

Sobre la edad de los conglomerados basales de la transgresión del Senoniense en la parte más interna de la cuenca sudpirenaica catalana (NE de España)

Juan ULLASTRE* y Alicia MASRIERA**

ABSTRACT

ULLASTRE, J. y MASRIERA, A. About the age of the basal conglomerates of the Senonian transgression in the proximal part of the South Pyrenean Basin (Catalonia, Spain).

In the South Pyrenean marginal ranges (Sierras marginales) of Catalonia, at the base of the Senonian transgression, there is a formation of quartz sands and gravels (*cf* Adraén facies) of controversial age, especially in the outcrops corresponding at the proximal paleogeographic zone.

The chronostratigraphic discussions concerning 14 localities are exposed. The age of these facies in a new locality is analysed. The hypothesis that the Adraén facies is a diachronic formation from NW to SE is confirmed. Its age goes from Upper Santonian to Lower Maastrichtian times.

Key words: Upper Cretaceous, Stratigraphy, Paleogeography, South Pyrenean Ranges, Catalonia, Spain.

* Ronda de Sant Pere, 50. 08010 Barcelona, España.

** Museu de Geologia, Parc de la Ciutadella. 08003 Barcelona, España.

RESUMEN

En las Sierras marginales sudpirenaicas de Cataluña, en la base de la transgresión senoniense, se encuentra una formación de arenas y gravas de cuarzo (*cf.* facies de Adraén) de edad controvertida, sobre todo en los afloramientos correspondientes a la zona paleogeográfica más interna.

Se exponen los argumentos cronoestratigráficos aportados hasta ahora en 14 localidades, y se analiza la edad de estas facies en una nueva localidad de la franja más proximal.

La hipótesis de que las facies de Adraén sean una formación diacrónica de NW a SE queda confirmada. Su edad varía entre el Santoniense superior y el Maastrichtiense inferior.

Palabras clave: Cretácico superior, Estratigrafía, Paleogeografía, Sierras sudpirenaicas, Cataluña, España.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de las regiones sudpirenaicas catalanas, entre los ríos Llobregat al E y Noguera Ribagorzana al W, después del dilatado hiatus albo-cenomaniense, el Cretácico superior se inaugura con una sedimentación tranquila exenta de terrígenos, que abarca el Cenomaniense superior y el Turoniense.

En el Senoniense, sin embargo, en el mar nerítico que transgredía paulatinamente hacia el S y el E, se acumularon sedimentos calcáreos cargados de terrígenos en la mayoría de casos. En la base de la transgresión, a menudo encontramos una formación conglomerática compuesta de arenas y gravas de cuarzo de origen discutible ⁽¹⁾, que desde siempre ha llamado poderosamente la atención. Con frecuencia aparenta ser azoica, por cuyo motivo su edad ha sido tema de dudas o de controversia.

Estas facies, definidas formalmente por Mey *et al.* (1968, p. 226) bajo el nombre de "Adraent Formation", son el objeto del presente trabajo.

EDAD DE LAS FACIES SILICICLÁSTICAS DE ADRAÉN: ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los conglomerados cuarzosos de Adraén (Fig. 1) fueron considerados por Dalloni (1930, p. 207) como pertenecientes a un Senoniense elevado. Boissevain (1934, p. 70) concretó más al situarlos en el Campaniense.

Mey *et al.* (1968, p. 226), sin embargo, se alejaron de cualquier precisión cronológica al juzgar su "Adraent Formation" que, con gran reserva, colocaron en el Albiense? - Santoniense?.

Después, siguiendo a Guérin-Desjardins & Latreille (1961, p. 927) y a Souquet (1967), ha habido una tendencia a datar las facies de Adraén, con algunas razones a su favor, como del Santoniense; tanto en la localidad tipo como en el resto de localidades sudpirenaicas donde aparecen facies equiparables (Llompart, 1979; Rosell & Llompart, 1982, p. 189; Masriera & Ullastre, 1982, p. 952, fig. 1).

No obstante, Bilotte (1978 a) las situó, con interrogante, en el Campaniense, de acuerdo con Boissevain (1934) y discutió la edad santoniense que Moeri (1977) había dado a esos conglomerados en la localidad tipo. Más tarde, Bilotte (1984-1985, p. 271) puso los conglomerados de Adraén *s.s.* en el Maastrichtiense.

Nosotros, en diferentes ocasiones (Ullastre *et al.*, 1990, p. 171; Ullastre & Masriera, 1996, p. 248, fig. 2), hemos apuntado la idea de un diacronismo para estos materiales siliciclásticos que jalonan la base de la transgresión senoniense sudpirenaica.

Veamos a continuación la edad, cierta o probable, que tienen estas facies en cada una de las localidades señaladas en la Fig. 1.

Gisclareny (GI), (zona tectónica del Pedraforca): a unos 20 m por encima del Cenomaniense superior hay un complejo terrígeno rojo donde las areniscas y conglomerados de cuarzo tipo Adraén tienen intercalaciones calcáreas con *Lacazina* y otros foraminíferos. Estos conglomerados pertenecen, por ello, al Santoniense (Bilotte, 1984-1985, p. 220).

Sant Salvador de la Vedella (SV), (zona tectónica del Pedraforca): en el margen derecho del torrente que baja de La Nou, cerca del cementerio de Sant Salvador, los conglomerados tipo Adraén, con una potencia de 20-25 m, tienen intercalaciones marinas con rudistas y *Lacazina*. Se trata pues de Santoniense, que en este lugar reposa sobre brechas calcareodolomíticas del Lías inferior (Guérin-Desjardins & Latreille, 1961, p. 927; Ullastre *et al.*, 1990, p. 178).

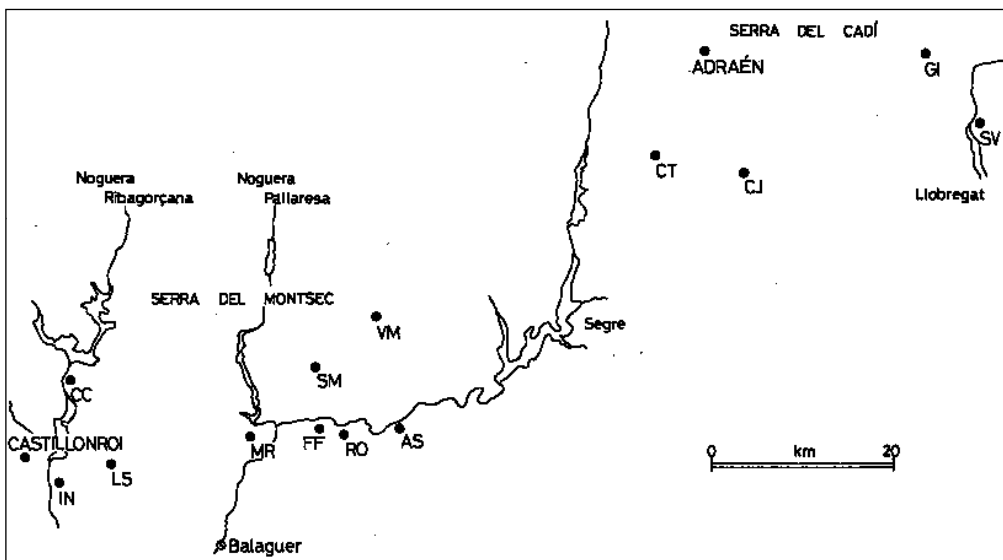


Fig. 1. Situación geográfica de algunos destacados afloramientos de facies siliciclásticas de Adraén. Topónimos abreviados. GI: Gisclareny; SV: Sant Salvador de la Vedella; VM: Vilanova de Meià; SM: Sant Mamet; CC: Cases de Canelles; LS: La Sisquella (Os de Balaguer); MR: Mont-roig; FF: Font de la Forradella (Alòs de Balaguer); CT: Els Castellons (Alinyà, macizo del Port del Comte); CJ: Coll de Jou-Odèn (macizo del Port del Comte); AS: Artesa de Segre; RO: Rubió; IN: Ivars de Noguera.

Fig. 1. Geographical location of some prominent outcrops of siliciclastic Adraén facies. Shortened place-names.

Vilanova de Meià (VM), (sierra del Montsec): remontando el curso del río Boix, que corta de N a S los terrenos mesozoicos del Montsec, tenemos, por encima del Cenomaniense-Turoniense-Coniaciense calizos, una serie detrítica ferruginosa con capas de conglomerado de cuarzo (*cf.* facies de Adraén) y horizontes riquísimos en fauna del Santoniense (Souquet, 1967, p. 266; Llompart, 1979; Masriera & Ullastre, 1982; Caus *et al.*, 1999).

Cases de Canelles (CC), (Tragó de Noguera, Sierras marginales): el Santoniense arenoso con pudingas de cuarzo (*cf.* facies de Adraén) está aquí asociado a episodios con una abundante fauna de foraminíferos que caracterizan este piso, descubierta por Vidal y estudiada por Schlumberger (Ullastre & Masriera, 1999, p. 104).

Sant Mamet (SM), (Sierras marginales): en la mina de Els Coms, por encima del Jurásico dolomítico con bolsadas de bauxita, se encuentra un banco lenticular de calizas con *Hippurites socialis* del Santoniense (Souquet, 1967, p. 271); lateralmente se pasa a margas arenosas y horizontes de conglomerados de cuarzo (*cf.* facies de Adraén) que, en Malacosta, han sido atribuidos al Santoniense después de un análisis esporopolínico (Combes, 1969, p. 283; Pocoví, 1978, p. 76).

Els Castellons (CT), (Alinyà, macizo del Port del Comte): sobre las dolomías jurásicas con restos de materiales bauxíticos, se encuentran limos arenosos y areniscas cuarzosas (*cf.* facies de Adraén) que contienen rudistas y corales (“*Cyclolites*” = *Cunolites*) probablemente del Santoniense superior (Ullastre & Masriera, 2001, p. 142), o quizás del Campaniense inferior.

Por encima vienen calizas arrecifales con rudistas del Campaniense superior - Maastrichtiense inferior seguidas de calizas con briozoos (Bilotte, 1978a, 1984-1985; Ullastre & Masriera, 2000, 2001 p. 147).

Font de la Forradella (FF), (Alòs de Balaguer, Sierras marginales): teniendo por muro un extenso depósito de bauxitas, los materiales siliciclásticos tipo Adraén, que vienen por encima, incluyen un episodio marino carbonático de unos 2 m de espesor en el que se distinguen dos niveles: uno inferior con *Radiolites* y corales atribuibles al género “*Cyclolites*” (= *Cunolites*), lo que sugiere una edad Santoniense superior; el otro, que está encima mismo, es un banco calizo de unos pocos decímetros de potencia con *Dicyclina schlumbergeri* y *Paleodictyoconus senonicus*, que podríamos considerar del Campaniense inferior.

La serie carbonática marina que recubre el término siliciclástico en cuestión se eleva en el tiempo hasta el Maastrichtiense (Ullastre, 1998; Ullastre & Masriera, 2000).

Mont-roig (MR), (Sierras marginales): por encima de las dolomías jurásicas aparecen depósitos lateríticos rojos (bauxitas) con intercalaciones de arena y grava de cuarzo (*cf.* facies de Adraén). A continuación se observa un tramo de arcillas azuladas y margocalizas con terrígenos de cuarzo; los primeros niveles de margocalizas contienen rudistas del Campaniense (Pocoví, 1978, p. 75) y braquiópodos (Calzada & Pocoví, 1980). La edad de este nivel fosilífero, si bien ha sido objeto de diferentes apreciaciones, lo más verosímil es que sea campaniense. Las facies siliciclásticas subyacentes podrían ser de un Santoniense terminal - Campaniense inferior.

La Sisquella (LS), (Os de Balaguer, Sierras marginales): superpuestas al Lias tenemos arcillas lateríticas rojas; siguen margas arenosas rojizas asociadas a areniscas

calcáreas y conglomerados de cuarzo (*cf.* facies de Adraén). Este conjunto contiene lateralmente coralaris (“*Cyclolites*”, “*Placosmia*”). Hacia el W se hace más calcáreo y contiene *Lacazina* y otros foraminíferos santonienses. Por encima hay bancos calizos en los que se produce el paso del Santoniense al Campaniense (Souquet, 1967, p. 273).

Adraén, (serie del Cadí): las arenas y gravas de cuarzo más o menos consolidadas (facies de Adraén, *s.s.*) reposan aquí sobre el Trías superior margo -yesoso. Inmediatamente encima tienen calizas marinas con microforaminíferos, entre los cuales *Adraentina iberica* (2), y rudistas, seguidas de calizas con briozoos; estas calizas ya Boissevain (1934) las consideraba del Maastrichtiense, edad retenida por Bilotte (1978a, 1984-1985) tras un estudio detenido de la fauna. El término basal siliciclástico (del que se hizo un análisis esporopolínico con resultado negativo, Ullastre *et al.*, 1990, p. 171) podría ser del Campaniense - Maastrichtiense inferior.

Coll de Jou (CJ), (macizo del Port del Comte): por encima del Trías superior margo-yesoso unos 15 m de areniscas cuarzosas blancas o rubefactadas (*cf.* facies de Adraén) aparentan ser azoicas; no obstante, más al W, en el anticlinal de Odèn, esta misma formación tiene lentejones arcillosos que han suministrado una palinoflora maastrichtiense (Bilotte, 1984-1985 p. 269). Por encima se observan unos 3 m de areniscas y margas arenosas coronadas por unos 20 o 30 cm de calizas con *Adraentina iberica*; luego vienen calizas arrecifales con rudistas y microforaminíferos seguidas de calizas con briozoos.

Bilotte (1978a) colocó, con interrogante, las areniscas cuarzosas tipo Adraén en el Campaniense y los materiales calizos suprayacentes en el Maastrichtiense; posteriormente (Bilotte, 1984-1985) incluyó las areniscas cuarzosas también en el Maastrichtiense.

Caus *et al.* (1988, p. 116) discuten la edad del término calizo propuesta por Bilotte y también la de *Adraentina iberica*, concluyendo que los primeros tramos calizos que se superponen a las facies de Adraén son del Campaniense, quedando esta asignación sujeta, sin embargo, a la revisión de los rudistas.

Artesa de Segre (AS), (Sierras marginales): al pie meridional del cerro llamado el Castellot, hay un pequeño monolito de calizas senonienses en posición vertical. En este afloramiento las arenas y gravas de cuarzo (*cf.* facies de Adraén) reposan sobre el Trías superior con ofitas. Por encima de estas facies siliciclásticas hay 2 m de calizas detríticas con la presencia de *Adraentina iberica* seguidas de margocalizas ocreas con rudistas, entre los cuales tenemos *Hippurites lapeirousei* (Campaniense superior - Maastrichtiense inferior), (Ullastre & Masriera, 1995).

Rubió (RO), (Sierras marginales): al W del castillo de Rubió de Baix se aprecia claramente el contacto sedimentario entre el Trías superior margoso y las arenas y gravas de cuarzo (*cf.* facies de Adraén), con un espesor de 1,5 - 2 m, de la base del Senoniense marino. Inmediatamente encima hay 1 m de calizas arenosas, con microconglomerado de cuarzo en la base, que contienen *Adraentina iberica*, *Abrardia catalaunica*, *Pseudocyclamina massiliensis* (Campaniense - Maastrichtiense inferior); esta capa, más al E, tiene cantos de calizas del Trías terminal - Lías inferior. Siguen calizas con briozoos y eventualmente rudistas.

Ivars de Noguera (IN), (Sierras marginales): al NNE de la población, junto a la pista que lleva a Boix y Tragó de Noguera, cerca de la Font de Gastapà (3), tenemos, reposando sobre el Triás superior margo-yesoso, las arenas y gravas de cuarzo (*cf.* facies de Adraén). Siguen 4 - 5 m de calizas arenosas rojizas con *Adrahentina iberica*; a continuación vienen calizas nodulosas grises con hiladas margosas ocreas ricas en rudistas, especialmente radiolítidos (entre ellos *Praeradiolites boucheroni* del Campaniense superior - Maastrichtiense inferior).

En estas tres últimas localidades, como en Adraén y en Coll de Jou, las arenas y gravas de cuarzo yacen bajo un Senoniense superior marino con unas características prácticamente idénticas, más sin embargo la edad de estas facies siliciclásticas no puede concretarse.

A continuación trataremos de una última localidad: Castillonroi, donde las condiciones de yacimiento permiten argumentar la edad de las referidas facies.

EL CORTE DE CASTILLONROI

Está situado en las Sierras marginales al W del río Noguera Ribagorzana (Fig. 1).

En 1994, al abrir la pista que sube por el N a la montaña de Sant Salvador de Montpedró al E de Castillonroi (Huesca), quedó al descubierto la base de las calizas senonienses del extremo oriental de la unidad de la Serra del Solà. Con ello pudimos ver, tal como se muestra en la Fig. 2, que por encima del muro triásico las arenas y gravas de cuarzo (*cf.* facies de Adraén), constitutivas del término basal de la transgresión senoniense, contienen lateralmente una pequeña intercalación con rudistas que permiten una datación parcial (4).

En el corte en cuestión (Fig. 2) cabe distinguir los niveles siguientes:

- Muro: Triásico superior margoso con ofitas (facies Keuper) coronado por margas grises con hiladas calcareodolomíticas (?Rético).
- 0,20 - 0,30 m de conglomerado de cuarzo con cantos angulosos de calizas dolomíticas del ?Rético.
- 10 m de arenas y gravas de cuarzo con una consolidación desigual (*cf.* facies de Adraén). Hacia el SE, en la parte superior de este término, tenemos un *nivel 1* (de unos 2,5 m de potencia) en el que los materiales siliciclásticos endentan con un episodio de margas arenosas con rudistas (5): *Hippurites cf. lamarcki*, *Hippurites radiosus*, *Praeradiolites boucheroni*, (Campaniense superior - Maastrichtiense inferior).
- 0,5 m de calizas arenosas con foraminíferos (*nivel 2*): *Adrahentina iberica*, *Accordiella conica*, *Pseudocyclamina massiliensis*.
- 40 - 50 m de calizas nodulosas con margas arenosas ocreas. En la base (*nivel 3*) hay un biohermes de pequeños *Hippurites* en el que abundan las formas jóvenes; los individuos más desarrollados parecen ser *Hippurites lapeirousei*. Sigue un banco de rudistas que, además de las especies citadas en el *nivel 1*, contiene *Apricardia sicoris* y *Radiolites jovis* entre otras formas de radiolítidos.
- Calizas con briozoos (*nivel 4*).
- Calizas con miliólidos (*nivel 5*); siguen calizas y margas lacustres con carófitas del Maastrichtiense continental ("capas con *Septorella*"; Ullastre & Masriera, 1983).

De lo que hemos expuesto se desprende: 1º, que las facies de Adraén en esta localidad son del Campaniense superior - Maastrichtiense inferior, al menos en parte; 2º, que el conjunto de la serie, tanto por la fauna como por las facies, es del todo análogo al de las localidades de Adraén y Coll de Jou estudiadas por Bilotte (1978a; 1984-1985); 3º, que esta localidad se integra naturalmente dentro de la franja 3 del esquema paleogeográfico de la Fig. 3, correspondiente al dominio más interno de la cuenca sudpirenaica en el que aparecen las facies siliciclásticas basales de la transgresión senoniense.

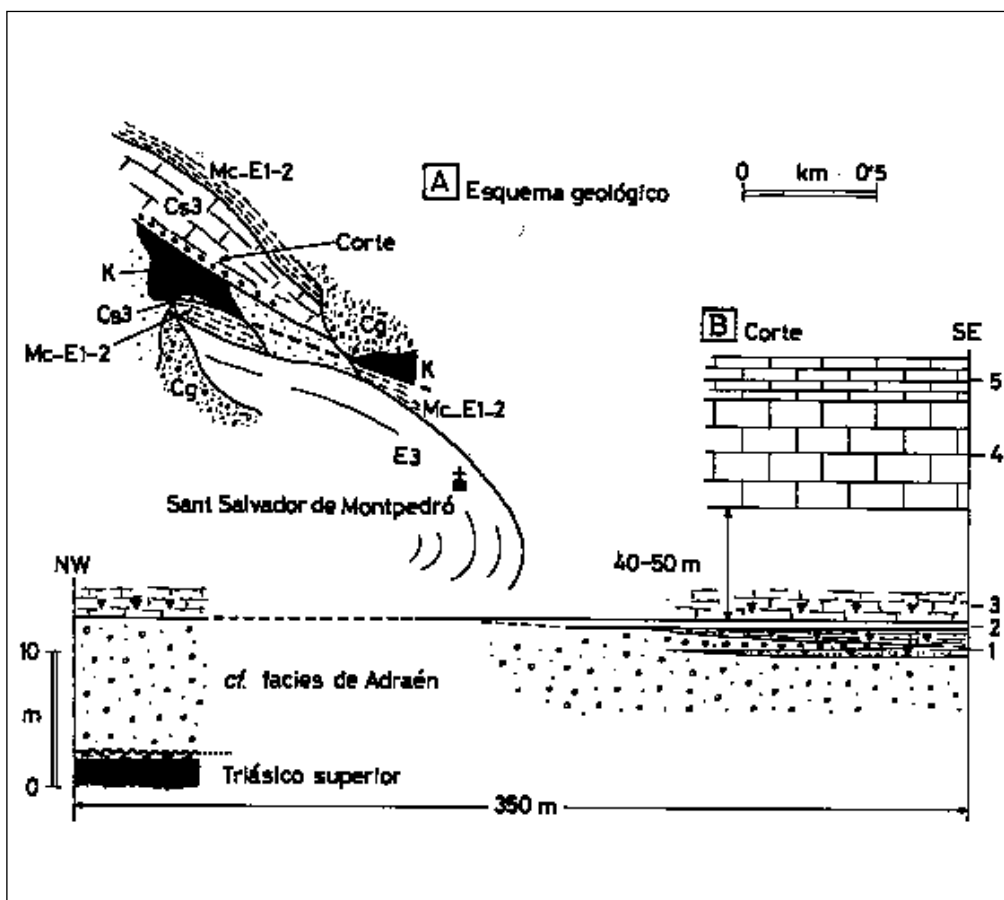


Fig. 2. El Senoniense superior al E de Castillonroi. A, situación geológica del corte; K, Triásico superior; Cs3, Senoniense superior; Mc-E1-2, Maastrichtiense - Paleoceno continentales; E3, Eoceno inferior marino; Cg, conglomerados terciarios discordantes. B, corte geológico, ver explicación en el texto.

Fig. 2. The Upper Senonian to the E of Castillonroi. A, geological location of the section; K, Upper Triassic; Cs3, Upper Senonian; Mc-E1-2, continental Maastrichtian - Paleocene; E3, marine Lower Eocene; Cg, unconformable tertiary conglomerates. B, geological cross section, see explanation in text.

CONCLUSIÓN

Del análisis anterior, y en armonía con nuestras hipótesis estructurales, surge la reconstrucción paleogeográfica de la Fig. 3.

Se confirma así la idea del diacronismo de las facies siliciclásticas tipo Adraén, cuya edad varía progresivamente del Santoniense superior al Maastrichtiense inferior según el avance de la transgresión en el sentido NW-SE, y se aclara la diversidad de opiniones cronoestratigráficas emitidas por los autores, integrándolas en un modelo coherente.

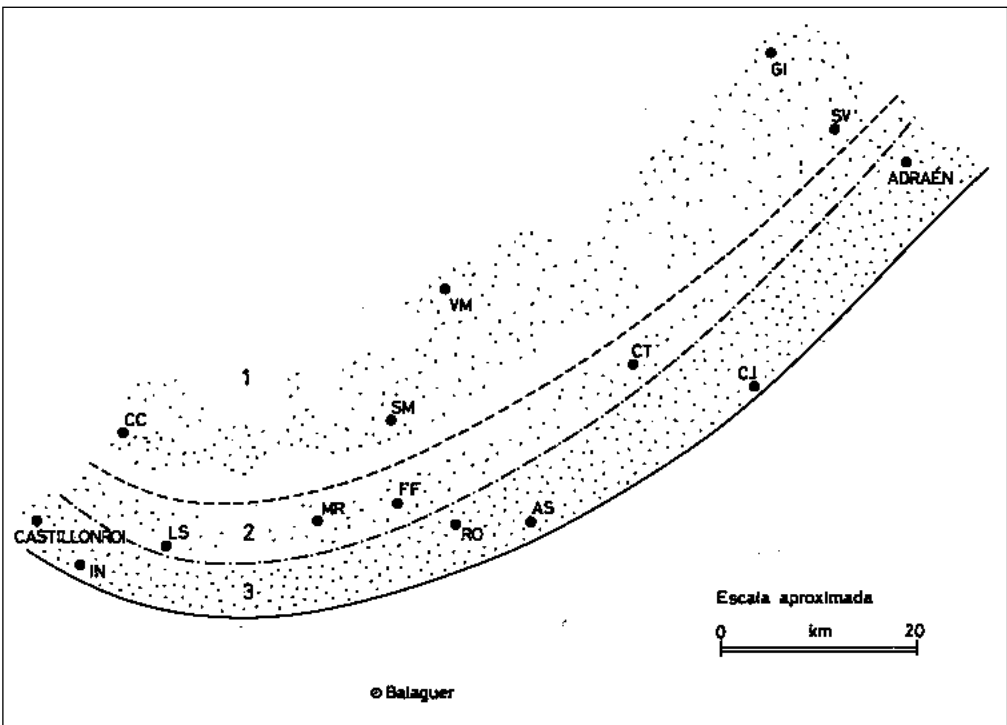


Fig. 3. Esquema paleogeográfico en el que aparecen los afloramientos señalados en la Fig. 1, en la posición que aproximadamente ocupaban (en relación a la localidad tipo de Adraén) antes de los desplazamientos tangenciales y en dirección acaecidos durante las fases mayores de la tectónica sudpirenaica (Eoceno medio-superior y Oligoceno), de acuerdo con las hipótesis de Ullastre & Masiera (1996), (1999), (2000), (2001). 1, Santoniense superior; 2, Santoniense terminal - Campaniense; 3, Campaniense - Maastrichtiense inferior. Obsérvese el diacronismo de NW a SE. Topónimos abreviados: ver Fig. 1.

Fig. 3. Paleogeographical sketch of the outcrops indicated in Fig. 1 in the position that approximately occupied (in relation to the Adraén locality) before the tangential and directional movements occurring during the major phases of the southern Pyrenean tectonics (Middle-Upper Eocene and Oligocene), in accordance with the hypothesis of Ullastre & Masiera (1996), (1999), (2000), (2001). 1, Upper Santonian; 2, uppermost Santonian-Campanian; 3, Campanian - Lower Maastrichtian. Observe the diachronism from NW to SE. Shortened place names: see Fig. 1.

NOTAS

- (1) En cuanto al origen de estas arenas y gravas de cuarzo, que constituyen las facies de Adraén, hay dos opiniones encontradas. En efecto, Guérin-Desjardins & Latreille (1961, p. 927) piensan que estos depósitos se formaron a expensas de las contiguas formaciones permotriásicas erosionadas. En la misma línea nos pronunciamos nosotros (Masriera & Ullastre, 1982, p. 954), aceptando la denudación de un Bundsandstein o de un Permotriás. Convenimos en lo dicho por Souquet (1967, p. 314) (con apostillados nuestros entre corchetes) que, “independientemente del substrato, los aportes detríticos [de la base del Senoniense] transgresivo no contienen otra cosa que cantos y granos de cuarzo, óxidos e hidróxidos de hierro y coloides. Éstos son materiales residuales que indican una resedimentación de una cobertera pedogenética anterior, elaborada sobre las superficies continentales [durante largo tiempo] emergidas, [probablemente desde el Jurásico superior] Por contra, Llompart (1979, p. 312) califica las facies tipo Adraén como depósitos de resedimentación de unas “verdaderas facies de Utrillas que afloraban más al sur”. El análisis mineralógico (minerales pesados) comparativo de las facies de Utrillas albienses de la Ibérica y las facies tipo Adraén del Senoniense sudpirenaico (Masriera & Ullastre, 1982) descartan esta posibilidad.
- (2) Género y especie nuevos de un foraminífero (Miliolidae) descubierto y descrito por Bilotte (1978 b) en la localidad de Adraén (extremo W de la serie del Cadi, Pirineo catalán).
- (3) En el trabajo de Masriera & Ullastre (1982, p. 951), al referirnos a esta localidad, pusimos “Font de Gaspaga” (=Font de Gastapà). En aquella ocasión el topónimo fue tomado del mapa geológico de España a escala 1:50000, hoja de Os de Balaguer, nº 327, edición de 1960. Ahora lo ponemos tal como figura en el mapa topográfico comarcal a escala 1:50000, hoja de la Noguera, publicado por el Institut Cartogràfic de Catalunya.
- (4) Actualmente, como consecuencia de haber consolidado la pista con abundante piedra machacada, la intercalación 1 de la Fig. 2 ha quedado prácticamente oculta.
- (5) Agradecemos a Jean Philip (Marsella) el habernos ayudado en la determinación de los rudistas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bilotte, M. 1978 a. Le Crétacé supérieur des Sierras del Cadi, de Port del Compte et de Oden (Tronçon catalan-Pyrénées). *C.R. Sc. Phys. et Hist. Nat.*, Genève, **13** (1): 16-22.
- Bilotte, M. 1978 b. *Adraentina iberica* nov. gen., nov. sp. Miliolide nouveau du Maestrichtien pyrénéen. *Geobios*, **11** (1): 125-131.
- Bilotte, M. 1984-1985. Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes. *Strata*, (2) **1**: 45 pls; (2) **5**: 1-438, 121 figs., 53 tpls.
- Boissevain, H. 1934. Étude géologique et géomorphologique d’une partie de la vallée de la haute Segre (Pyrénées catalanes). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **66** (1): 33-170.
- Calzada, S. & Pocovi, A. 1980. Braquiópodos senonienses de la sierra del Mont-Roig (Prepirineo de Lérida). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, **78**: 5-19.

- Caus, E., Rodés, D. & Solé-Sugrañes, Ll. 1988. Bioestratigrafía y estructura del Cretácico superior de la Vall d'Alinyà (Pirineo oriental, prov. de Lleida). *Acta Geol. Hispànica*, **23** (2): 107-118.
- Caus, E., Llompart, C., Rosell, J. & Bernaus, J.M. 1999. El Coniaciense superior - Santoniense inferior de la Sierra del Montsec (Pirineos, NE de España). *Rev. Soc. Geol. España*, **12** (2): 269-280.
- Combes, P.J. 1969. Recherches sur la genèse des bauxites dans le nord-est de l'Espagne, le Languedoc et l'Ariège (France). *Mem. C.E.R.G.H.*, III-IV: 1-375.
- Dalloni, M. 1930. Étude géologique des Pyrénées catalanes. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, T. **26** (3): 1-373, 12 planches et 3 cartes hors texte.
- Guérin-Desjardins, B. & Latreille, M. 1961. Étude géologique dans les Pyrénées espagnoles entre les ríos Segre et Llobregat (provs. de Lérida et Barcelona). *Rev. Inst. Français Pétrole*, **16** (9): 922-940. Traducción in *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, 1962, **73**: 329-369.
- Llompart, C. 1979. Aportaciones al conocimiento de la paleogeografía y paleoecología de los niveles fosilíferos del Santoniense del Montsec (prov. de Lleida). *Estudios geológicos*, **35**: 311-318.
- Masriera, A. & Ullastre, J. 1982. Hipótesis y problemas acerca del origen de las asociaciones de minerales pesados del Senoniense del Pirineo catalán. *Cuad. Geol. Ibérica*, **8**: 949-963.
- Mey, P.H.W., Nagtegaal, P.J.C., Roberti, K.J. & Hartevelt, J.J.A. 1968. Lithostratigraphic subdivision of post-hercynian deposits in the South-Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, **41**: 221-228.
- Moeri, E. 1977. Oberkretazische Schelfsedimente in den zentralpyrenäen zwischen Rio Segre und Llobregat. *Eclogae Geol. Helvetiae*, **70** (1): 193-236, 4 pl.
- Pocovi, A. 1978. Estudio geológico de las Sierras Marginales Catalanas (Prepirineo de Lérida). *Acta Geol. Hispànica*, **13** (3): 73-79.
- Rosell, J. & Llompart, C. 1982. Pirineo in *El Cretácico de España*. Univ. Complutense de Madrid: 161-198.
- Souquet, P. 1967. *Le Crétacé supérieur sud-pyrénéen en Catalogne, Aragón et Navarre*. Publ. Lab. Géol. Un. Toulouse: 1-529, 24 lams., 1 mapa.
- Ullastre, J. 1998. Réplica a la publicación de cierto juicio estratigráfico relacionado con las bauxitas de la sierra de Boada (Alòs de Balaguer, Pirineo leridano). *Geogaceta*, **23**: 155-156.
- Ullastre, J., Durand-Delga, M. & Masriera, A. 1990. Relaciones tectónicas y sedimentarias entre la serie del Cadí y la zona del Pedraforca (Pirineo catalán). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **1**: 163-207.

-
- Ullastre, J. & Masriera, A. 1983. Le passage Crétacé - Tertiaire dans les régions sud-pyrénéennes de la Catalogne: données nouvelles. *Géol. Méditerranéenne*, **10** (3-4): 277-281.
- Ullastre, J. & Masriera, A. 1995. El Mesozoico de Artesa de Segre: precisiones estratigráficas y análisis tectónico-sedimentario del “frente” sudpirenaico entre Artesa y Camarasa (Pirineo catalán, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **4**: 181-209.
- Ullastre, J. & Masriera, A. 1996. Evolución tectónica de las unidades sudpirenaicas al W y al E de la línea de accidentes del Segre (Pirineo catalán, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **5**: 213-253.
- Ullastre, J. & Masriera, A. 1999. Análisis estratigráfico del Paleógeno del sinclinal de Tragó de Noguera: su importancia en la geología regional (Pirineo catalano-aragonés, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **8**: 85-111.
- Ullastre, J. & Masriera, A. 2000. Noves dades sobre les relacions paleogeogràfiques del massís del Port del Comte amb les Serres marginals sud-pirinenques (Pirineu català, Espanya). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **9**: 155-165.
- Ullastre, J. & Masriera, A. 2001. Estudi geològic de la vall d'Alinyà i la seva rodalia (Pirineu català, Espanya). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, **10**: 127-177, 2 làm.