

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 11	Págs. 707-735	Madrid, 1987
----------------------------	---------	---------------	--------------

ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA DEL TRIASICO
EN EL SECTOR MEDINACELI-SOMAEN (Provincia de Soria)

POR

S. GARCÍA-GIL * y A. SOPEÑA *

Se estudian los caracteres estratigráficos y sedimentológicos del Triásico que aflora en el sector Medinaceli-Somaén (prov. Soria). Se establecen cuatro unidades littoestratigráficas de carácter informal. El hallazgo de tres asociaciones palinológicas hacen posible una mayor precisión en las atribuciones de edad. El análisis sedimentológico permite reconocer, dentro de la unidad inferior «Areniscas y Lutitas de Jubera», un ambiente fluvial con algunos canales de alta sinuosidad que evolucionan en la vertical a un ambiente fluvial con canales de baja sinuosidad; la parte superior correspondería a depósitos de carácter intermareal terrígeno. Las unidades en facies carbonáticas de tipo Muschelkalk que se suceden, «Capas Dolomíticas» y «Capas de Royuela», se depositaron en un ambiente mareal carbonatado, mientras que «Lutitas y Yesos de El Puente» podrían corresponder en este área a depósitos típicos de una llanura evaporítica tipo «sebka».

ABSTRACT

Triassic sequence from the Medinaceli-Somaén area-Central Spain (fig. 1) can be divided into four well differentiated lithostratigraphic units: «Jubera sandstones and siltstones», «Dolostones beds», «Royuela beds» and «El Puente Siltstones and Gypsum».

* Instituto de Geología Económica-Departamento de Estratigrafía. CSIC-UCM. Facultad de Ciencias Geológicas. Univ. Complutense. 28040 Madrid.

Este trabajo ha sido financiado por la CAICYT y CSIC (Proyecto núm. 452) y está incluido en los Proyectos núms. 4, 106 y 203 del IGCP (UNESCO).

Three palynological assemblages have been founded. One of them in «Dolostones beds» and two low in the «Royuela beds». All of them are Ladinian in age, moreover the Triassic sequence in the Medinaceli-Somaen area would range from Anisian to Norian (fig. 2).

On the sedimentological point of view, several environments have been distinguished. «Jubera sandstones and siltstones» are mainly fluvial sediments, that passed up into a tidal siliciclastic environment. There is evidence that the lower part of this unit represents lateral accretion deposits in a high sinuosity stream (fig. 3). Abandoned channels, crevasse splays and levee deposits, have been also recognised (figs. 3, 4 y 5).

The overlying «Dolostones beds» and «Royuela beds» units were deposited in a carbonatic intertidal-flat environment. Main facies assemblages, including shallowing upward sequences, are represented in figs. 8 and 9.

The «El Puente siltstones and gypsum» unit, were probably formed in a coastal sabkha environment.

INTRODUCCION

Se estudian en este trabajo, las características estratigráficas y sedimentológicas del Triásico que aflora en el área comprendida entre las localidades de Medinaceli y Somaén (fig. 1). Este área situada en el SE de la provincia de Soria, corresponde al extremo noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, en una zona próxima al bode O de la Cuenca terciaria de Almazán y a la confluencia con el Sistema Central.

La serie visible, corresponde únicamente a la cobertura mesozoica, no aflorando nunca el Paleozoico, ni la parte inferior del Triásico. No se conoce por tanto, la secuencia completa de los sedimentos triásicos de este área concreta ya que tampoco existen por el momento sondeos que la atraviesen. Sin embargo, por comparación con otras áreas próximas donde aflora y está bien expuesta, puede afirmarse que el comienzo de la serie aquí visible, corresponde ya, a la parte superior del Buntsandstein.

Los antecedentes bibliográficos específicos sobre los problemas del Triásico de este área son muy escasos. Sólo cabe mencionar a CASTELLS y DE LA CONCHA (1958), que separan tres tramos (Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper) según la composición litológica. Entre los trabajos de carácter regional con estudios puntuales, dentro o en las inmediaciones de este sector, hay que reseñar los de MARFIL (1969), SANCHEZ DE LA TORRE y AGUEDA (1970), DE LA PEÑA (1972), GARRIDO y VILLENA (1977) y RAMOS (1979). En todos ellos

se aportan datos de interés sobre la problemática del Triásico de este área del centro de la Península.

LITOESTRATIGRAFIA

Desde el punto de vista litoestratigráfico, el Triásico que aquí aflora tiene los caracteres propios del llamado «Triás Ibérico» (VIRGILI *et al.*, 1977), con un tramo inferior en facies Buntsandstein, uno medio en facies Muschelkalk y uno superior poco desarrollado en facies Keuper.

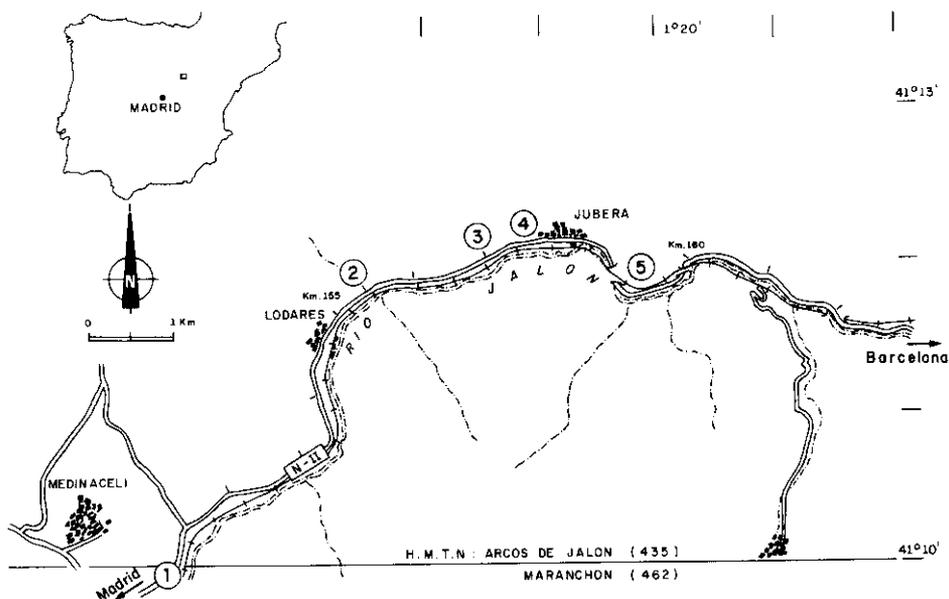
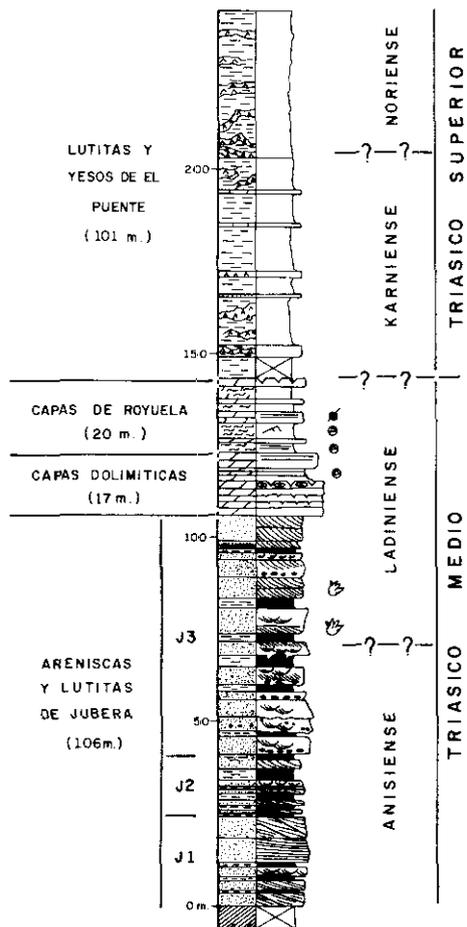


Figura 1.—Localización geográfica y situación de las columnas levantadas. 1. Medinaceli; 2. Lodares; 3. Jubera-1; 4. Jubera-2; 5. El Puente.

Map showing geographical location of the studied area and stratigraphic sections. 1. Medinaceli; 2. Lodares; 3. Jubera-1; 4. Jubera-2; 5. El Puente.

Se han establecido cuatro unidades litoestratigráficas de carácter informal (fig. 2), ya que la zona cubierta por el trabajo no es lo suficientemente amplia como para que estas unidades locales, expresen el desarrollo litológico de la región. Se describen a continuación las principales características de cada una de ellas.



LEYENDA GENERAL

	ARENSICAS		POROSIDAD FENESTRAL
	LUTITAS		POROSIDAD MODICA DE EVAPORITAS
	MARGAS		ESTROMATOLITOS TIPO SH
	DOLOMIAS ASPECTO MICRITICO		LAMINACION ORIGEN CRIPALGAL
	DOLOMIAS		MALLAS DE ALGAS
	BRECHAS		RAICES
	YESOS		FRAGMENTOS VEGETALES
	CONTACTO EROSIVO Y CANTOS BLANDOS		ASOCIACION PALINOLOGICA
	LAMINACION PARALELA		FRAGMENTOS FAUNA NO IDENTIFICABLE
	RIPPLES DE CORRIENTE		GASTEROPODOS
	RIPPLES DE OSCILACION		PLACAS DE EQUINODERMOS
	ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR TABULAR		FRAGMENTOS DE CORALES
	ESTRATIFICACION CRUZADA DE SURCO		FRAGMENTOS FOSFATADOS
	ESTRATIFICACION CRUZADA EPSILON		FANTASMAS DE FORAMINIFEROS
	"LENTICULAR BEDDING" "WAVY BEDDING"		GRAQUIPODOS
	"FLUTE CASTS"		ICHOFAUNA DE VERTEBRADOS
	GRIETAS DE DESECACION		BIOTURBACION
	LAMINACION CONVOLUTA		RHIZOCORALLIUM
	PSEUDONODULOS		ENRIQUECIMIENTO EN OXIDOS DE Fe
	NODULOS DE SILEX		

UNIDAD «ARENISCAS Y LUTITAS DE JUBERA»

Se trata de una alternancia irregular de areniscas y lutitas, en la que existe un predominio de las primeras. Son de un característico color rojo y esporádicamente contienen cantos dispersos de cuarcita. De acuerdo con la clasificación para areniscas de DOTT (1964), su composición petrológica corresponde a la de las arcosas. No se observan variaciones importantes en la vertical, salvo un aumento en el contenido en carbonatos en los niveles superiores que constituyen el tránsito a las facies del Muschelkalk.

Dentro de esta unidad se pueden diferenciar tres subunidades (fig. 2), cuyas características principales son las siguientes:

J 1.—Areniscas de grano fino fundamentalmente, aunque existen algunos niveles con tamaño de grano entre fino y medio. Es casi excepcional la presencia de granulometría mayor. También existen niveles de lutitas rojas de pequeño espesor y geometría tabular o lenticular.

J 2.—Constituida por lutitas rojas fundamentalmente y areniscas arcillosas. Es característica la intensa bioturbación que aparece en los distintos niveles que la componen. También son muy frecuentes las manchas violáceas debidas a la actividad de raíces.

J 3.—Compuesta por una alternancia irregular de areniscas rojas y lutitas rojas y verdes. Los niveles lutíticos superan sólo excepcionalmente los dos metros de potencia, mientras que en los areniscosos, esto es un hecho frecuente. Existe una abundante bioturbación, más intensa en los tramos lutíticos. Hacia la mitad de la subunidad y en el muro de varios cuerpos areniscosos, son observables huellas de ichnofauna de vertebrados del género *Cheirotherium*. En el techo de la subunidad, aparecen huellas de raíces en las lutitas, y por encima se suceden unas areniscas blanquecinas que muestran un nivel de enriquecimiento en Fe y en las que es perceptible un progresivo incremento en el contenido en carbonatos.

Espesor: Es imposible determinar su espesor total, debido a que el muro de la unidad no es visible. El máximo desarrollo lo alcanza en el desfiladero del río Jalón, en las proximidades del pueblo de Jubera (fig. 1). El espesor máximo de afloramiento es de 24,27 m. para

Figura 2.—*Columna estratigráfica tipo del Triásico de la región estudiada.*
General stratigraphic sequence from the Triassic of the studied area.

la subunidad J 1; 15,4 m. para la subunidad J 2, y 66,2 m. para la subunidad J 3. El espesor total de afloramiento máximo es por tanto 106,3 m.

Relación con la unidad suprayacente: El contacto con la unidad superior «Capas Dolomíticas», es aparentemente concordante y viene marcado por un incremento en el contenido en carbonatos y una disminución correlativa en la proporción de terrígenos. Se ha establecido el límite entre las dos unidades, en un nivel de facies heterolíticas con estratificación lenticular, estructuras de fluidificación (laminación «convoluta» y pseudonódulos), donde las areniscas ya tienen importantes contenidos en carbonatos. En los alrededores de Jubera, por debajo de este límite, aparece una zona de alteración que GARRIDO-MEJIAS y VILLENA (1977) interpretan como una importante discontinuidad estratigráfica.

Sección tipo: Se halla en las proximidades de Jubera. Las subunidades J1 y J2, tienen su mejor exposición en la sección 3 (fig. 1), situada en el Km. 157 de la C. N. II y la subunidad J3, en la sección 4 (fig. 1), situada en el Km. 157,4 de la C. N. II.

Contenido paleontológico y edad: No se ha hallado resto faunístico alguno. Solamente en la mitad superior de la unidad, existe ichnofauna de vertebrados del género *Cheirotherium*.

Relación con otras unidades litroestratigráficas: Esta unidad litroestratigráfica es equivalente a parte de la unidad tb. 3., «Areniscas y Limos de Cercadillo», que SOPEÑA (1979), establece en el NO de Guadalajara. La correlación con las unidades establecidas por RAMOS (1979), en la región de Molina de Aragón, colindante por el sur con la que aquí se estudia, es más problemática, debido con toda seguridad a cambios laterales de facies. Parece razonable establecer algún tipo de correspondencia entre esta unidad y las unidades «Limos y Areniscas de Rillo» y «Limos y Areniscas abigarrados de Torete» de RAMOS (1979). Sin embargo, GARRIDO-MEJIAS y VILLENA (1977), sitúan una discontinuidad sedimentaria a la base de las facies *Muschelkalk*. Esto podría significar que la transgresión del *Muschelkalk* biseló, al menos, parte de la unidad «Limos y Areniscas abigarrados de Torete».

UNIDAD «CAPAS DOLOMITICAS»

Esta unidad está formada por dolomías de colores grises y amarillentos claros, con finas intercalaciones margosas muy escasas. Están

estratificadas en bancos de espesores diferentes, poco potentes, destacando la presencia de nódulos y niveles más o menos continuos, de sílex. Según terminología de FRIEDMAN (1965), se trata de dolomías con textura xenotópica, inequigranular porfirotópica y en ocasiones equigranulares. Están totalmente recrystalizadas (tamaño de los cristales: mesocristalino y microcristalino). Los terrígenos aparecen en los niveles basales, en el tránsito con el Buntsandstein. También destaca en esta unidad, la presencia de abundante porosidad (móldica de evaporitas, fenestral y otros poros irregulares), bioturbación, frecuentes laminaciones de algas y huellas de tipo *Rhizocorallium* sp.

Espesor: Es muy constante en la zona, pudiendo estimarse un espesor medio de 17 m.

Relación con la unidad suprayacente: El contacto con la unidad superior es concordante y se sitúa en la base del primer tramo de margas con espesor relevante, siendo fácilmente identificable.

Sección tipo: Esta unidad aparece representada en toda el área estudiada, pero las secciones más accesibles y completas se sitúan en Medinaceli y El Puente (fig. 1).

Contenido paleontológico y edad: Entre los escasos restos fósiles encontrados se pueden enumerar: moldes de bivalvos y gasterópodos, de tamaño milimétrico; fragmentos de huesos, y una asociación palinológica característica del Ladiniense.

Relación con otras unidades litoestratigráficas: La denominación original de «Capas Dolomíticas» se debe a HINKELBEIN (1969). Fue establecida por este autor para la región de Albarracín. Posteriormente, esta unidad fue estudiada por RAMOS (1979), quien extendió dicha denominación al sector Noroccidental de la llamada Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Muy recientemente, PEREZ-ARLUCEA y SOPEÑA (1985), revisan la definición original en el área de Albarracín y llaman a esta unidad «Dolomías de Tramacastilla». La disminución de espesor observada por RAMOS (1979) en su zona (de SE a NO), parece continuarse en la región aquí estudiada.

UNIDAD «CAPAS DE ROYUELA»

Se trata de una alternancia de margas gris-verdosas y dolomías grises claro, predominando las primeras sobre las segundas. Las dolomías son de colores claros, grises más o menos amarillentos. Son de tamaño microcristalino, equigranulares o inequigranulares con una recrystalización muy acusada. La porosidad existente es móldica, de

bioclastos y evaporitas, y en otras ocasiones, corresponde a fenestral obliterada en parte por efecto de la compactación. La bioturbación es intensa, en ocasiones a techo de los niveles, y con frecuencia de tipo *Rhizocorallium* sp. Los fósiles encontrados son de pequeño tamaño y se localizan preferentemente en el techo de las capas.

Espesor: El espesor máximo medido es de 20 m. y puede ser considerado como representativo de toda la región.

Relación con la unidad suprayacente: Es concordante. El límite se sitúa, en el punto donde dejan de aparecer de una manera radical las litologías carbonáticas y empiezan a existir tramos de lutitas y yesos.

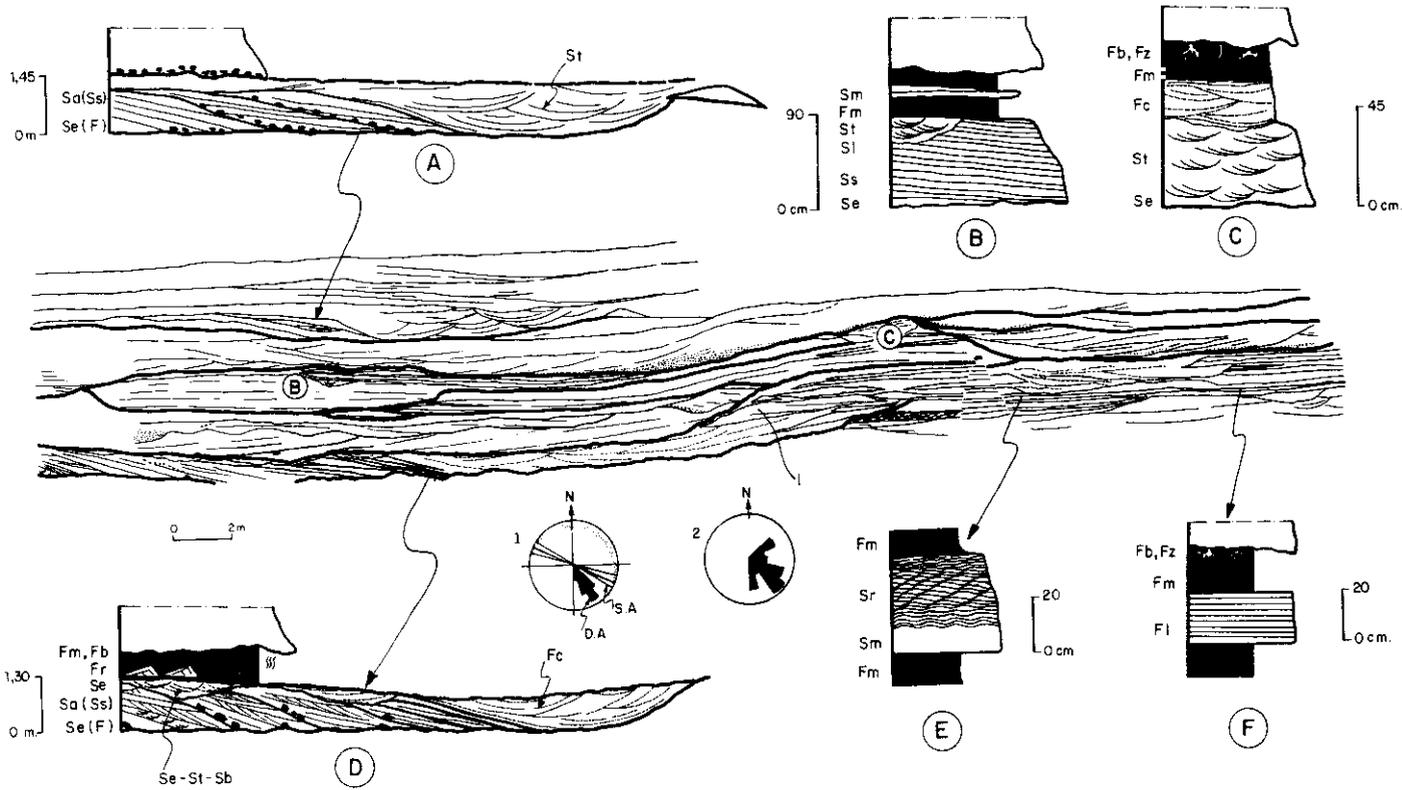
Sección tipo: El punto óptimo de observación se sitúa en el corte de El Puente (fig. 1).

Contenido paleontológico y edad: Tanto en los niveles de dolomías margosas, como en los de margas, son abundantes los gasterópodos, bivalvos y braquiópodos de tamaños milimétricos. También aparecen fantasmas de foraminíferos, fragmentos de huesos, laminaciones de algas y otros fragmentos bioclásticos no clasificables. Dentro de la macrofauna han sido identificadas algunas formas como correspondientes a: *Lingula tenuissima* BRONN, *Pseudocorbula gregaria* MUNSTER, *Placunopsis teruelensis* WURM, clasificadas por la Dra. MARQUEZ de la U. de Valencia. En los tramos margosos, de la parte basal de la unidad, se han hallado dos asociaciones palinológicas cuyas características indican una edad Ladiniense a Karniense.

Relación con otras unidades litoestratigráficas: Es equivalente a las «Capas de Royuela», establecida por HINKELBEIN (1969), en las inmediaciones de Albarracín. Posteriormente este nombre ha sido utilizado por diversos autores; así RAMOS (1979) extendió esta denomi-

Figura 3.—Interpretación del fotomontaje realizado de la subunidad J-1 («Areniscas y Lutitas de Jubera»). A, D: Secuencias de relleno de canal con superficies de acreción lateral. B: Secuencia de relleno de canal y depósitos de llanura de inundación. C: Secuencia de relleno de un canal secundario. E y F: Secuencias de depósitos de derrame. La secuencia E está más próxima al canal que la F. Diagramas 1 y 2 de paleocorrientes medidas en las barras de meandro de la secuencia D. DA: Direcciones medidas en las estructuras que componen las barras de meandro. SA: Dirección y buzamiento de las superficies de acreción lateral.

Field sketch, and main sequences from J-1 subunit (Lower part of the «Areniscas y Lutitas de Jubera» unit). A, D: Channel-fill sequences with lateral accretion surfaces. B: Channel-fill and overbank deposits sequence. C: Secondary channel-fill sequence. E, F: Crevasse splay sequence. E sequence is proximal than F. Diagrams 1 and 2 showing palaeocurrent measurements from point bar deposits of D sequence. DA: cross-bedding measurements into point bar structures. SA: dip and direction of the lateral accretion surfaces.



nación hasta las proximidades de Alcolea del Pinar, localidad contigua al área que aquí se estudia. Muy recientemente PEREZ-ARLUCEA y SOPEÑA (1985) completan la denominación original y llaman a esta unidad «Dolomías, Margas y Calizas de Royuela».

UNIDAD «LUTITAS Y YESOS DE EL PUENTE»

Está constituida por lutitas verdes y grises, con intercalaciones de diversa naturaleza litológica en los primeros 60 m. de la unidad. Los 41 m. finales de la misma son lutitas rojas con yesos. A los 13,22 m. de la base aparece una intercalación arenosa de 74 cm. de espesor, de naturaleza arcósica. Las intercalaciones carbonáticas, en la mitad inferior de la unidad, tienen escaso espesor (centimétrico). Los yesos tienen diferentes modos de aparición, pero siempre se trata de formas secundarias de origen diagenético.

Espesor: El espesor visible es de 100,7 m., pero esta potencia de afloramiento varía mucho de unos puntos a otros debido al comportamiento plástico de estos materiales.

Sección tipo: Esta unidad ha sido caracterizada en el corte de El Puente (fig. 1).

Contenido paleontológico y edad: No se ha encontrado resto faunístico alguno, siendo las laminaciones de algas el único indicio de actividad orgánica.

Relación con otras unidades litoestratigráficas: SOPENA (1979), en el Keuper situado más al O, diferencia una única unidad litoestratigráfica, que denomina «Arcillas y yesos de los Gavilanes». La principal diferencia que encontramos aquí es la pérdida total del carácter detrítico.

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE FACIES UNIDAD «ARENISCAS Y LUTITAS DE JUBERA»

Desde el punto de vista sedimentológico, se consideran en esta unidad tres subunidades con características muy diferentes en cuanto al medio de depósito: inferior (J.1), media (J.2) y superior (J.3). La subunidad superior es la que presenta mayores variaciones, por lo que ha sido subdividida para su análisis en dos tramos, A y B. Se describen a continuación las principales facies y asociaciones de facies de cada una de ellas y se discute la interpretación ambiental.

SUBUNIDAD INFERIOR (J.1)

Descripción de facies

St: Areniscas de grano medio con estratificación cruzada de surco en «sets» de tamaño que oscila entre 20 y 80 cm. Componen «cosets» de hasta 3 m. de altura e incluso superiores.

Sp: Areniscas de grano medio y fino con estratificación cruzada planar tabular. «Sets» de diferentes tamaños, desde 6 a 40 cm. Forman «cosets» de hasta 2,5 m. de altura.

Sh: Areniscas de grano fino con laminación paralela.

Sr: Areniscas de grano fino con laminación de ripples. En ocasiones los ripples son de tipo ascendente.

Ss: Areniscas de grano medio y fino con estratificación cruzada sensiblemente paralela a la base y a veces con cantos blandos.

Sm: Areniscas de grano medio y fino de aspecto masivo.

Se: Superficies de erosión, de tendencia plana o cóncava.

Sa: Superficies de acreción lateral en barras de meandro.

Fl: Lutitas con laminación paralela. Niveles poco potentes.

Fm: Lutitas de aspecto masivo.

Fr: Lutitas con laminación de ripples.

Fz: Lutitas con huellas de raíces y restos vegetales macerados.

Sz: Areniscas de grano fino con huellas de raíces y restos vegetales.

Sb: Areniscas de grano fino bioturbadas.

Fb: Lutitas bioturbadas.

F: Lutitas presentes como cantos blandos, en el interior de los niveles de areniscas o en relación con bases erosivas.

Fc: Lutitas amoldándose a la forma de los canales, de los que constituyen el relleno. Aparecen con relativa frecuencia en canales de tamaños diferentes.

Principales asociaciones de facies e interpretación

En síntesis, la arquitectura de esta subunidad se construye en base a tres tipos de asociaciones de facies que representan distintos sub-ambientes deposicionales dentro de una llanura fluvial (figs. 3 y 4):

1. Cuerpos arenosos de base erosiva, de tendencia tabular y de considerable potencia y extensión lateral. Representan distintos tipos de depósitos de canales de morfología y dinámica también distinta.

2. Cuerpos arenosos de geometría lenticular, tabular o subtriangular, de potencia y espesor mucho más reducidos. Representan depósitos de derrame de canal («crevasse splay») o diques naturales («levees»).

3. Cuerpos lutíticos o arenosos de grano muy fino, de geometrías diversas, que constituyen depósitos de llanura de inundación o relleños de canal abandonado (fig. 4).

La base de los cuerpos arenosos mayores, está siempre constituida por importantes cicatrices erosivas (fig. 3, A, B y D), mientras que en el segundo tipo de cuerpos, las bases son de tendencia mucho más plana, nada o poco erosivas (fig. 3, E y F). La morfología y dinámica de los distintos tipos de canales, viene representada por diferentes tipos de asociaciones de facies. Las asociaciones Se(F)-Sa(Ss)-St, (fig. 3A) y Se(F)-Sa-Fc (fig. 3D) presentan muchas de las características definidas por ALLEN (1965) y PUIGDEFABREGAS y VAN VLIENT (1978) como indicadores de canales de alta sinuosidad. Se trata por tanto, de depósitos de barras de meandro, separadas por superficies de acreción lateral que tienen adosado un relleno final de canal abandonado (fig. 4). El distinto tipo de relleno del canal abandonado que presentan estas dos asociaciones de facies, indicaría dos modos de avulsión diferente.

En el caso de la secuencia de la figura 3D, es posible distinguir también, encajados en los depósitos de barras de meandro, dos depósitos que corresponderían a «chutes» (Facies Se-Sb-St en la fig. 3D).

Sin embargo, no todos los sedimentos correspondientes a los cuerpos arenosos mayores representan depósitos de canales de alta sinuosidad. La morfología (fig. 4), y organización interna, indican en otros casos, dinámicas y procesos distintos a los anteriormente descritos. Por ejemplo, la asociación de facies Se-Ss-Se-St de la figura 3B y su geometría, indican más bien, relleno rápido de canales de sinuosidad mucho menor y probablemente de carácter efímero. Es decir un tipo de arquitectura fluvial próximo al modelo 11 de MIALL (1985) para llanuras distales braided. Esto supone una alternancia en el tiempo de distintos estilos fluviales (fig. 4) que explicaría el hecho de que la relación arena/lutita que presenta esta subunidad en su conjunto, es superior a la que sería de esperar en un sistema de alta sinuosidad, pero netamente inferior a la característica en uno de baja sinuosidad. El bajo potencial de preservación de los depósitos de llanura de inundación, estaría por tanto en relación con cambios bruscos en la fisio-

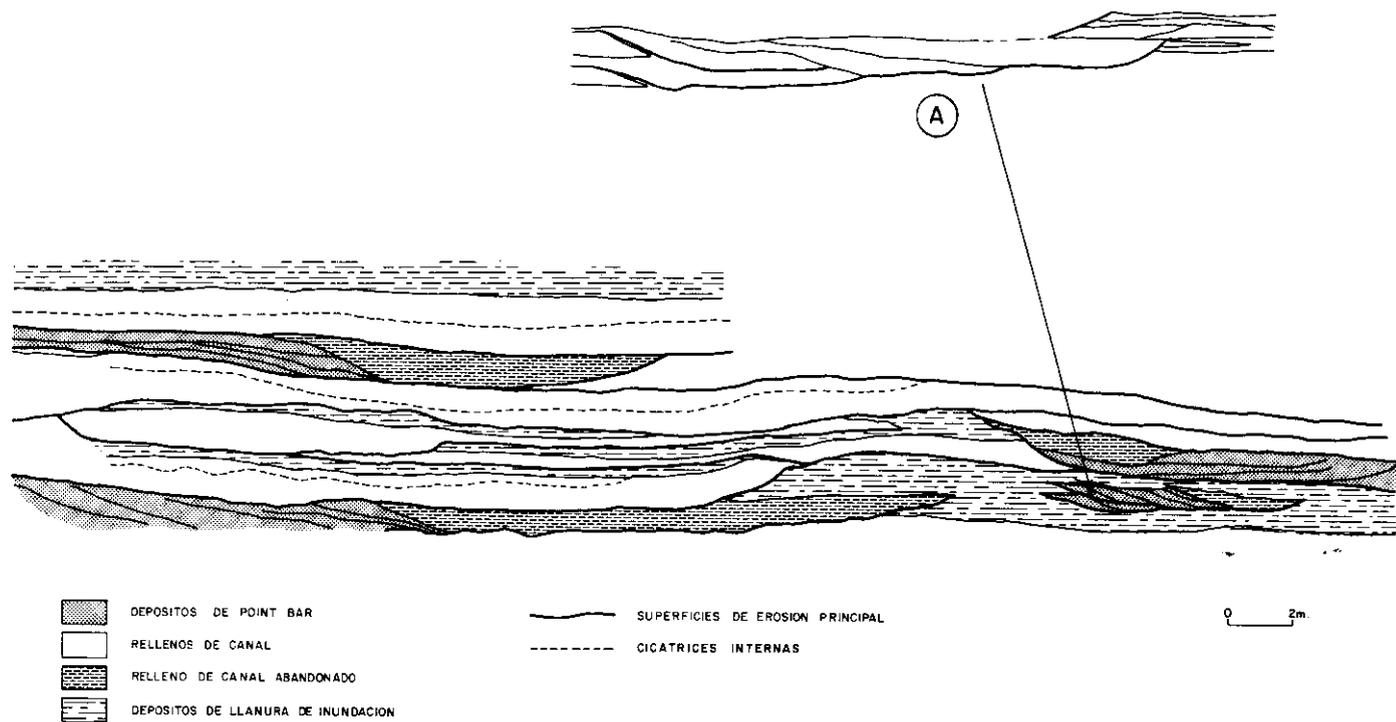


FIGURA 4.—Esquema de los principales elementos que componen la arquitectura fluvial de la subunidad J-1 (parte inferior de las «Areniscas y Lutitas de Jubera») correspondiente al fotomontaje de la figura anterior.

grafía fluvial, provocados por causas alocíclicas. Aunque sin olvidar que este sector de la Cordillera Ibérica registra distintos tipos de movimientos tectónicos contemporáneos con la sedimentación triásica (SOPEÑA *et al.*, 1986, RAMOS *et al.*, 1986), parece razonable explicar más bien este tipo de cambios en el estilo fluvial, por cambios en el régimen climático. Los cambios de origen tectónico, producen en general, variaciones secuenciales de un orden de magnitud algo mayor de las que aquí se consideran.

Por lo que se refiere al resto de las asociaciones de facies presentes en esta subunidad, cabe destacar las excelentes condiciones de afloramiento y preservación, de los depósitos arenosos que se interpretan como derrames y diques, en el corte de Jubera (fig. 1, n.º 3). En el primer caso, se trata de niveles de areniscas de grano fino, de pequeño espesor (20-30 cm.), base plana y gran extensión lateral que desbordan los canales y se intercalan en las lutitas de llanura de inundación. En algunos casos, se ha podido observar la relación con los canales con toda claridad, e incluso cómo pasan por encima de diques naturales (fig. 3, E y F). La asociación de facies más frecuente recuerda secuencias de Bouma truncadas de distintas formas. En su parte más distal y alejada del canal, están constituidos exclusivamente por areniscas de grano muy fino con laminación paralela (fig. 3F). Los depósitos de diques naturales («levees») están constituidos por cuerpos subtriangulares de base plana, asociados a los laterales del margen convexo del canal. Están compuestos de areniscas de grano medio o fino, de aspecto masivo o con laminación de ripples (fig. 3, L).

SUBUNIDAD MEDIA (J.2)

Descripción de facies

Las facies que componen esta subunidad, son análogas a las de la subunidad anterior, excepto en lo que se refiere al tamaño de las formas y al tamaño de grano. Las estratificaciones cruzadas no superan nunca los 60 cm. de altura (Facies St y Sp) y el tamaño de grano es fino, salvo en casos excepcionales.

Principales asociaciones de facies e interpretación

La característica que distingue a esta subunidad, respecto a la anterior, es la abundancia relativa de los materiales lutíticos frente a los de tamaño samítico que, además como ya se ha dicho, son de grano fino y muy fino, a menudo bastante arcillosos.

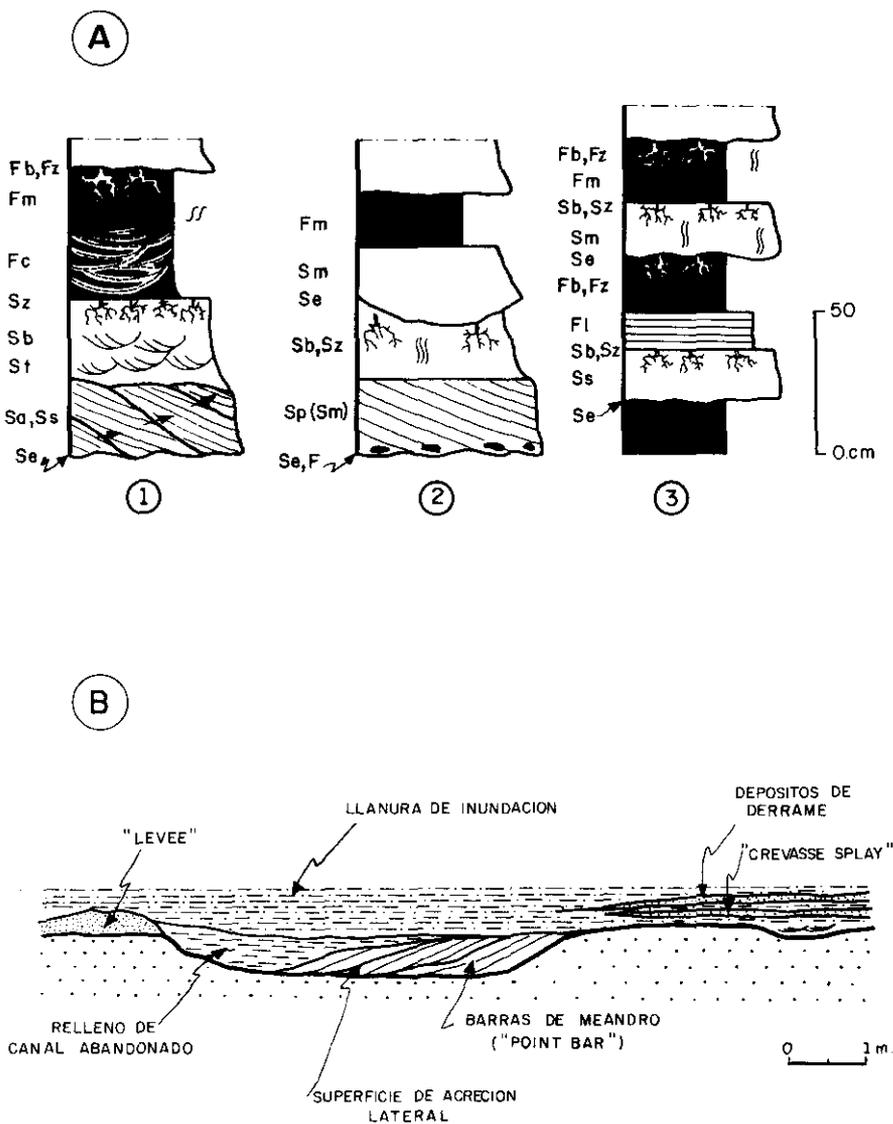


Figura 5.—A. Principales asociaciones de facies y secuencias de la subunidad J-2. B. Esquema de los diferentes submedios deducidos en esta subunidad.

A. Main facies assemblages and sequences of the J-2 subunit. B. Sketch showing relationship between different fluvial subenvironments of J-2 subunit.

Tanto las asociaciones de facies como la geometría de los cuerpos sedimentarios, indican que los depósitos de esta subunidad corresponden en su totalidad a un ambiente fluvial de alta sinuosidad, con características más distales que los infrayacentes. En base a las asociaciones de facies y de acuerdo con los trabajos de ALLEN (1963 y 1970), PUIGDEFABREGAS (1973), NAMI (1976), NAMI y LEEDER (1978) y PUIGDEFABREGAS y VAN VLIENT (1978) se pueden distinguir los siguientes tipos de depósitos:

1. Facies de canal (fig. 5, A1 y A2, B): En la que predomina la acreción lateral e incluyen: a: Depósitos de fondo de canal. Corresponden a la facies F y en ocasiones a la Ss. b: Depósitos de barras de meandro («point-bar»). La asociación de facies es Se-Sa(Ss). Suelen quedar cubiertos por las facies de desbordamiento.

2. Facies de desbordamiento (fig. 5, A3 y B). Incluyen: a: Depósitos de diques naturales («levees»). Son de geometría subtriangular acuñándose en las facies de llanura de inundación (fig. 5B). b: Depósitos de llanura de inundación. Corresponden a la asociación de facies finas: Fl-Fm(Fb y Fz). Los fenómenos de alteración edáfica como los aquí presentes son corrientes en estos depósitos (FRIEND & MOODY-STUART, 1970, MARZO *et al.*, 1984 y ALLEN, 1974). c: Depósitos de lóbulos de derrame. La asociación de facies correspondiente es Se-Sm(Sb-Sz).

3. Facies de relleno de canal abandonado (fig. 5, A1 y B). Diferenciamos dos tipos en función de las secuencias observadas: a: Los rellenos fundamentalmente por lutitas. La secuencia característica es: Se-Fm(Fb). b: Los de relleno mixto. La secuencia característica es: Se-Sa(Ss)-St-Sb-Sz-Fc-Fm. Los primeros son de dimensiones más reducidas y deben corresponder a un abandono brusco (avulsión). Los segundos contienen prismas de acreción y en general, el relleno indica que el canal siguió siendo activo durante algún tiempo, aún después de producida la avulsión y su abandono fue más paulatino.

SUBUNIDAD SUPERIOR (J.3)

Descripción de facies

St: Areniscas de grano medio, a veces fino. Estratificación cruzada de surco.

Sp: Areniscas de grano medio. Estratificación cruzada planar tabular. «Sets» de espesor muy variable. A veces forman «cosets» de hasta 3,80 m.

Sh: Areniscas de grano medio y fino. Laminación paralela.

Sr: Areniscas de grano fino y medio-fino con «ripples». Los ripples son de corriente o de oscilación. Es frecuente su asociación con facies finas constituyendo las facies heterolíticas.

Ss: Areniscas de grano medio y fino. Estratificación cruzada de bajo ángulo o sensiblemente paralela al nivel basal.

Se: Superficies erosivas. Frecuentemente asociadas con cantos blandos (F) y estructuras de corriente («flute cats», «groove cats»).

Sm: Areniscas de aspecto masivo. Facies muy escasa.

Fm: Lutitas de aspecto masivo. Las facies a las que se asocia con mayor frecuencia son: Sr y Fb, a veces con Fz.

Fr: Lutitas con laminación de «ripples», tanto de corriente como de oscilación. Las facies con las que se asocia más frecuentemente son: Sr y Sb, para formar estratificación lenticular.

Fz: Lutitas con huellas debidas a la actividad de raíces.

Fb: Lutitas con bioturbación. Se encuentra asociada a todas las facies que incluyen litologías lutíticas: Fm, Fr.

Sb: Areniscas de grano fino y muy fino. Bioturbadas.

F: Facies de fragmentos lutíticos. A menudo se asocian a (Se) y a veces constituyen un conglomerado de cantos blandos.

FA: Facies heterolíticas. Alternancia de lutitas y areniscas de grano fino. Laminación paralela y «ripples», reconociéndose con frecuencia: estratificación lenticular, «flaser» y ondulada («wavy bedding»).

Principales asociaciones de facies e interpretación

La subunidad J3 vuelve a ser predominantemente areniscosa (arenisca de grano medio-fino), aunque también aparecen niveles de lutitas bien desarrollados. Se observan importantes variaciones en las asociaciones de facies según se asciende en la columna; por ello se ha dividido para su análisis sedimentológico en dos tramos, A y B.

Tramo A

El aumento del tamaño de grano en relación con la subunidad infrayacente, las asociaciones de facies y la geometría de los cuerpos

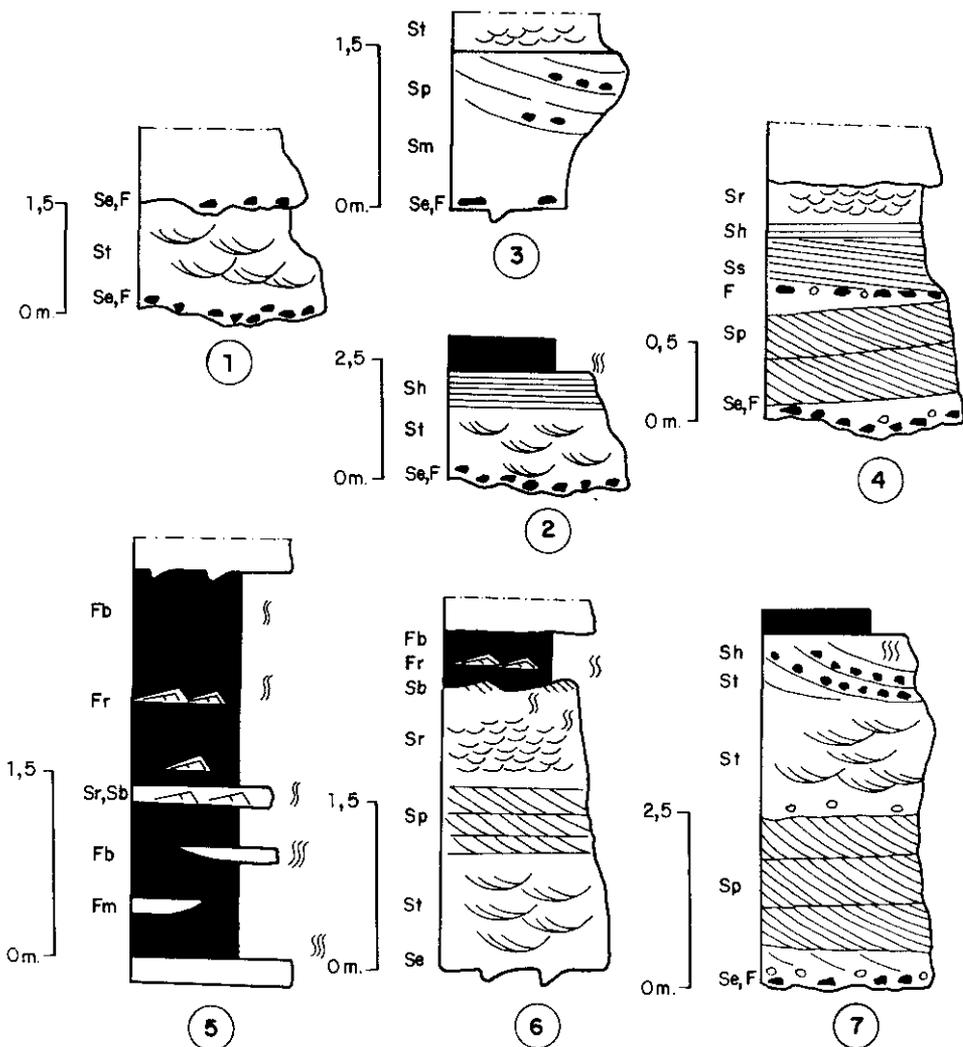


Figura 6.—Principales secuencias y asociaciones de facies de la subunidad I-3, tramo A.

Main facies assemblages and sequences of the I-3 subunit, A level.

presentes en este tramo indican de nuevo un sistema fluvial, pero de sinuosidad baja y en la que la relación arena/lutita es característica del estilo braided.

Las asociaciones más comunes son las que se han representado en la figura 6, y se interpretan como correspondientes a diferentes

subambientes dentro del sistema: canal, barras con desarrollo de llanura arenosa y llanura de inundación. Las asociaciones Se(F)-St y Se(F)-St-Sh (fig. 6, 1 y 2) corresponderían a distintos tipos de relleno de canal. La segunda probablemente a un canal lateral más somero. La secuencia Se(F)-Sm-Sp-St, de granulometría creciente (fig. 6, 3) puede corresponder al desarrollo de una barra transversa («cross-channel-bar»). Las secuencias Se(F)-Sp-Ss(F)-Sh-Sr; Se-St-Sp-Sr-Sb-Fr-Fb y Se(F)-Sp-St-St(F)-Sh (fig. 6, n.º 4, 6 y 7), se corresponden muy probablemente con zonas de crecimiento de barras mayores en cuyo techo se desarrollan eventualmente llanuras arenosas. Por último, la secuencia Fm-Fb-Sr(Sb)-Fr-Fb y otras análogas que pueden encontrarse, es característica de subambiente fluviales con acreción vertical en zonas de llanura de inundación.

Todo este conjunto de asociaciones de facies y secuencias, recuerdan al modelo South Saskatchewan descrito por CANT y WALKER (1978) y MIALL (1978) o al modelo 10 de MIALL (1985). Las secuencias granodecipientes son, en este caso, el resultado de la superposición de las facies de canal, barras y facies desarrolladas en su techo en forma de llanura arenosa («sand flat»). Ocasionalmente se conservan depósitos finos de llanura de inundación.

La mayor conservación de depósitos de llanura de inundación que presentan las secuencias estudiadas, en comparación con los modelos a los que se hace referencia, probablemente se debe a una mayor estabilidad de este sistema en relación con la proximidad de la línea de costa.

Tramo B

Las características de este tramo indican ya una influencia marina. En la figura 7 se han resumido las principales asociaciones de facies y secuencias encontradas en estos depósitos.

Se interpretan como sedimentos de una amplia llanura fangosa con aportes siliciclásticos ocasionales y sometida a algún tipo de acción mareal. Es característica la existencia de estratificación lenticular, «flaser», ondulada (wavy), la abundancia de bioturbación y ocasionalmente, la presencia de restos vegetales y de ichnofauna de vertebrados. La secuencia número 2 de la figura 7 con la asociación de facies Se(F)-Sp-Sb-Sr-Sb-Fm, se interpreta como correspondiente al relleno de un canal dentro de la llanura fangosa. En una de las secciones estudiadas (fig. 1, n.º 4), se han podido reconocer dos secuencias granocrecientes y estratocrecientes que comienzan con lutitas verdes y terminan con facies arenosas canalizadas. Su estudio detallado indica una progradación del medio fluvial sobre la llanura fangosa, que presenta gran-

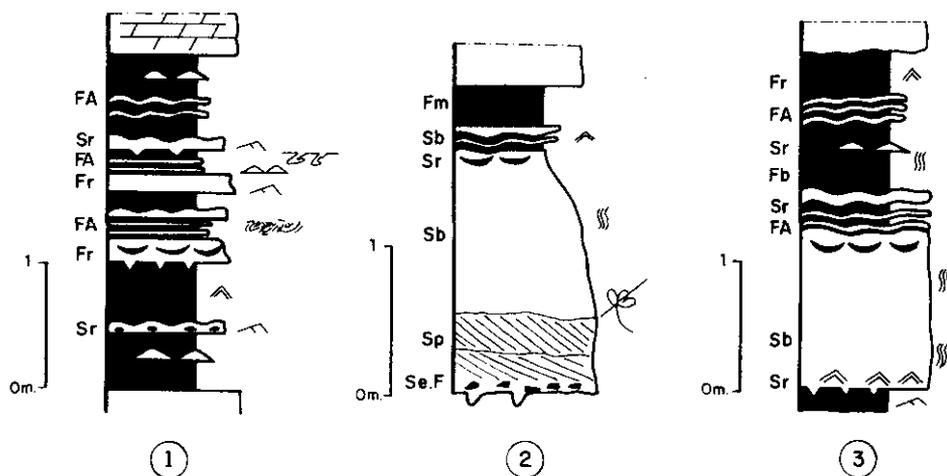


Figura 7.—Principales secuencias y asociaciones de facies de la subunidad J-3, tramo B.

Main facies assemblages and sequences of the J-3 subunit, B level.

des similitudes con la progradación de un lóbulo deltaico. Sin embargo, no ha podido ser establecido hasta este momento el carácter netamente marino de las lutitas de la base y en todo caso, la extensión del área estudiada no permite por ahora concluir nada definitivo. Trabajos posteriores en áreas adyacentes permitirán mayores precisiones.

UNIDAD «CAPAS DOLOMITICAS»

Descripción de facies

M: Margas y margas dolomíticas.

Ds: Dolomías conteniendo nódulos o niveles de sílex.

Dfe: Dolomías meso y microcristalinas con enriquecimiento en Fe en el techo de los niveles o en la superficie de bioclastos.

DF: Dolomías mesocristalinas con restos fósiles.

DE: Dolomías mesocristalinas con estromatolitos tipo SH o tipo LLH.

Db: Dolomías meso y microcristalinas. Estructuras de bioturbação, algunas del tipo *Rhizocorallium* sp.

- Da: Dolomías meso y microcristalinas con laminación de algas.
- Dpa: Dolomías mesocristalinas con asociaciones palinológicas (polen, esporas y microplancton marino).
- Dfor: Dolomías microcristalinas con foraminíferos.
- Dxp: Dolomías mesocristalinas. Estratificación cruzada planar tabular.
- Dr: Dolomías mesocristalinas. Laminación interna de «ripples».
- Dl: Dolomías meso y microcristalinas con laminación interna de tendencia paralela de origen diverso: decantación, orientación de elementos texturales.
- Dm: Dolomías meso y microcristalinas de aspecto masivo
- Di: Dolomía mesocristalina con intraclastos. Facies muy esporádica.
- Dbre: Dolomías mesocristalinas de aspecto brechoide. Poco frecuente.
- Dg: Dolomías mesocristalinas con grietas de desecación.
- De: Dolomías meso y microcristalinas con porosidad de evaporitas. Facies ampliamente distribuida.
- Dv: Dolomías mesocristalinas con porosidad «vug».
- Df: Dolomías meso y microcristalinas con porosidad fenestral.

Principales asociaciones de facies e interpretación

A pesar de las dificultades que presentan estas facies del Muschelkalk, debido a su intenso grado de dolomitización, se han podido establecer algunas interpretaciones de interés, basadas en el análisis de las asociaciones de facies encontradas. En los primeros tramos de la unidad, las facies que aparecen con mayor frecuencia son Dr y De, cuya asociación con otras facies DE y Df podría indicar un ambiente mareal carbonatado, sometido a condiciones de cierta aridez (JAMES, 1979; HAAS y DOBOSI, 1982).

Por debajo del nivel de nódulos de sílex (fig. 2) se reconoce, en todas las columnas, una secuencia de colmatación en la que se distinguen dos términos secuenciales (fig. 8, 1). La asociación Dr-DE-Dr(De)-Da-Dg-DE podría corresponder a una zona intermareal en la que se desarrollarían «pináculos» de estromatolitos; siendo la asociación Dg

y De indicadora de áreas con etapas de emersión. Los polígonos de desecación aparecen fijados por mallas de algas, esto viene a indicar que, a pesar de tratarse de un área emergida, aquí llega agua de una manera regular. Por encima, la asociación que completa la secuencia es Da(Df)-Df(De)-Dr. Aquí los estromatolitos tienen desarrollo laminar y es frecuente su aparición junto a Df. Esta asociación correspondería a la zona supramareal (JAMES, 1979).

En la parte oriental de la zona estudiada, las asociaciones parecen corresponder a términos algo más «bajos» dentro de la llanura tidal (fig. 8, 2) (Da-Db-Dpa-Db-Dr-Dfe).

En el techo de la unidad son observables nuevamente, secuencias posiblemente de somerización (fig. 8, 4). La asociación Db-Di-DF que correspondería a la zona intermareal, y la Db-De-Da(Dfe)-DF a la zona supramareal, donde las algas aparecen microbechificadas.

En la zona de Lodares, situada en el sector occidental (fig. 1), las asociaciones son algo diferentes (fig. 8, 3), apareciendo la facies Dxp que representaría, bien sedimentos transportados como carga de fondo en un canal mareal, bien barras de la zona submareal (ANDERTON, 1976). Se carece de criterios para dilucidarlo.

En resumen, se puede decir que la unidad «Capas Dolomíticas», está posiblemente constituida en este área por depósitos de una llanura mareal carbonatada, en la que algunas de las secuencias presentes pueden ser de somerización («shallowing upward») de carbonatos y evaporitas, desarrolladas en un clima árido con alta evaporación (GAVISH, 1977, JAMES, 1979 y KENDALL, 1980).

UNIDAD «CAPAS DE ROYUELA»

Descripción de facies

Mpa: Margas gris-verdosas con asociaciones palinológicas (polen, esporas y microplancton marino).

Mm: Margas de aspecto masivo.

Mr1: Margas con laminación interna de «ripples» y paralela.

MF: Margas con fósiles.

Di: Dolomías mesocristalinas con intraclastos.

Dr1: Dolomías microcristalinas, a veces mesocristalinas, con ripples.

Dm: Dolomías microcristalinas de aspecto masivo.

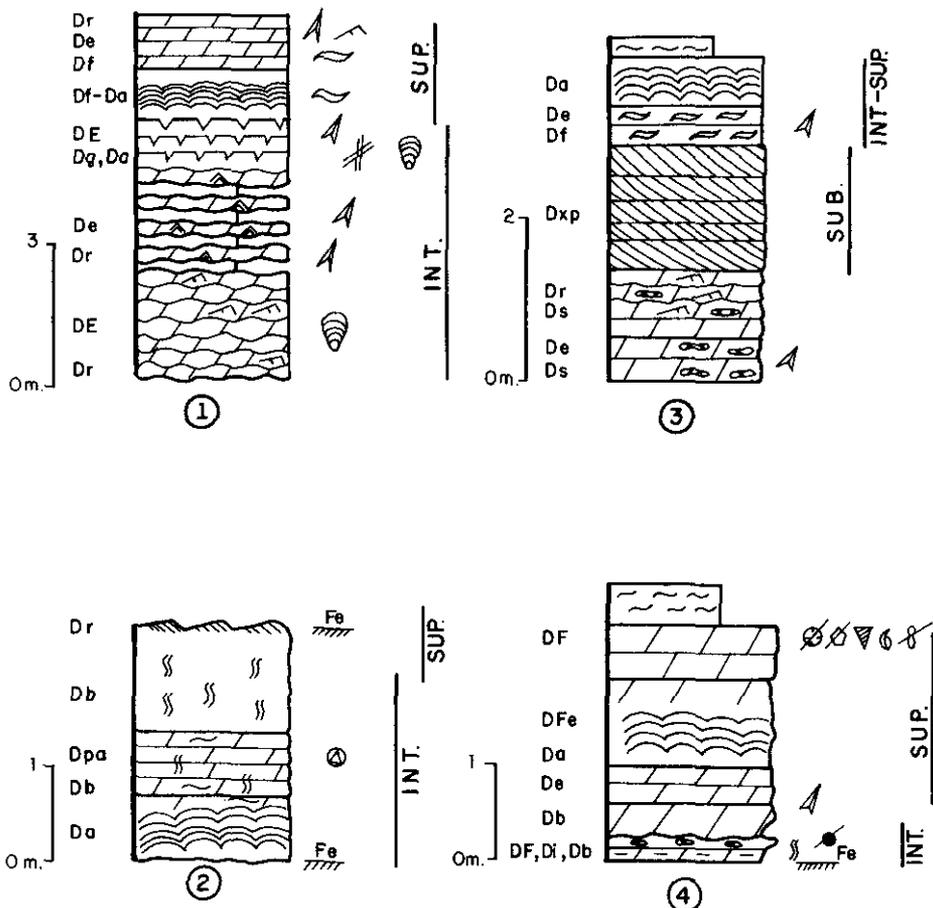


Figura 8.—Principales secuencias y asociaciones de facies de la Unidad «Capas Dolomíticas».

Main facies assemblages and sequences of the «Capas Dolomíticas» Unit.

DF: Dolomías meso y microcristalinas con fósiles, generalmente de tamaño pequeño.

Db: Dolomías meso y microcristalinas bioturbadas, en ocasiones por *Rhizochorallium*. Se asocia a casi todas las facies, excepto con De.

Da: Dolomías meso y microcristalinas con laminación interna debida a algas.

De: Dolomías micro y mesocristalinas con porosidad móldica de evaporitas.

DFe: Dolomías con enriquecimiento en Fe.

Principales asociaciones de facies e interpretación

El rasgo más característico de esta unidad es la presencia de potentes tramos margosos. Las principales asociaciones de facies son las que aparecen en la figura 9; y corresponden también a un ambiente mareal carbonatado. En la asociación de facies de la figura 9-P1, se pueden reconocer dos términos secuenciales. La asociación Mrl-Mb-Mpa, con caracteres de neta influencia marina (contiene polen, esporas y microplancton marino), se interpreta como depositada en una zona submareal no muy profunda e incluso como parte del intermareal bajo. La asociación DF-Db-Drl-Df correspondería al intermareal bajo o medio. Aquí ha sido identificada la presencia de *Lingula tenuissima* BRONN.

En la zona de Medinaceli, la asociación de facies equivalente representa a términos algo más «altos» dentro de llanura mareal (figura 9-M1). Se pueden observar algas microbrechificadas (Da) y una superficie de enriquecimiento en óxidos de Fe en el techo (dominio intermareal alto a supramareal).

A techo de esta unidad, en la parte oriental de la zona estudiada, también se identifican los diferentes términos de una llanura mareal carbonatada (desde el submareal hasta el supramareal, JAMES, 1979), en base a las asociaciones de facies (fig. 9-P2), tratándose en este caso de una secuencia de somerización.

En resumen, esta unidad está constituida por secuencias, algunas de somerización, desarrolladas en un medio de llanura mareal carbonatada sometida a condiciones de aridez. Las asociaciones correspondientes a la llanura supramareal («supratidal marsh» sólo aparecen en los tramos finales de la unidad.

UNIDAD «LUTITAS Y YESOS DE EL PUENTE»

Descripción de facies

FA: Facies heterolíticas compuesta por una alternancia de niveles centimétricos de lutitas grises-rojas y yesos fibrosos.

Fy: Lutitas rojas y grises con yesos. Es la facies más frecuente.

Sm: Areniscas de grano fino. Aspecto masivo.

Da: Dolomía microcristalina. Laminación interna de algas. Se asocia característicamente a Dbr.

Dbr: Dolomía microcristalina brechificada.

Fm: Lutitas de aspecto masivo.

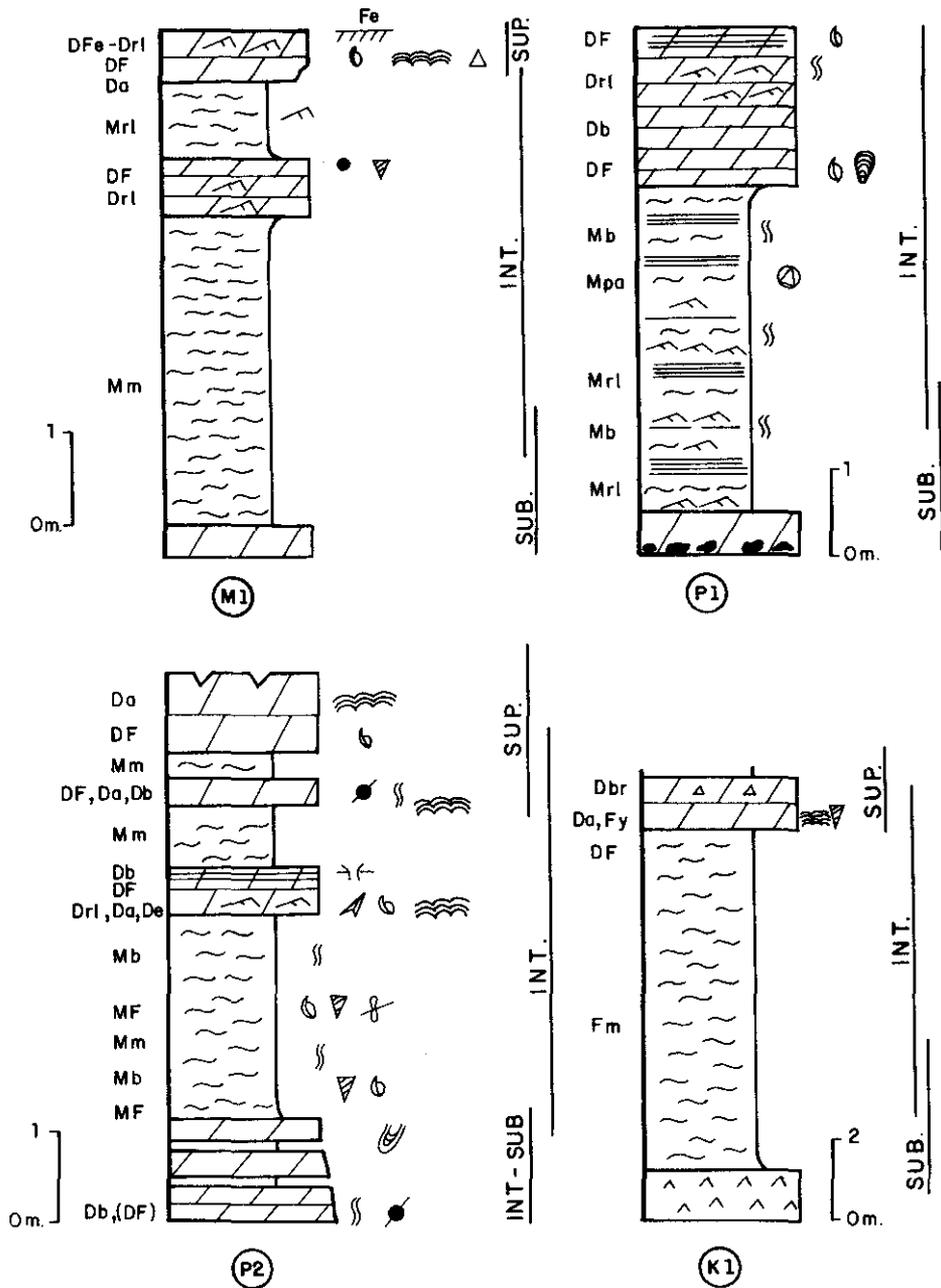


Figura 9.—Principales secuencias y asociaciones de facies de las Unidades «Capas de Royuela» (M1, P1, P2) y «Lutitas y Yesos de El Puento» (K1).

Main facies assemblages and sequences of the «Capas de Royuela» (M1, P1, P2) and «Lutitas y Yesos de El Puento» (K1) Units.

Principales asociaciones de facies e interpretación

En base a las asociaciones de facies se puede decir que esta unidad litoestratigráfica está constituida por una serie de secuencias, algunas de somerización de carbonatos y evaporitas (fig. 9-K1) (Fm-DF-Da-Fy-Dbr). Existe un episodio esporádico de mayor influencia continental, en la mitad inferior de la misma, señalado por la presencia de materiales terrígenos. El techo de las secuencias está constituido por litologías evaporíticas. Asociadas a un nivel carbonatado, con laminación interna de algas, parecen estar presentes finas láminas de tempestitas (de varios mm.), con grietas de desecación, similares a las descritas en rocas del Cretácico del O de Texas y a las descritas en modernos «encostramientos» supratidales de Sugarloag Key, Florida, compuestas por barros carbonatados que se hallan desecados (SCHOLLE *et al.*, 1983). En reesumen, con los escasos datos de los que se dispone no es posible concluir si puede tratarse de una llanura evaporítica tipo «sebkha», como ha sido propuesto para otros sectores de la Cordillera Ibérica.

CONCLUSIONES

La sucesión estratigráfica del Triásico que aflora a lo largo del valle del río Jalón, entre las localidades de Medinaceli y Somaén, está compuesta desde el punto de vista litoestratigráfico por cuatro unidades. Estas unidades, establecidas aquí con carácter informal, son de base a techo las siguientes: «Areniscas y Lutitas de Jubera» con tres subunidades, inferior (predominantemente arenosa), media (principalmente lutítica) y superior (con predominio de las areniscas); «Capas Dolomíticas»; «Capas de Royuela» y «Lutitas y Yesos de El Puente» con dos tramos, uno inferior de tonos verdes y otro superior de colores rojos.

El hallazgo de tres asociaciones palinológicas, una en la parte superior de las capas Dolomíticas y dos en las capas de Royuela, permiten establecer algunas precisiones en cuanto a la edad de las distintas unidades que componen la sucesión triásica. La unidad «Areniscas y Lutitas de Jubera», debe corresponder muy probablemente al Anisiense, situándose el límite Anisiense-Ladiniense en algún punto de su parte superior. Esta asignación de edad se realiza en base a criterios de correlación con zonas adyacentes (DOUBINGER *et al.*, 1978; RAMOS, 1979, y SOPEÑA, 1979). Las unidades «Capas Dolomíticas» y «Capas de Royuela» contienen asociaciones palinológicas cuyas características indican edad Ladiniense. La unidad «Lutitas y Yesos de El Puente» correspondería ya al Triásico Superior.

Los ambientes de sedimentación, caracterizados en base al estudio de las facies sedimentarias correspondientes a cada unidad y subunidad son los siguientes:

Unidad «Areniscas y Lutitas de Jubera». La subunidad inferior J.1 se depositó en un ambiente fluvial de alta sinuosidad. La excepcional calidad de los afloramientos, permite distinguir distintos subambientes dentro del sistema: barras de meandro, depósitos de «chutes», rellenos de canal abandonado, depósitos de derrame de canal y diques naturales («levees»). Alternando con estos depósitos, existen otros cuerpos arenosos, cuyas características indican un sistema fluvial de baja sinuosidad, ocasionalmente de carácter efímero. Se propone explicar esta alternancia en el estilo fluvial, por medio de causas alocíclicas de tipo climático. La subunidad media, J.2, corresponde a depósitos de un sistema de alta sinuosidad, pero más distal que el anterior, como parece indicar el hecho de que la sedimentación sea principalmente de arena muy fina y lutítica. En la subunidad superior J.3, se diferencian dos tramos. El inferior (A) corresponde a un ambiente fluvial de baja sinuosidad con predominio de carga de fondo arenosa, mientras que el superior (B) indica una llanura fangosa con algún tipo de influencia mareal. En la mitad de este tramo se observan dos secuencias de granulometría creciente y estratocrecientes que podrían corresponder a la progradación de algún tipo de lóbulo deltaico. Se carece por el momento de criterios suficientes para probar esta afirmación. La Unidad «Capas Dolomíticas» corresponde a un medio mareal de tipo carbonatado con cierto carácter hipersalino. La Unidad «Capas de Royuela» sería un ambiente similar al anterior pero con mayor influencia continental y tendente a la colmatación. La Unidad «Lutitas y Yesos de El Puente» podría corresponder en este área a los depósitos de una llanura evaporítica tipo «sebkha».

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, J. R. L. (1963): «The clasification of cross-stratified units with notes on their origin». *Sedimentology*, 2, 93-114.
- ALLEN, J. R. L. (1965): «Fining upward cycles in alluvial successions». *Geol. J.*, 4, 229-246.
- ALLEN, J. R. L. (1970): «Studies in fluvial sedimentation: A comparison of fining-upwards cyclothems with special reference to coarse-member composition and interpretation». *J. Sed. Petrol.*, 40, 298-323.
- ALLEN, J. R. L. (1974): «Studies in fluvial sedimentation: lateral variations in some fining upwards cyclothems from Red Marls, Pembrokeshire». *Geol. J.*, 9, 1-16.
- ANDERTON, R. (1976): «Tidal-shelf sedimentation: an example from the Scottish Dalradian». *Sedimentology*, 23, 429-458.
- CANT, D. J., y WALKER, R. G. (1978): «Fluvial processes and facies sequences

- in the sandy braided South Saskatchewan River, Canada». *Sedimentology*, 25, 625-648.
- CASTELLS, J., y DE LA CONCHA, S. (1959): «Memoria explicativa del Mapa Geológico de España de la Hoja núm. 435 (Arcos de Jalón). Escala 1:50.000». *IGME*, núm. 308 H, 44 pp.
- DOUBINGER, J.; ADLOFF, M. C.; RAMOS, A.; SOPEÑA, A., y HERNANDO, S. (1978): «Primeros estudios palinológicos en el Pérmico y Triásico de la Cordillera Ibérica y bordes del Sistema Central». *Palinología*, 1, 27-33.
- FRIEDMAN, G. M. (1965): «Terminology of crystallization textures and fabrics in sedimentary rocks». *J. of Sediment. Petrol.*, 35, 3, 643-655.
- FRIEND, P. F., y MODDY-STUART, M. (1970): «Carbonate deposition on the river floodplains of the Wood Bay Formation (Devonian) of Spitsbergen». *Geol. Mag.*, 107, 181-195.
- GARRIDO-MEGÍAS, A., y VILLENA, J. (1977): «El Triás Germánico en España: Paleogeografía y su estudio secuencial. Cuadernos de Geología Ibérica, 4, 37-56.
- GAVISH (1979): «Geochemistry and mineralogy of a recent sabkha along the coast of Sinai; Gulf of Suez». *Sedimentology*, 21, 397-414.
- HAAS, J., y DOBOSI, K. (1982): «Felső-Triász ciklusos Karbonatos Kozetek vizsgálata bakonyi alapsszelvényeken». *M. All. Foldt. Int. Evi. Jel. 1980 Rol.*, 135-168.
- HINKELBEIN, K. (1969): «El Triásico y el Jurásico de los alrededores de Albaracín». Separata de *Teruel*, 41, 35-75.
- JAMES, N. P. (1979): «Shallowing upward sequences in carbonates». In: *Facies Models*. Ed. R. C. Walker Geosciences Canada. Reprint series, 1, 109-119.
- KENDALL, A. C. (1980): «Facies models 13. Continental and supratidal (sabkha) evaporites». In R. C. Walker (Editor). *Facies Model*, 1, 145-157.
- MARFIL, R. (1969): «Estudio petrogenético del Keuper en el sector meridional de la Cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, XXVI, 2, 113-161.
- MARZO, M.; ESTEBAN, M., y POMAR, L. (1974): «Presencia de caliche fósil en el Buntsandstein del Valle del Congost (provincia de Barcelona)». *Acta Geológica Hispánica*, 9 (2), 33-36.
- MIALL, A. D. (1985): «Architectural-Element Analysis A new method of Facies Analysis Applied to Fluvial Deposits». *Earth-Science Reviews*, 22, 261-308.
- NAMI, M. (1976): «An exhumed Jurassic meander belt from Yorkshire». *Geol. Mag.*, 113, 47-52.
- NAMI, M., y LEEDER, M. R. (1978): «Changing channel morphology and magnitude in the scalby Formation (M. Jurassic) of Yorkshire, England». In: *Miall (1978)*, 431-440.
- PEÑA, J. A. DE LA (1972): «Estudio petrogenético del Muschelkalk de la Cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, 28, 219-266.
- PÉREZ-ARLUCEA, M., y SOPEÑA, A. (1985): «Estratigrafía del Pérmico y Triásico en el sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, 41, 207-222.
- PUIGDEFABREGAS, C. (1973): «Miocen point bar deposits in the Ebro basin, Northern Spain». *Sedimentology*, 20, 133-144.
- PUIGDEFABREGAS, C., y VAN VLIENT, A. (1978): «Meandering stream deposits from the Tertiary of the Southern Pyrenees». In: *Fluvial Sedimentology*. Ed. by A. D. Miall. *Can. Soc. of Petrol. Geol.*, Mem. 5, 469-485.
- RAMOS, A. (1979): «Estratigrafía y paleogeografía del Pérmico y Triásico al oeste de Molina de Aragón (Prov. de Guadalajara)». *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, núm. 6, 313 pp.
- RAMOS, A.; SOPEÑA, A., y PÉREZ-ARLUCEA, M. (1986): «Evolution of Buntsandstein fluvial sedimentation in the North-West Iberian Ranges (Central Spain)». *Journal Sedimentary Petrology*, 56 (6), 862-875.

- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L., y AGUEDA, J. A. (1970): «Paleogeografía del Triásico en el sector occidental de la Cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, 26, 423-430.
- SCHOLLE, P. A.; BEBOUT, D., y MOORE, C. (1983): «Carbonate Depositional Environments». *A. A. P. G., Memoir* 33, 708 pp.
- SOPENA, A. (1979): «Estratigrafía del Pérmico y Triásico del noroeste de la provincia de Guadalajara». *Seminario de Estratigrafía. Serie Monografías*, núm. 5, 329 pp.
- SOPENA, A.; LÓPEZ, J.; ARCHE, A.; PÉREZ-ARLUCEA, M.; RAMOS, A.; VIRGILI, C., y HERNANDO, S. (1986): «Permian and Triassic rift basins of the Iberian Peninsula». In Manspeizer, W. (Ed.). *Triassic-Jurassic Rifting and the opening of the Atlantic Ocean*. Elsevier Publishers, Netherlands (In litt.).
- VIRGILI, C.; SOPENA, A.; HERNANDO, S., y RAMOS, A. (1977): «Problemas de la cronoestratigrafía del Triás en España». *Cuad. Geol. Ibérica*, 4, 57-88.