excavación, y presenta dos tramos principales: 1) tramo basal siliciclástico, constituido por areniscas finas, limos y margas arenosas, entre los que se intercalan tres litosomos lenticulares, de 12 m, 5 m y 15 m, respectivamente, de areniscas con estratificaciones de tipo cruzada y **flaser**; y 2) tramo superior calizo, de 25m, de potencia, constituido por margocalizas, calizas margosas con orbitolinas y calizas bioclásticas con orbitolinas y corales, que sugieren una secuencia de descontaminación en componentes terrígenos y recuperación progresiva de la sedimentación carbonatada somera. El surco de Somorrostro constituye una cuña sedimentaria que se intercala entre dos barras calizas y adelgaza paulatinamente hacia el NO, hasta desaparecer en Ontón. Presenta una longitud de 7 km y un registro sedimentario máximo de 140 m. La base de la unidad es una super-

ficie erosiva que excava progresivamente la unidad caliza infrayacente, hasta hacerla desaparecer en Somorrostro, donde la unidad terrígena se apoya directamente sobre de la Fm. Ereza. Dentro del relleno de este surco sedimentario se distinguen dos asociaciones de facies: a) areniscas calcáreas de grano grueso a medio con estratificación cruzada planar o sigmoide de escala métrica, interpretadas como facies de canal de estuario, y b) areniscas finas, limos, margas y margocalizas arenosas, con laminación horizontal, wavy y lenticular. La relación lateral con depósitos de canales mareales sugiere para esta asociación un medio mareal somero protegido y de baja energía, atribuible a un ambiente de *lagoon* estuarino en el sentido de Reinson (1992).

Unidad P2: Es una nueva unidad carbonatada (P2, Fig. 2). Sus depósitos, que son muy extensivos, constituyen una barra caliza que abarca toda la extensión del área de estudio, sobrepasando sus límites. El límite basal es gradual. Los espesores registrados para esta unidad oscilan entre 14 m (Cerrredo) y 45 m (Ontón). Se distinguen tres dominios principales de sedimentación dentro de este sistema de rampa carbonatada, los cuales son coincidentes, en características y distribución, con los ya en parte definidos para el sistema de rampa anterior. En el dominio de rampa interna se reconocen facies someras restringidas de baja energía que varían desde condiciones submareales a intermareales bajas: calizas *wackestone* de rudistas requiénidos, miliólidos y corales, *wackestone* y *packstone* de miliólidos y peloides, biostromos de rudistas requiénidos, calizas margosas-nodulosas bioturbadas con rudistas, y margas y margocalizas bioturbadas. Las facies del dominio de rampa media se depositaron bajo condiciones marinas abiertas, submareales someras y de baja energía, con amplio desarrollo de parches y biohermos coralinos. Al

igual que en la primera unidad, estos materiales se organizan en ciclos o secuencias de escala métrica, con un tramo basal margoso bioturbado, relativamente delgado, y un tramo superior más grueso, de litofacies que reflejan somerización rápida. Culmina cada ciclo una superficie neta con intensa bioturbación. El dominio de rampa distal (sector de Somorrostro), se caracteriza por el depósito de margas y calizas micríticas-margosas de ambiente ligeramente más profundo que en los dominios anteriores.

Unidad E2: Rellena nuevos surcos sedimentarios con sedimentación siliciclástica excavados sobre la unidad carbonatada P2. Se han distinguido dos surcos principales en las áreas de Liendo y Somorrostro (Fig.2). El surco de Liendo, de dirección aproximada N-S, se localiza al oeste del área de estudio. Presenta una longitud mínima de 9 km, y una anchura y potencia sedimentaria máxima de 3 km y 30 m respectivamente. Consta fundamentalmente de areniscas calcáreas, areniscas conglomeráticas y calcarenitas arenosas, que se interdigitan hacia el este con margas y calizas margosas con ostreidos, y se organizan en capas tabulares de hasta 1,5 m de espesor con bases erosivas y abundantes estratificaciones cruzadas de surco. El surco de Somorrostro se extiende desde las proximidades de Ontón hasta Somorrostro, sobrepasando hacia el este los límites geográficos del área de estudio. Tiene una longitud mínima de 5 km y 100 m de potencia máxima. Su base es erosiva. Su techo está marcado por el paso gradual y rápido a los materiales carbonatados de la siguiente unidad (P3, Fig.2). El relleno está constituido esencialmente por sedimentos de grano fino: lutitas negras, limos y litologías mixtas de limos y arenas finas con laminación wavy y lenticular, entre las que se intercalan litosomos tabulares de areniscas, de 5 a 10 m de potencia y varias decenas de metros de longitud, con estratificación cruzada planar y sigmoidal a escala media. Contienen abundantes *burrows* horizontales a techo de las capas individuales. Estos paquetes arenosos se interdigitan lateralmente con limos y otros sedimentos de grano fino, y se interpretan como barras arenosas, posiblemente de marea, depositadas sobre una plataforma marina terrígena confinada, de baja energía, con predominio fangoso.

Unidad P3: Finalmente, la unidad P3 está constituida por un nuevo intervalo carbonatado con fuerte influencia terrígena. Los espesores registrados varían entre 13 m en el sector de Somorrostro y 60 m en Orrión (Fig.2). Esta unidad se caracteriza por ser altamente diacrónica, y se diferencia de las unidades carbonatadas anteriores por presentar un predominio de margocalizas y calizas margosas o are-

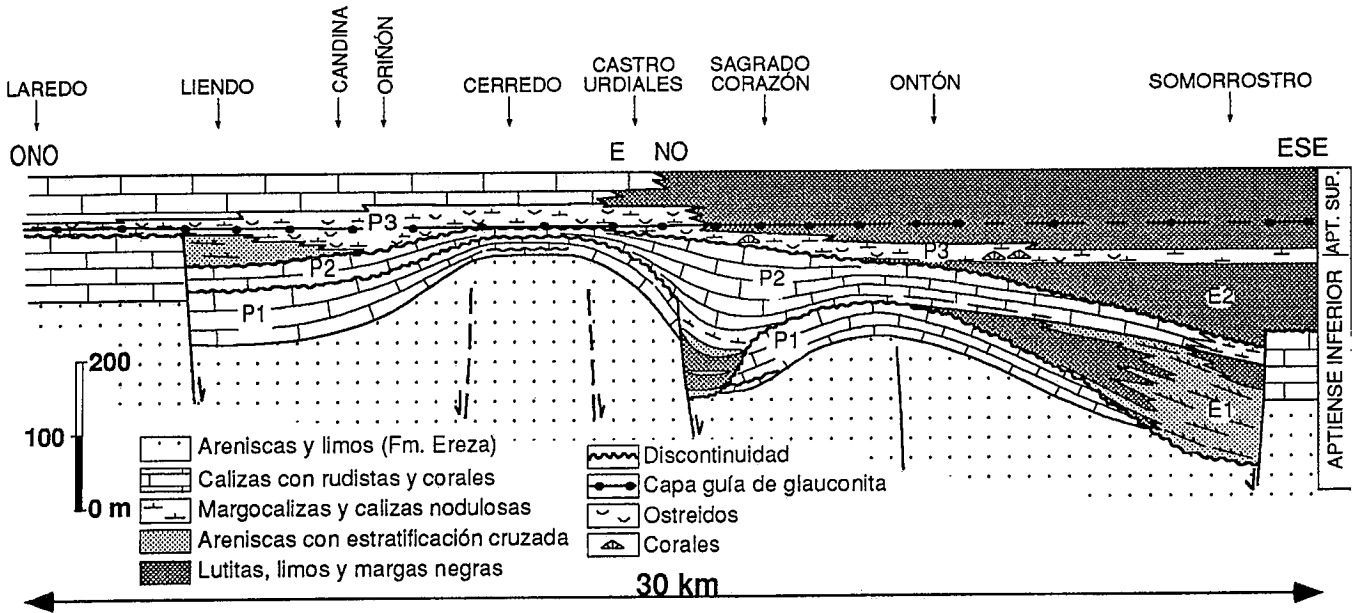


Fig. 2. Sección estratigráfica ONO-ESE de la serie Aptiense del área de Castro Urdiales, con indicación de las diferentes unidades, facies sedimentarias y secciones estudiadas. P1, P2 y P3 representan sistemas de rampa carbonatada. E1 y E2 son sistemas siliciclásticos relleno de surcos sedimentarios.

Fig. 2. WNW-ESE stratigraphic cross-section of the Aptian succession in the Castro Urdiales area, showing the different sedimentary units, facies and studied sections. P1, P2 y P3 represent carbonate ramps. E1 and E2 are siliciclastic systems filling synsedimentary troughs.

nosas, con abundantes ostreidos como componente casi exclusivo de la fauna. Localmente aparecen calizas más puras con corales y matriz calcarenítica o micrítica, interpretadas como biohermos coralinos aislados. La unidad P3 se atribuye a un ambiente marino abierto de baja energía, relativamente profundo. En ella se pueden distinguir dos fases principales: 1) fase inicial retrogradacional, y 2) fase final progradante. Tal organización imprime a la unidad un carácter general vertical transgresivo-regresivo. Estas dos fases aparecen separadas entre sí por un nivel con enriquecimiento en glauconita, episodio isócrono a nivel del área (Fig.2).

Evolución paleogeográfica

Las 5 unidades que construyen este sistema deposicional representan 5 diferentes estadios evolutivos que se suceden en el tiempo (Fig.3). Se ha deducido la existencia de 6 fallas sinsedimentarias que controlaron el espesor y distribución de facies de las distintas unidades, localizadas en las proximidades de Liendo, Sagrado Corazón (en las cercanías de Castro Urdiales), Ontón y Somorrostro (Figs.2 y 3). Entre Oriñón y Castro Urdiales, en el sector del macizo de Cerredo, se perfila un alto paleogeográfico importante que actuó durante el desarrollo de todo este sistema deposicional. Aquí las potencias están notablemente reducidas, por lo que se deduce la existencia, en este sector, de

dos fallas en profundidad que controlaron la formación de un bloque elevado.

El primer episodio: (Fig.3 etapa 1), correspondiente a la unidad caliza P1, constituye un primer pulso transgresivo en el área con implantación de la sedimentación carbonatada somera, que se produce de forma gradual pero muy rápida. Las potencias sedimentarias, y por tanto la subsidencia, durante este episodio fueron relativamente constantes, a excepción del área de Cerredo donde los espesores se reducen considerablemente. En Ontón se perfila otro umbral, controlado por la falla sinsedimentaria de Ontón. Esta última marca una línea paleogeográfica aproximada que limita hacia el oeste un dominio de rampa interna restringida, y un dominio hacia el este de rampa media, en condiciones marinas más abiertas.

El segundo episodio: (Fig.3, etapa 2), que corresponde a la unidad E1, está caracterizado por el desarrollo local de sistemas de estuarios siliciclásticos confinados en surcos sedimentarios. El paso de la primera etapa a esta segunda implicó una fase de tectónica sinsedimentaria activa, asociada a una caída relativa del nivel del mar. Se desarrolló una falla sinsedimentaria activa en las proximidades de Castro Urdiales, responsable de la formación de un surco erosivo de pequeñas dimensiones, con relleno

siliciclástico, alojado en la parte baja de un semi-graben (surco del Sagrado Corazón). Se originó otro surco sedimentario en el área de Somorrostro, controlado por las fallas sinsedimentarias de Ontón y Somorrostro. En áreas de paleoalto adyacente no hubo sedimentación, habiendo estado posiblemente la plataforma expuesta, en condiciones subaéreas. En base a criterios sedimentológicos y de geometría de las superficies erosivas, puede calcularse una caída relativa local del nivel del mar de al menos 80 m durante este episodio (rango de la erosión y profundidad de localización de cementos vadosos en la base del relleno del surco del Sagrado Corazón). Para la formación de estos surcos se sugiere una primera fase de erosiones fuertes, debidas probablemente al *by-passing* de corrientes fluviales, y una segunda fase de relleno en un ambiente marino de estuarios someros.

El tercer episodio: (Fig.3, etapa 3) se produjo durante una fase de ascenso relativo del nivel del mar. Se desarrolló un nuevo banco carbonatado somero. La actuación relativa de las anteriores fallas sinsedimentarias durante este episodio, se vió reflejada en las fuertes variaciones en las razones de subsidencia, que produjeron importantes cambios de espesor y facies en cortas distancias. Se distinguen dos paleoaltos relativos en los sectores de Cerredo y Ontón, y dos áreas más subsidentes en los sectores de Castro Urdiales (Sagrado Cora-

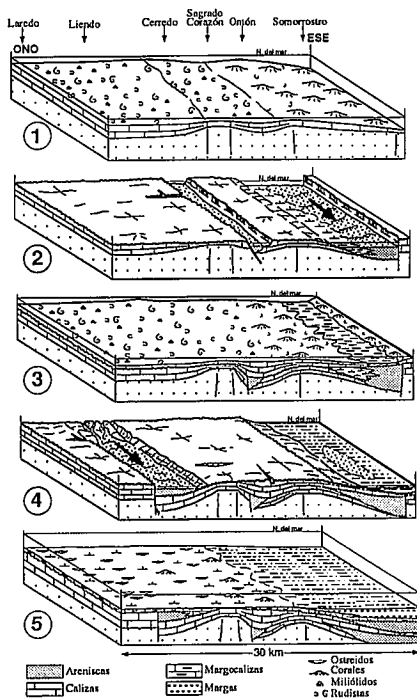


Fig. 3. Bloques diagrama paleogeográficos mostrando las 5 etapas distinguidas en la evolución sedimentaria de la plataforma de Castro Urdiales durante el Aptiense inferior. Las etapas 1, 3 y 5 corresponden a momentos de nivel relativo del mar alto (highstand). Las etapas 2 y 4 se desarrollaron durante etapas de nivel relativo del mar bajo (lowstand). Las flechas indican la dirección principal de los aportes siliciclásticos.

Fig. 3. Paleogeographic block diagrams showing the 5 sedimentary stages distinguished in the evolution of the Castro Urdiales platform during the Aptian. Stages 1, 3, and 5 developed during relative highstands of the sea-level. Stages 2 and 4 developed during relative lowstands of the sea-level. Arrows indicate main directions of the siliciclastic input.

zón) y Somorrostro. La línea paleogeográfica de Ontón actuó nuevamente como límite aproximado separador de un dominio de rampa interna restringida, localizada hacia el oeste, y un dominio de rampa abierta localizada hacia el este. Esta última cambió gradualmente a facies cada vez más profundas hacia el este (Somorrostro).

El cuarto episodio: (Fig.3, etapa 4) se produjo durante una nueva etapa de nivel relativo del mar bajo, estando la sedimentación confi-

nada en los surcos sedimentarios y valles encajados, mientras que las zonas de paleoalto relativo experimentaron emersión. Esta emersión fue acompañada de erosión, con paleorelieves locales de hasta 0,5 m, y disoluciones a pequeña escala que profundizan hasta 1,5 m por debajo de la superficie de discontinuidad. Estos surcos tienen su origen en esfuerzos tectónicos distensivos, que crearon un semi-graben en el área de Liendo, y una zona de subsidencia acelerada en el área de Somorrostro. El área de Somorrostro volvió a actuar como surco sedimentario, controlado por un hundimiento progresivo a favor de las fallas sinsedimentarias de Ontón y Somorrostro.

El quinto episodio: (Fig.3, etapa 5) se originó durante la siguiente fase de ascenso relativo del nivel del mar. Se desarrolló un sistema de tipo rampa con sedimentación carbonatada con fuerte influencia terrígena. La primera fase retrogradacional de esta unidad se depositó en un contexto general transgresivo, con un nivel relativo del mar en ascenso continuado. Esto produjo la migración del sistema desde los ambientes de surco relativo, localizados al este del área de estudio (sector de Somorrostro), hacia los ambientes de plataforma somera localizados al oeste, a medida que se producía la inundación progresiva de la plataforma, hasta entonces emergida. El nivel de glauconita, marcador de la máxima transgresión, se depositó en el momento en que el nivel del mar inundó totalmente las áreas de plataforma (Fig.2). A partir de este momento se produjo una fase de progradación del sistema. Los depósitos de esta fase equivalen lateralmente hacia el oeste a calizas de plataforma somera del Aptiense superior (Fig.2). Hacia el este y sureste equivalen lateralmente a margas y lutitas desarrolladas en un ambiente relativamente más profundo.

Conclusiones

El modelo descrito corresponde a un sistema mixto, compuesto por sucesivos subsistemas de rampa carbonatada que alternan con otros de estuarios siliciclásticos alojados en surcos sedimentarios. Durante el desarrollo de estos últimos no hubo producción carbonatada y la plataforma permaneció expuesta en condiciones subaéreas. La tectónica sinsedimentaria tuvo un control directo en el desarrollo de estos sistemas deposicionales. Fallas distensivas nor-

males de orientación NE-SO controlaron tanto el espesor y distribución de las facies sedimentarias como el modelo evolutivo. Las rampas carbonatadas caracterizaron periodos tectónicos relativamente calmos y de ascenso relativo del nivel del mar, mientras que los sistemas siliciclásticos se desarrollaron durante momentos de nivel relativo del mar bajo asociado a períodos de mayor actividad tectónica local. El área de Somorrostro se perfila, ya desde el Aptiense inferior, como una zona de mayor subsidencia, estando esta controlada por las fallas sinsedimentarias de Ontón y Somorrostro. En ese área se desarrollaron surcos siliciclásticos que se sucedieron verticalmente, y además fueron zonas de mayor profundidad relativa durante el desarrollo de los episodios carbonatados. Otras áreas de surco se localizaron en Castro Urdiales (Sagrado Corazón) y Liendo, mientras que el área de Cerredo se perfiló como un alto paleogeográfico durante el desarrollo de todo el sistema deposicional.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por los proyectos de investigación UPV 121.310-EA 028/95 y PI 94/103 del Gobierno Vasco. Así mismo, se ha contado con la ayuda de una beca postdoctoral de FPI del Ministerio de Educación y Ciencia en USA (IR).

Referencias

Ahr, W.M. (1973). *Transactions-Gulf Coast Assoc. of Geological Societies*, XXIII, 221-225.
 Fernández-Mendiola, P.A. and García-Mondéjar, J. (1990). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 81, 115-126.
 Gil, P.P.(1991). *Tesis doctoral*. Universidad del País Vasco, 343 pp.
 Mase, J.P. and Philip, J. (1981). In: D.F. Toomey (ed.). *SEPM Spec. public. n° 30*, 399-426.
 Peybernes, B. (1976). *Thèse Doct. Sc. nat.*, Toulouse, 459 pp.
 Reinson, G.E. (1992). In: R.G. Walker and N.P. James (eds.), *Facies models. Geol. Assoc. of Canada*, 179-194.
 Rosales, I. (1995). *Tesis doctoral*. Universidad del País Vasco, 496 pp.