

# Correlación secuencial y sedimentológica entre registros de sondeos y series de superficie del Jurásico Marino de la Cuenca de Santander (Cantabria, Palencia y Burgos)

## *Well logs-outcrop sections sequential and sedimentological correlation in the Marine Jurassic of the Santander Basin (Cantabria, Palencia and Burgos)*

S. Quesada, S. Robles y V. Pujalte

Dpto. Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Fac. Ciencias. Universidad del País Vasco. Apartado 644. 48080 Bilbao

### ABSTRACT

*A seismic scale cross-section of the Marine Jurassic of the Santander Basin (Lias and Dogger, western part of the Basque-Cantabrian Region, north Spain) is reconstructed based on both outcrop and well log data. It demonstrates the unequal sedimentary filling of the tectonically controlled swells and troughs in which the basin is subdivided. Further application of sequence stratigraphy concepts leads to the distinction of nine depositional sequences. Their respective facies associations are a function of the relationship between absolute sea level and regional tectonics during the development of the successive systems tracts.*

**Key words:** *Western Basque-Cantabrian Basin, Lias and Dogger, outcrops-wells correlation, swells and troughs, depositional sequences.*

*Geogaceta, 10 (1991), 3-6.*

### Introducción

La Cuenca de Santander (parte occidental de la Región Vascocantábrica) ha sido objeto de una intensiva exploración petrolífera, siendo los materiales del Jurásico uno de los objetivos prioritarios, debido a la existencia tanto de rocas madre, como posibles almacenes de hidrocarburos. Por ello existe una gran cantidad de información de subsuelo (sondeos y líneas sísmicas), que unido a los excelentes afloramientos de superficie convierten a este dominio en un buen marco para la elaboración de un modelo de evolución secuencial aplicable con posterioridad al resto de la región.

La sucesión jurásica de la Cuenca de Santander, cuyos afloramientos se indican en el fig. 1, ha sido subdividida en dos grandes conjuntos sedimentarios, limitados por discontinuidades mayores, a los que se les ha dado el rango de macrosecuencias deposicionales: «Jurásico Marino» (Robles *et al.*, 1989 y Pujalte *et al.*, 1990) y «Jurásico Continental» (Pujalte *et al.*, 1988). La macrosecuencia marina (Lías y Dogger) corresponde a una etapa de plataformas y rampas carbonáticas con marcada subsidencia diferencial, y la macrosecuencia continental (Malm) al establecimiento

contemporáneo del rift del Golfo de Vizcaya, el cual promovió un completo reajuste paleogeográfico de la región, así como un cambio radical en las pautas de subsidencia.

### Metodología de estudio

Se ha estudiado una transversal SW-NE del Jurásico Marino de la mitad meridional de la Cuenca de Santander, mediante el análisis estratigráfico y sedimentológico de series de superficie representativas de zonas con un acúmulo diferencial muy acentuado (Rebolledo y San Andrés), y su correlación con los registros geofísicos (Rayos gamma y sónico, complementados con registros eléctricos) de los sondeos Cantonegro-1, Cadialso-1, Zamanzas A-1 y Manzanedo-1) (fig. 1). Con ello se ha podido establecer: 1) La delimitación en la cuenca de zonas de surco y umbrales relativos y su posible control; 2) Las características del relleno de la cuenca y su interpretación secuencial, y 3) las características e interpretación de las facies geofísicas de mayor interés, deducidas de su correlación precisa con las facies sedimentarias de superficie.

El establecimiento de secuencias deposicionales y la interpretación geo-

física se ha realizado con más precisión en las unidades de las que se dispone de información cronoestratigráfica más detallada (Braga *et al.*, 1988, Fernández-López, 1988, Fernández-López *et al.* 1988, Robles *et al.*, 1989 y datos propios) y en aquellas que tienen un especial interés. Entre ellas destacan las facies euxínicas del Lías superior, por su importancia como rocas madre de hidrocarburos, y las facies espongiolíticas del Bajociense, por su demostrado interés como niveles de correlación en toda la Cuenca Vascocantábrica (Quesada *et al.*, 1990).

### Resultados

#### 1. Geometría de la Cuenca

A partir del análisis estratigráfico y sedimentológico se han establecido unos diagramas de correlación NE-SW (figs. 2 y 3) que muestran la morfología y distribución detallada de las unidades y facies jurásicas, así como la orientación y dimensiones de las zonas con marcada subsidencia diferencial: umbral de Rebolledo-Montorio, umbral de Zamanzas y surco de Polientes-Cadialso, controlados fundamentalmente por el sistema de fallas de Ventaniella (fig. 1). La exis-

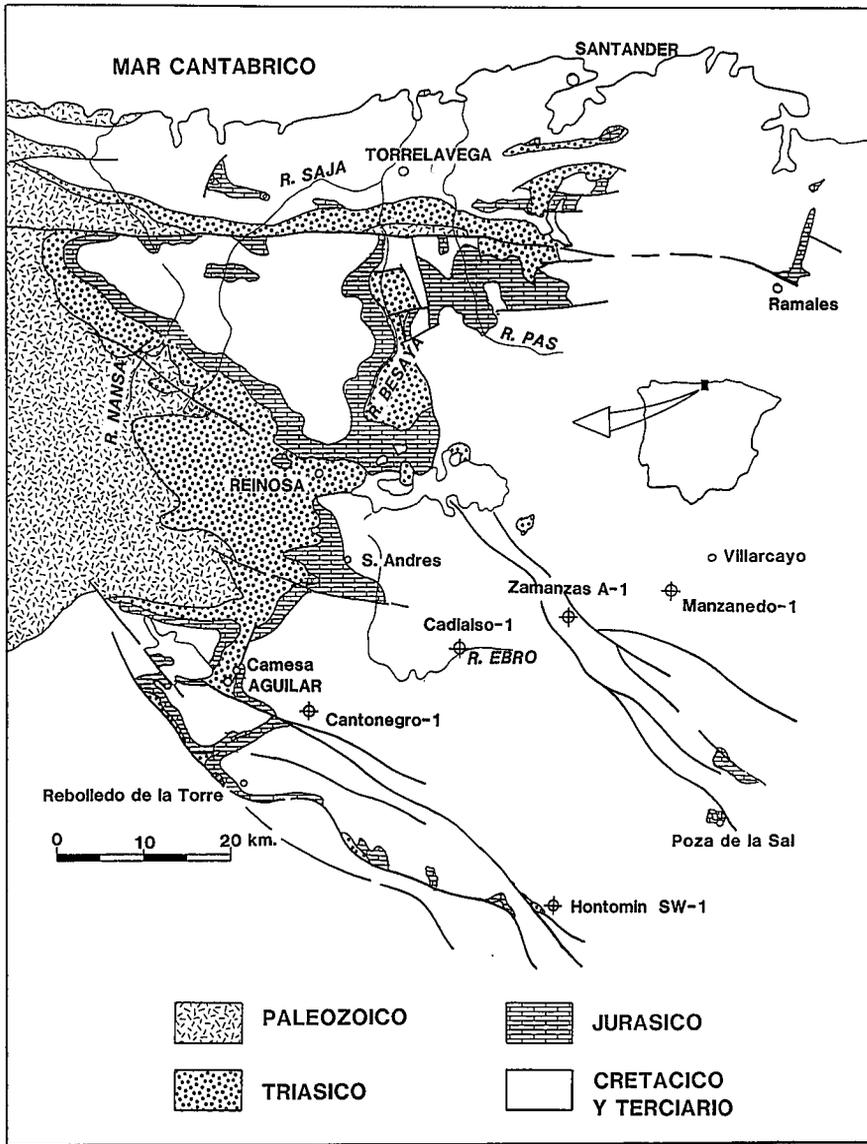


Fig. 1.—Mapa geológico simplificado de la Cuenca de Santander (parte occidental de la Región Vasco-Cantábrica) mostrando los afloramientos principales del Jurásico y la situación de las secciones estratigráficas de superficie y los sondeos estudiados.

Fig. 1.—Simplified geological map of the Santander Basin (western Basque-Cantabrian Region) showing main Jurassic outcrops and the situation of the studied outcrop sections and well logs.

tencia de series de surco y umbral en el Jurásico de esta región ha sido tratado de forma general en trabajos previos de Menéndez-Hevia (1976) y Robles *et al.* (1989). Los mayores espesores de la macrosecuencia marina (950 m) se concentran en el «Surco de Polientes», de aproximadamente 40 km de anchura, donde las secciones estratigráficas y registros de sondeos muestran un máximo desarrollo de facies euxínicas y un registro sedimentario prácticamente continuo.

Estos espesores disminuyen progresivamente hacia los umbrales relativos de Montorio y Zamanzas, situadas al SW y NE respectivamente (figs. 1 y 2) donde no superan los 450 m. En estas zonas tanto las secciones estratigráficas como los registros de sondeos se caracterizan por el escaso o nulo desarrollo de facies euxínicas y la importancia de las discontinuidades sedimentarias con frecuentes hiatos e incluso vacíos erosionales. Una posición intermedia en este esquema paleogeográfico lo ocupan el sondeo Cantonegro-1 y sus secciones estratigráficas de superficie equivalentes (Ej. sección de Camesa) con características estratigráficas y secuenciales mixtas.

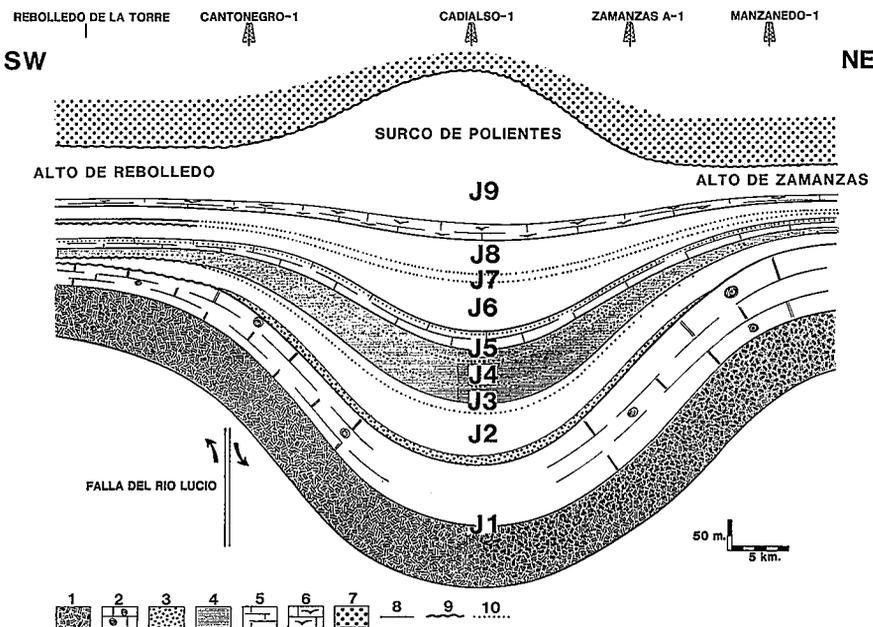


Fig. 2.—Sección transversal del Jurásico marino de la parte meridional de la Cuenca de Santander realizada a partir de secciones estratigráficas de superficie y registros de sondeos. Unidades de correlación: 1.-Dolomías y evaporitas. 2.-Calizas oolíticas. 3.-Calcarenitas y areniscas siliciclásticas. 4.-Unidad euxínica. 5.-Calizas mudstone y wackestone. 6.-Calizas de esponjas. 7.-Jurásico continental. Límites de secuencia: 8.-Límite no erosivo. 9.-Truncación erosional. 10.-Traza supuesta en subsuelo.

Fig. 2.—Cross section of the marine Jurassic of the southern part of the Santander Basin from outcrop sections and well logs. Correlation units: 1.-Dolomites and evaporites. 2.-Oolitic limestones. 3.-Calcarenites and siliciclastic sandstones. 4.-Euxinic unit. 5.-Mudstone and wackestone limestones. 6.-Sponge limestones. 7.-Continental Jurassic. Sequence boundaries: 8.-Non erosional boundary. 9.-Erosional truncation.

2. Interpretación Secuencial

A partir de la correlación detallada y la aplicación de los conceptos de estratigrafía secuencial (Van Wagoner *et al.*, 1988) se ha dividido la macrosecuencia marina del Jurásico en 9 secuencias deposicionales, limitadas por discontinuidades de entidad regional y compuestas por una serie de cortejos sedimentarios (system tracts) que en su práctica totalidad son carbonatados o mixtos (figs. 2 y 3). Las discontinuidades son más evidentes en las zonas de alto, donde se manifiestan por truncación erosional o por niveles de ree-

laboración de fauna y concentración de oolitos ferruginosos y glauconita.

Los cortejos sedimentarios de nivel bajo frecuentemente están representados por: a) facies euxínicas (secuencia J3, J4 y J5) en momentos de confinamientos de aguas, como resultado de un incremento en la subsidencia diferencial y un período de nivel marino absoluto bajo o en ascenso inicial; b) cuñas carbonatadas de margen de plataforma (plataforma espongiolítica del Bajociense terminal, J9) desarrolladas en los largos períodos de nivel absoluto bajo y c) cuñas carbonatadas-siliciclásticas de margen de plataforma

desarrolladas en períodos tectónica-mente activos (J2).

Los cortejos transgresivos se manifiestan por secuencias de profundización (J6, J8) con un progresivo empobrecimiento en carbonato hacia techo y/o enriquecimiento en organismos bentónicos (J5) y también por facies euxínicas (J3 y J4).

Los cortejos sedimentarios de nivel alto están constituidos por facies más o menos carbonatadas dependiendo de la tendencia absoluta del nivel marino y de la capacidad de la fábrica carbonatada de sostener el ascenso.

Evidencias estratigráficas y sedi-

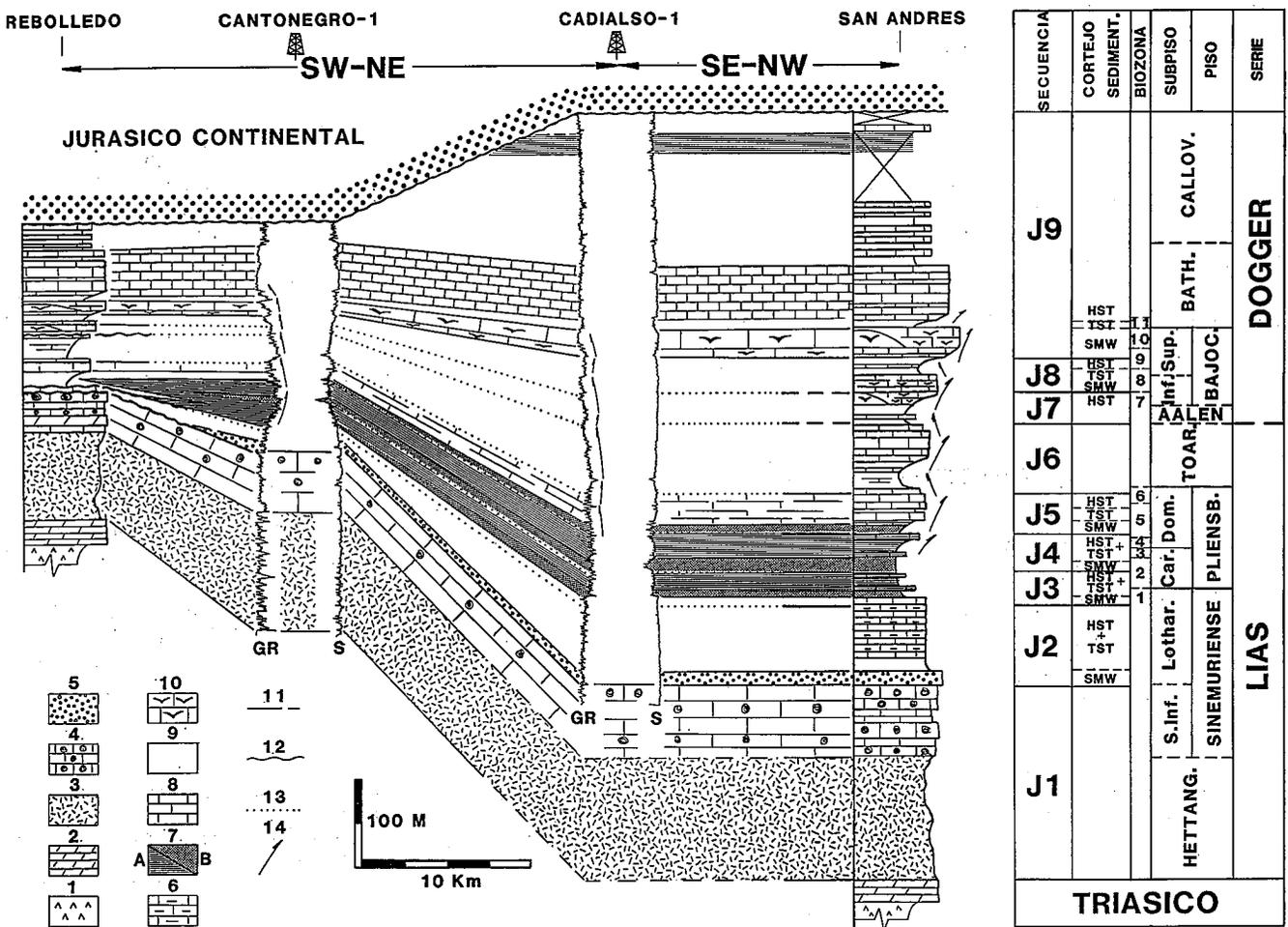


Fig. 3.—Unidades litoestratigráficas y secuencias deposicionales del Jurásico marino de la cuenca de Santander a partir de perfiles de superficie y registros de sondeos. Litologías: 1.-Arcillas de Keuper. 2.-Dolomías laminadas. 3.-Calcarenitas y areniscas siliciclásticas. 4.-Calizas oolíticas. 5.-Calcarenitas y areniscas siliciclásticas. 6.-Calizas margosas. 7.-Unidad euxínica: A. Margas y calizas bituminosas. B. Niveles de máximo contenido orgánico. 8.-Calizas mudstone and wackestone. 9.-Margas 10.-Calizas de esponjas. Límites de secuencia: 11.-Límite no erosivo. 12.-Truncación erosional. 13.-Traza supuesta en subsuelo. 14.-Tendencia vertical de facies. Registros de sondeos: GR. Registro de rayos gamma. S.-Registro sísmico. Cortejos sedimentarios: SMW.-Cuña de margen de plataforma. TST.-Cortejo sedimentario transgresivo. HST.-Cortejo sedimentario de nivel alto. Biozonas: 1. Raricostatum; 2. Jamesoni y Ibex; 3. Davoei; 4. Stokesi; 5. Margaritatus; 6. Spinatum; 7. Sauzei; 8.-Humphriesianum y Niortense; 9. Garantiana; 10. Parkinsoni; 11. Zigzag.

Fig. 3.—Lithostratigraphic units and depositional sequences of the Marine Jurassic of the Santander Basin, from outcrop sections and well logs. Lithologies: 1.-Keuper clays. 2.-Laminated dolomites. 3.-Dolomites and evaporites. 4.-Oolitic limestones. 5.-Calcarenites and siliciclastic sandstones. 6.-Marly limestones. 7.-Euxinic unit: A. Bituminous marls and limestones, B. Horizons of highest organic content. 8.-Mudstone and wackestone, limestones; 9.-Marls. 10.-Sponge limestones. Sequence boundaries: 11.-Non erosional boundary. 12.-Erosional truncation. 13.-Inferred boundary in the subsurface. 14.-Vertical facies trend. Well logs: GR. Gamma ray. S. Sonic. Systems tract: SMW. Shelf margin wedge. TST. Transgressive system tract. HST. High stand system tract. Biozones (see number 1 to 11 above).

mentológicas sugieren la reactivación de sistemas de falla hercínicos y el desarrollo de intumescencias halocinéticas, como controles de la geometría de la cuenca y su subdivisión en áreas de fuerte subsidencia y zonas de umbral relativo. De los perfiles de correlación (figs. 2 y 3) se deduce que fue en el Sinemuriense medio, tras el depósito de la secuencia J1, cuando se produjo dicha subdivisión. Este proceso fue acompañado de fenómenos de truncación erosional y dolomitización en las zonas de alto, y depósito a la base de la secuencia J2 (Lotharingense) de una unidad calcarénica y siliciclástica.

Los cambios del nivel del mar de carácter global pueden constituir el control fundamental en la evolución secuencial de relleno sedimentario de la cuenca, y en este sentido, las secuencias establecidas tienen una buena correlación con las originadas por los ciclos eustáticos de tercer orden de la carta Exxon (fig. 3). Sin embargo, no se descarta el posible origen tectónico o por lo menos su superposición a un origen eustático de ciertos límites como el descrito para el Sinemuriense medio, lo que se apoya bibliográficamente en Hallan (1988), quien propone para esta edad una etapa de intensa actividad tectónica en el oeste de Europa, que lleva a la generación de límites de tipo 1.

### 3. Facies Geofísicas

El análisis de los registros geológicos y su correlación detallada con los materiales aflorantes ha permitido caracterizar una serie de facies geofísicas

cas e interpretarlas sedimentológicamente, entre ellas destacan las correspondientes a las facies euxínicas del Lías superior y la Plataforma espongiolítica del Bajociense terminal.

En los registros sínicos analizados, las facies euxínicas están representadas por intervalos de facies sónicas poco potentes, con contactos bruscos, forma aserrada y tendencia recta o variable y que marcan un incremento considerable en el tiempo de tránsito. En el registro de rayos gamma suelen dar una respuesta baja y no destacable de las facies adyacentes, sin embargo, en algunos casos están representadas por formas de pico muy acusadas con altos valores, probablemente por un mayor contenido en arcillas o una concentración anómala en elementos radiactivos. En algunos casos también se observa un incremento de la resistividad.

La plataforma espongiolítica del Bajociense terminal y en general los cortejos de tipo cuña de margen de plataforma analizados, se caracterizan tanto en el registro de rayos gamma como en el registro sínico, por facies geofísicas tipo embudo o transición a cilíndricas. Estas facies son más o menos aserradas dependiendo del número de parasecuencias desarrolladas y el carácter más o menos progracional o agradacional que muestre la unidad.

### Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto de investigación Gobierno Vasco 89 N° A11. Agradecemos a REPSOL Exploración la colaboración

en el suministro de la documentación geofísica solicitada.

### Referencias

- Braga, J. C.; Comas-Rengifo, M. J.; Goy, A.; Rivas, P. y Yebenes, A. (1988): *III Coloquio Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*. Logroño, 17-45.
- Comas-Rengifo, M. J.; Goy, A.; Rivas, P. y Yebenes, A. (1988): *III Coloquio Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*. Logroño, 63-72.
- Fernández-López, S. (1988): *III Coloquio Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*. Logroño, 73-84.
- Fernández-López, S.; Goy, A. y Ureta, M. S. (1988): *III Coloquio Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*. Logroño, 47-62.
- Hallam, A. (1988): *S.E.P.M. Spec. Public. N° 42*, 39-45.
- Meléndez-Hevia, F. (1976): *II Jornadas Nacionales de Petróleo y gas Natural. Ponencia I. Exploración y Producción*.
- Pujalte, V.; Robles, S. y Valles, J. C. (1988): *III Coloquio Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España*. Logroño, 85-93.
- Pujalte, V.; Robles, S.; Quesada, S. & Vicente-Bravo, J. C.: *13 International Sedimentological Congress. Nottingham. Abstracts Book*, p. 182.
- Quesada, S.; Pujalte, V.; Robles, S. y Vicente-Bravo, J. C. (1990): *Geogaceta*, 7, p. 26.
- Robles, S.; Pujalte, V. y Valles, J. C. (1989): *Cuadernos de Geología Ibérica*, 13. Estratigrafía del Jurásico de la Península Ibérica, I, 185-198.
- Van Wagoner, J. C.; Possamentier, H. W.; Mitchum, R. M.; Vail, P. R.; Sarg, J. F.; Loutit, T. S. & Handenbol, J. (1988): *S. E.P.M. Secc. Public. N° 2*, 39-45.

Recibido el 1 de enero de 1991  
Aceptado el 1 de marzo de 1991

## Litoestratigrafía del Jurásico de Gipuzkoa y NW de Navarra

### *Jurassic lithostratigraphy of Gipuzkoa and NW Navarra provinces*

J. M. Garmendia\* y S. Robles\*

\* Dpto. de Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología, Universidad del País Vasco (Leioa). Apartado 644-48080 Bilbao.

### ABSTRACT

*Lithostratigraphic correlation of numerous sequences leads to the reconstruction of the mesoscale depositional geometries of the Jurassic succession of the eastern part of the Basque-Cantabrian Basin (Gipuzkoa and Navarra provinces). In all studied sections, the Lias shows similar thickness and limited facies changes; the Dogger-Malm succession reveals the initial development of swells*