

Estratigrafia mesozoica i nous cefalòpodes de l'Aptià del Vendrell, sud-oest del massís del Garraf (Catalunya)

Moreno-Bedmar, J.A.¹., Albalat, D.²., Mallofré, A.³., Ossó, A.⁴., Vilà, M.⁵.

1 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F. México. josepamb@geologia.unam.mx

2 Carrer Benvingut Socies, 75, 2n, 43700, el Vendrell, Tarragona. dalbalat@colgeocat.org

3 Carrer General Prim, 11, 43700, el Vendrell, Tarragona. aleix.mallofre@gmail.com

4 Carrer Josep V. Foix, 12-H, 1r-1a, 43007, Tarragona, Catalunya. aosso@comt.cat

5 Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Parc de Montjuïc, 08038, Barcelona. vilaplanella@gmail.com

En aquest treball es mostra l'estratigrafia del Mesozoic de l'extrem sud-oest del massís del Garraf i es dona a conèixer per primera vegada una associació de cefalòpodes procedents de l'Aptià (Cretaci inferior) de l'entorn del municipi del Vendrell. El Mesozoic que aflora a l'est del Vendrell està format per roques fonamentalment carbonàtiques del Kimmeridgià-Berriasià a les què se li superposen de forma discordant els dipòsits del Barremià i l'Aptià. En l'Aptià del Vendrell s'identifiquen uns ammonits i nautiloïdeus trobats a la part baixa de la unitat Margues de Vallcarca (Salas & Moreno, 2008) i se'n realitza una anàlisi biostratigràfica. També s'analitza l'estratigrafia dels materials del Cretaci inferior (Barremià superior-Aptià superior) d'aquest sector de la conca de Salou-Garraf mitjançant una correlació amb la conca veïna del Maestrat. Entre els cefalòpodes estudiats destaca la presència de l'ammonit *Pseudosaynella bicurvata* (Michelin, 1838), ja que és la primera vegada que aquesta espècie se cita al massís del Garraf, i un exemplar ben conservat del nautiloïdeu *Heminautilus lallierianus* (d'Orbigny, 1841), el segon exemplar conegut d'aquesta espècie al Garraf. Des d'un punt de vista biostratigràfic, els cefalòpodes aptians estudiats constitueixen un dels registres més antics coneguts per a la unitat Margues de Vallcarca, essent atribuïble a les biozones *Deshayesites forbesi* i *Deshayesites deshaysi* (Aptià inferior). La correlació efectuada entre les unitats litostratigràfiques del Barremià superior i l'Aptià de les conques veïnes de Salou-Garraf i del Maestrat permet assignar al Barremià terminal la part basal de la unitat Margues de Vallcarca, quan clàssicament aquesta unitat de la conca de Salou-Garraf havia estat atribuïda íntegrament a l'Aptià.

Mots clau: ammonits, nautiloïdeus, Aptià, conca de Salou-Garraf, Catalunya

Mesozoic stratigraphy and new Aptian cephalopods of el Vendrell, southwest of the Garraf Massif (Catalonia).

The current work shows the Mesozoic stratigraphy of the southwestern part of the Garraf Massif and reports for the first time an Aptian (Lower Cretaceous) cephalopod assemblage from the surroundings of the town of el Vendrell. The Mesozoic outcrops to the east of el Vendrell primarily consist of carbonate rocks of Kimmeridgian-Berriasian age, which are unconformably overlain by Barremian and Aptian deposits. In the Aptian of el Vendrell, we identify ammonoids and nautiloids that were collected in the lower part of the Vallcarca Marls Unit (Salas & Moreno, 2008), and we carry out a biostratigraphic analysis. We also analyze the stratigraphy of the Cretaceous materials (upper Barremian to upper Aptian) of this area of the Salou-Garraf Basin and establish a correlation with the neighboring Maestrat Basin. Among the cephalopods studied, the presence of the ammonite *Pseudosaynella bicurvata* (Michelin, 1838) is remarkable because it is the first time that this species is quoted in the Garraf Massif. In addition, we report a well-preserved specimen of the nautiloid *Heminautilus lallierianus* (d'Orbigny, 1841), which is the second specimen of this species known in the Garraf area. From a biostratigraphic point of view, the Aptian cephalopods studied herein are some of the oldest known records of the Vallcarca Marls Unit being attributed to the *Deshayesites forbesi* and *Deshayesites deshaysi* biozones (lower Aptian). The

correlation between the upper Barremian and Aptian lithostratigraphic units among the neighboring basins Salou-Garraf and Maestrat allows us to ascribe for the first time the basal part of the Vallcarca Marls Unit to the uppermost Barremian. This latter lithostratigraphic unit of the Salou-Garraf Basin has been classically attributed to the Aptian.

Keywords: ammonoids, nautiloids, Aptian, Salou-Garraf Basin, Catalonia

Introducció

Des de fa més d'un segle es coneix que l'Aptià del massís del Garraf conté restes fòssils de cefalòpodes (e.g., Almera, 1895; Kilian, 1898; Almera, 1898a i b). Aquest registre fòssil constituït per ammonits i nautiloïdeus aptians ha estat estudiat posteriorment i fins a l'actualitat (e.g., Faura i Sanz, 1923; Bataller, 1962; Calzada & Viader, 1980; Martínez et al., 1994; Calzada et al., 1996; Moreno et al., 2007; García et al., 2007; Moreno-Bedmar et al., 2009). Durant la realització d'una cartografia geològica associada al projecte Mapa Geològic de les Zones Urbanes de Catalunya 1:5000 de l'Institut Geològic de Catalunya (http://www.igc.cat/web/ca/mapa-geol_geotreballs_gt3.html) es van identificar uns ammonits i nautiloïdeus en les roques carbonàtiques del Cretaci inferior (Albalat, 2012). Malgrat la nombrosa quantitat de treballs previs, no s'havia citat una associació de cefalòpodes del Cretaci inferior en el sector sud-oest del massís del Garraf. Aquesta troballa, primerament va desencadenar l'elaboració d'un estudi detallat de l'estratigrafia del Mesozoic de l'entorn del Vendrell. Posteriorment es realitzà un estudi paleontològic dels cefalòpodes, col·lectats en tres seccions estratigràfiques del municipi del Vendrell que anomenem l'Hospital, les Mates i la Muntanyeta. Aquesta caracterització ve precedida per una descripció detallada de l'estratigrafia dels materials del Cretaci inferior (Barremià superior-Aptià superior) de l'àmbit d'estudi. Les noves dades biostratigràfiques permeten millorar la correlació cronostatigràfica de les unitats del Barremià superior i l'Aptià de la conca de Salou-Garraf amb les de la conca del Maestrat (Moreno-Bedmar et al., 2012; Garcia et al., 2014 i Bover-Arnal et al., 2016).

Situació geogràfica i geològica

L'àmbit d'estudi se situa a la zona periurbana del municipi del Vendrell, a la costa central catalana a uns 65 km al SO de Barcelona (Figura 1). Des d'un punt de vista geològic, aquesta zona pertany al sector intern del domini central dels Catalànids (Anadón et al., 1979) més concretament, a l'àmbit central de la conca mesozoica de Salou-Garraf (Esteban, 1973). Durant el Mesozoic, l'estructura de la conca de Salou-Garraf fou condicionada per dos sistemes de fractures principals, a grans trets ortogonals, un de direcció NE-SO i l'altre NNO-SSE. Aquestes fractures controlaren la sedimentació i l'evolució paleogeogràfica de la conca, essencialment des del Juràssic fins a l'Aptià (Esteban, 1973; Esteban & Robles-Orozco, 1976 i Anadón et al., 1979). A grans trets, a la conca mesozoica de Salou-Garraf, les àrees de major subsidència es corresponen amb els massissos del Garraf i el Montmell, mentre que cap a l'oest, en l'àmbit de Salou i Tarragona es desenvolupà una plataforma soma estable. Entre ambdós sectors (àrea de Salomó) s'estableix una zona de transició amb un aprimament generalitzat de les diverses unitats litostratigràfiques (Esteban, 1973). El sector occidental de la conca de Salou-Garraf està constituït per una successió de fins a 1 km de potència de roques carbonàtiques d'edat compresa entre el Juràssic superior i el Cretaci inferior, que es varen dipositar al llarg de la segona etapa de rifting que afectà Ibèria durant el Mesozoic (Salas et al., 2001). Aquests carbonats són predominantment marins amb intercalacions de dipòsits lacustres i salobres al Berriasià superior i al Barremià (Esteban, 1973; Salas & Moreno, 2008; Moreno et al., 2008; Moreno-Bedmar et al., 2009). Les restes de cefalòpodes que es caracteritzen

en aquest estudi pertanyen a la unitat Margues de Vallcarca (Salas & Moreno, 2008). Aquestes margues s’associen a un període de transgressió marina que assolí el seu màxim a l’Aptià inferior, i comportà la sedimentació de facies pelàgiques amb ammonitis i nautiloïdeus (Anadón et al., 1979). A la conca de Salou-Garraf, la successió del Juràssic superior-Cretaci inferior reposa discordantment sobre el Triàsic i el Juràssic inferior (Esteban & Julià, 1973). El sostre de la successió ve marcat per una discontinuïtat sedimentària que s’associa a una emersió generalitzada de la plataforma que tingué

lloc durant l’Albià i la subseqüent sedimentació dels dipòsits siliciclàstics de la formació Montmell (Esteban, 1973; Moreno-Bedmar et al., 2009).

Estratigrafia del Mesozoic de l’entorn del Vendrell

Els materials mesozoics que afloren a l’est del municipi del Vendrell corresponen a l’acabament sud-occidental del massís del Garraf que enllaça cap a l’oest amb els dipòsits també mesozoics del massís de Bonastre. Aquests materials estan coberts de

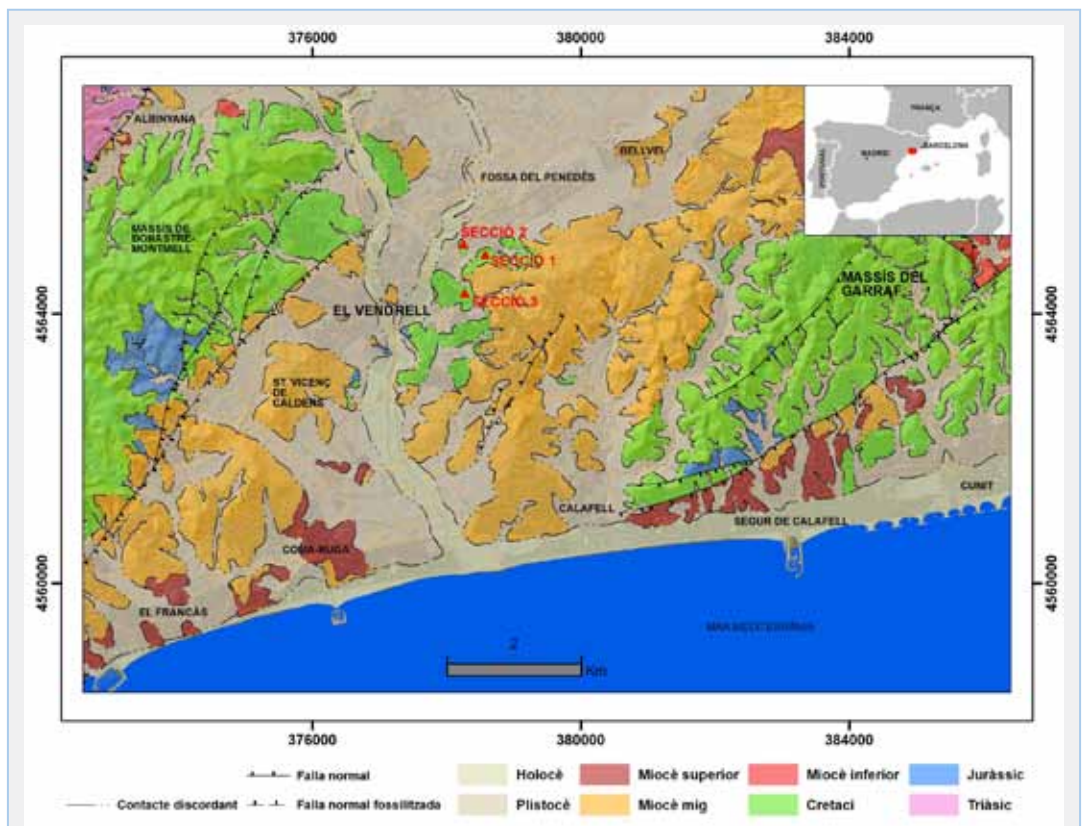


FIGURA 1. Mapa geològic general de l’entorn del Vendrell modificat de Albalat (2012) en què es localitzen les seccions estratigràfiques estudiades. El mapa mostra de manera simplificada els materials geològics que afloren al SO del massís del Garraf, E del massís de Bonastre i SO de la Fossa del Penedès.

FIGURE 1. General geological map of the surroundings of el Vendrell modified from Albalat (2012) with the location of the stratigraphic sections logged. The synthetic map shows the geological materials that crop out in the SW of the Garraf Massif, E of the Bonastre Massif and SW of the Penedès graben.

manera discordant pels dipòsits marins miocens de l’extrem SO de la fossa del Penedès i per sediments quaternaris (Fig. 1). El registre sedimentari mesozoic de l’entorn del Vendrell està constituït per una successió fonamentalment carbonàtica d’uns 270 m de potència que comprèn el període de temps Kimmeridgià-Aptià, amb una important llacuna estratigràfica entre el Berriasià superior i l’Hauterivià (Fig. 2).

Els materials aflorants més antics estan formats per un paquet mètric de dolomies grises massives a les quals se li superposen uns 30 m de calcàries dolomítiques grises ben estratificades en bancs

decimètrics/centimètrics. Aquestes calcàries contenen abundants laminacions algals i estructures mil·limètriques de porositat finestra, així com alguns estrats amb oncoïdes, seccions de caròfits i restes de gasteròpodes. La part dolomítica inferior es correlaciona amb la formació Dolomies superiors del Garraf (Salas, 1987), d’edat kimmeridgià i, la part calcària superior amb la formació de Calcàries i dolomies de la Pleta a la qual se li atribueix l’interval d’edat Kimmeridgià-Berriasià (Albrich et al., 2006). De forma discordant, sobre els materials del trànsit Juràssic-Cretaci, es disposa la sèrie barremo-aptiana composta per tres unitats essencialment carbonàtiques que a partir del

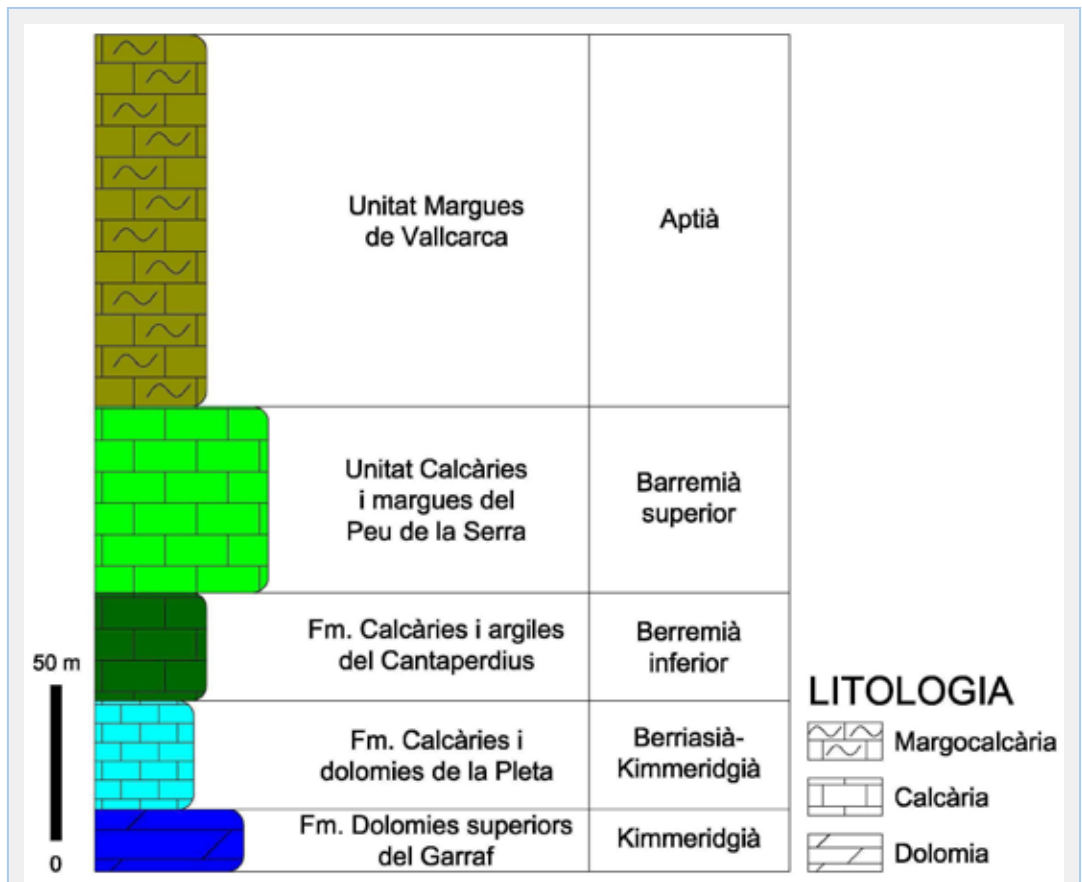


FIGURA 2. Columna estratigràfica sintètica del Mesozoic de l’extrem sud-occidental del massís del Garraf a l’est del Vendrell.

FIGURE 2. Synthetic stratigraphic column of the Mesozoic from the southwestern part of the Garraf Massif to the east of el Vendrell.

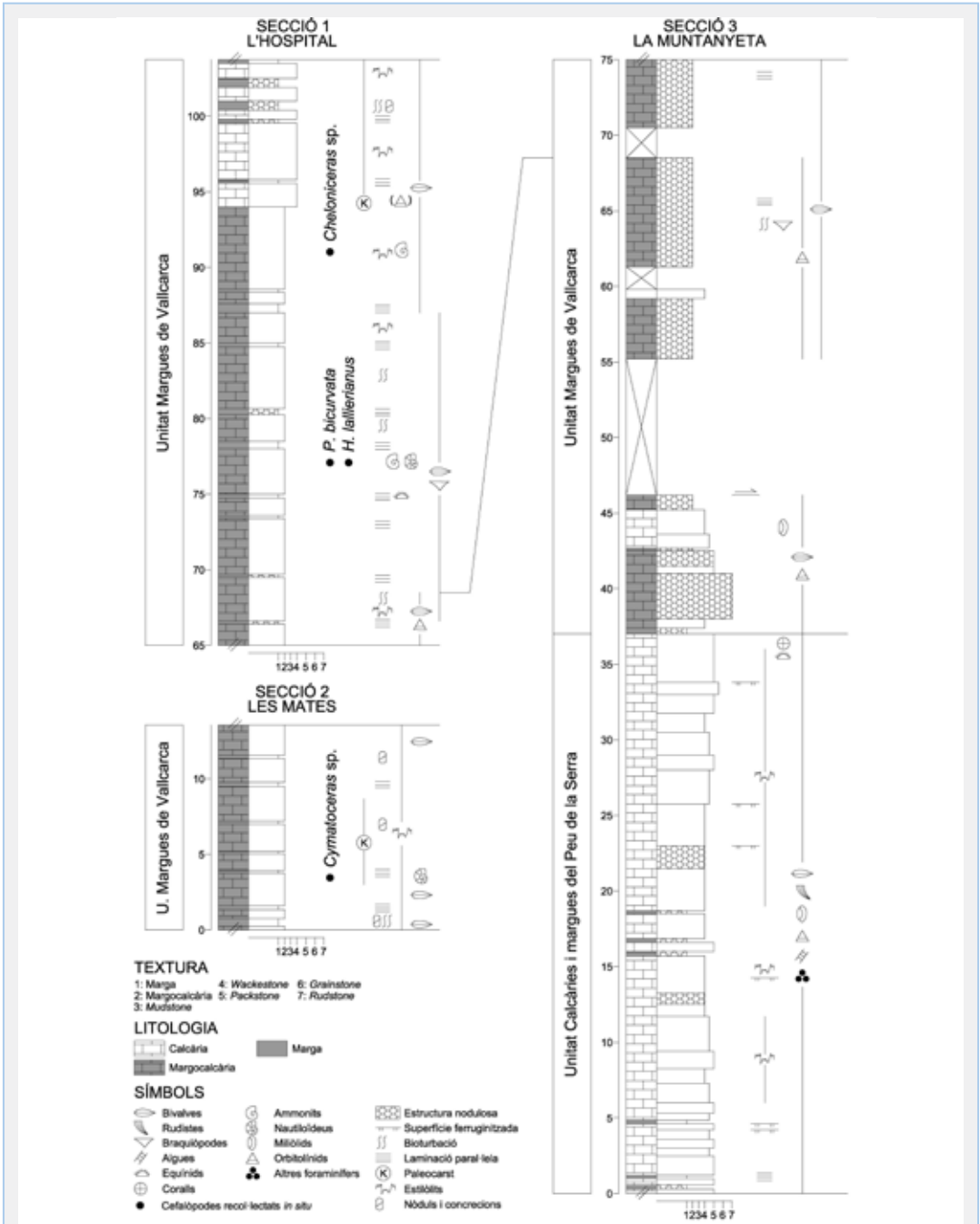


FIGURA 3. Columnes estratigràfiques del Barremià superior i Aptià inferior de l’entorn del municipi del Vendrell amb la localització del registre de cefalòpodes.

FIGURE 3. Stratigraphic sections of the upper Barremian and lower Aptian of the surroundings of el Vendrell displaying the stratigraphic position of the cephalopods collected.

Barremià superior constitueixen una seqüència de profundització cap a sostre: unitats inferior, intermèdia i superior. La unitat inferior està constituïda per un paquet d'uns 35 m de calcàries de color gris en bancs d'ordre decimètric/mètric amb intercalacions decimètriques de margues ocre. Contenen abundants restes de caròfits, fragments de gasteròpodes i alguns bancs de condrodonts. En el conjunt de la unitat és freqüent la intercalació de nivells de crostes ferruginoses i de bretxes intraformacionals. Cap a la meitat superior de la unitat s'intercalen algunes capes d'ordre mètric de calcàries beix amb miliòlids, orbitolínids, fragments de bivalves i peloides. S'interpreta que aquests materials corresponen a dipòsits de maresma amb influència marina. Les característiques litostratigràfiques, paleontològiques i la relació geomètrica concordant amb la unitat suprajacent, suggereixen que aquesta unitat equival a la formació de Calcàries i argiles del Cantaperdius definida a la conca del Maestrat per Salas (1987), i s'atribueix al Barremià inferior (Fig. 2).

La unitat intermèdia està formada per almenys 40 m de calcàries beix, ben estratificades en bancs decimètrics/mètrics, amb algunes intercalacions margoses ocre d'ordre decimètric. El contingut fòssil és molt abundant i està representat majoritàriament per rudistes requiènids i foraminífers bentònics (essencialment miliòlids i orbitolínids). En menor mesura també s'observen equínids, algues i coralls. La litologia i el contingut fòssil suggereixen que aquests materials es varen dipositar en un ambient de plataforma marina soma. En el marc de la conca de Salou-Garraf aquests dipòsits es correlacionen amb la unitat de Calcàries i margues del Peu de la Serra, definida informalment per Salas & Moreno (2008) (Fig. 2 i 3). D'acord amb els recents treballs realitzats a la conca del Maestrat (Moreno-Bedmar et al., 2012; Garcia et al., 2014 i Bover-Arnal et al., 2016), s'interpreta que la unitat intermèdia correspon al Barremià superior. La unitat superior està constituïda per un mínim de 70 m de margocalcàries ocre i beix, ben estratificades en bancs majoritàriament d'ordre decimètric i amb intercalacions de capes centimètriques a mètriques de margues i calcàries, aquestes últimes situades principalment a sostre de la unitat. En el

conjunt dels materials destaca el canvi gradual en el contingut fòssil que es produeix cap a sostre de la unitat. La base està formada per bancs decimètrics/mètrics de margocalcàries noduloses, formades gairebé exclusivament per orbitolínids de mida centimètrica, amb alguns mol·luscs (*Neithea*) i miliòlids. Aquests macroforaminífers desapareixen gradualment cap a sostre de la unitat per donar lloc a la presència de cefalòpodes (ammonits i nautiloïdeus), un major nombre de braquiòpodes (terebratulíids i rinconèl·lids), fragments de bivalves i radioles d'equinoïdeus. Des d'un punt de vista sedimentològic, s'interpreta que els materials de la part baixa de la unitat es varen dipositar en un ambient de plataforma-talús i els del sostre en un ambient de conca pregona. La unitat es correlaciona amb la unitat de Margues de Vallcarca de la conca de Salou-Garraf (Salas & Moreno, 2008) i és d'edat aptiana (Fig. 2 i 3).

Ammonits i nautiloïdeus

El registre fòssil de cefalòpodes procedeix de dues seccions estratigràfiques ubicades al NE del Vendrell (Fig. 1 i 3). Aquestes dues seccions amb registre de nautiloïdeus i ammonits (seccions 1 i 2, l'Hospital i les Mates, respectivament) es troben dins de la U. Vallcarca. Pel present treball s'ha col·lectat un ammonit atribuïble a l'espècie *Pseudosaynella bicurvata* (Michelin, 1838), Fig. 4D, en la secció de l'Hospital. La presència d'aquest ammonit és important, ja que es tracta de la primera troballa pel massís del Garraf. Fins aquest moment es coneixia un altre exemplar atribuïble al mateix gènere procedent de la localitat de les Mesquites, Vilanova i la Geltrú que va ser identificat únicament a nivell genèric (*Pseudosaynella* sp.) degut al seu mal estat de conservació (García et al., 2007). En la mateixa secció de l'Hospital ha estat possible observar part d'un motlle extern d'un queloniceràtid d'uns 20 cm de diàmetre màxim, possiblement atribuïble al gènere *Cheloniceras*. També s'han recol·lectat tres nautiloïdeus: dos fragments pertanyents al gènere *Cymatoceras*, Fig. 4E, i un tercer exemplar ben conservat i gairebé complet que pertany a l'espècie *Heminautilus lallierianus* (d'Orbigny, 1841), Fig. 4 A-C. En aquest nautiloïdeu és possible observar la característica depressió

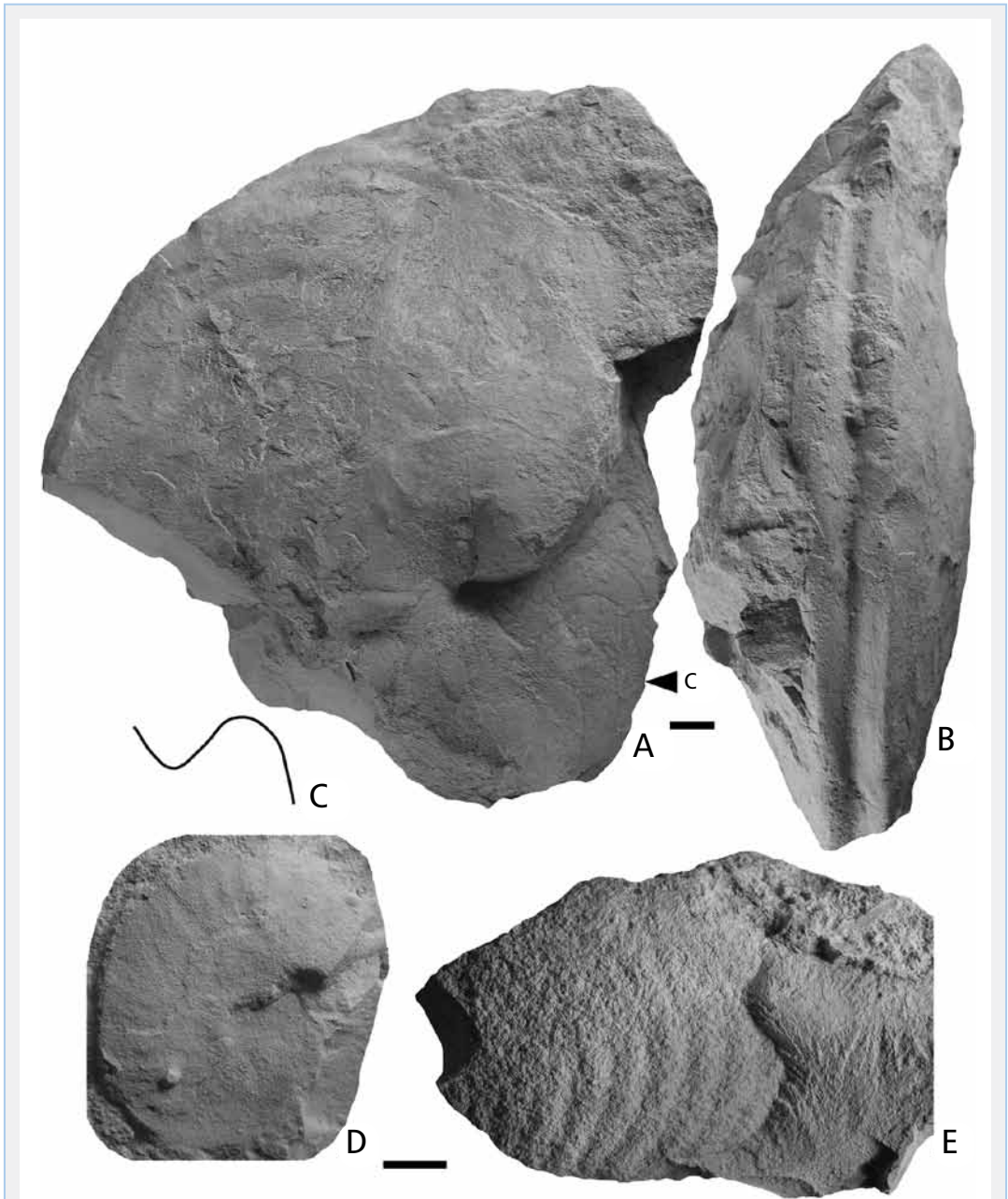


FIGURA 4. A-B: *Heminutilus lallierianus* vistes lateral i ventral de l'exemplar PUAB 89780 i C: línia de sutura en el flanc del nautiloïdeu A; el triangle negre amb una C indica la posició de la línia de sutura dibuixada. D: *Pseudosaynella bicurvata* vista lateral de l'exemplar PUAB 89781. E: *Cymatoceras* sp. fragment ventral de l'exemplar PUAB 89783. Barra d'escala igual a 1 centímetre.

FIGURE 4. A-B: *Heminutilus lallierianus* lateral and ventral views of the specimen PUAB 89780 and C: suture line in the flank of the nautiloid A; the black triangle with a C indicates the position of the suture line drawn. D: *Pseudosaynella bicurvata* lateral view of the specimen PUAB 89781. E: *Cymatoceras* sp. fragmentary ventral view of the specimen PUAB 89783. Scale bar equal to 1 cm

ventral d'aquesta espècie (Fig. 4B) així com la línia de sutura (Fig. 4C). Aquestes característiques de l'exemplar del Vendrell es corresponen sense cap mena de dubte a la de l'holotip provinent de l'Aptià de Gurgy, Yonne, França, el qual ha estat il·lustrat per diversos autors posteriorment (Conte, 1980: làmina 1, Fig. 3 i 4C; Delanoy et al., 2012: làmina 5, Fig. 2A-C i Baudouin et al., 2016: làmina 29, Fig. 1), ja que en el treball original de d'Orbigny (1841), on es va descriure l'espècie, l'holotip no fou il·lustrat. La troballa de *H. lallierianus* al Vendrell és destacable ja que únicament existia un altre exemplar atribuïble a aquesta espècie de l'Aptià del Garraf (Moreno et al., 2008: fig. 4) que va ser col·lectat per Jaume Almera, però del que lamentablement se'n desconeix la localitat exacta indicant-se únicament que va ser trobat al Garraf, si bé la seva litologia el fa igualment atribuïble a la U. Vallcarca. Ambdós exemplars han estat recentment inclosos en el treball monogràfic de revisió taxonòmica dels gèneres *Heminautilus* Spath, 1927 i *Josanautilus* Martínez i Grauges, 2006 de Baudouin et al. (2016).

Els cefalòpodes aquí estudiats es troben dipositats en les Col·leccions de Paleontologia de la Universitat Autònoma de Barcelona = PUAB.

Anàlisi biostratigràfica

L'espècie *P. bicurvata* a Europa té una distribució estratigràfica que comprèn aproximadament gran part de l'Aptià inferior, excepte la part més baixa i més alta (e.g., Grauges et al., 2010; Moreno-Bedmar et al., 2010), si bé el seu acme es trobaria en la part mitjana-superior de la biozona de *Deshayesites forbesi* i part baixa de la biozona de *Deshayesites deshayesi*. Tots els nautiloïdeus del gènere *Heminautilus* a Europa semblen estar restringits entre el Barremià i la part superior de la biozona de *Deshayesites forbesi*, existint un esdeveniment d'extinció al final d'aquesta (Baudouin et al., 2016: figura 21). Però l'espècie *H. lallierianus* té un rang molt més restringit, que es limita a la part mitjana-superior de la biozona de *Deshayesites forbesi* (Baudouin et al., 2016) tractant-se doncs d'una espècie de nautiloïdeu amb un important valor biostratigràfic. Així doncs, els cefalòpodes *P. bicurvata* i *H. lallierianus*, que van ser col·lectats en

el mateix interval estratigràfic en la secció de l'Hospital (1), poden ser atribuïts a la part mitjana-superior de la biozona de *Deshayesites forbesi*. Per sobre d'aquests cefalòpodes en la secció de l'Hospital es va trobar un motlle extern d'un *Chelonicerases* sp., que roman in situ en l'aflorament. Les primeres espècies del gènere *Chelonicerases* apareixen també en la part mitjana-superior de la biozona de *Deshayesites forbesi* (Ropolo et al., 2008) on són molt escasses, per proliferar posteriorment en la biozona suprajacent de *Deshayesites deshayesi*, i continuen presents fins al final de l'Aptià inferior, biozona de *Dufrenoyia furcata* (e.g., Casey, 1961). La posició estratigràfica d'aquest *Chelonicerases* sp., uns 14 m per sobre de l'estrat on es van col·lectar *P. bicurvata* i *H. lallierianus*, permet inferir que la seva edat més probable correspon a la biozona de *Deshayesites deshayesi*. Així doncs, l'edat de la secció estratigràfica de l'Hospital queda ben establerta entre la part mitjana-superior de la biozona de *Deshayesites forbesi* i de la biozona suprajacent de *Deshayesites deshayesi*.

Pel que fa a les troballes de dos exemplars fragmentaris de *Cymatoceras* sp., en la secció les Mates (2) aquests nautiloïdeus no permeten inferir una edat concreta i encara menys, sent com és, que no n'ha estat possible una identificació a nivell específic, ja que el rang del gènere *Cymatoceras* és molt ampli. Així doncs, la secció 2 (les Mates), tot i no poder ser datada amb precisió, creiem que molt probablement té una edat similar a la de la secció de l'Hospital.

Ubicació de les seccions estudiades en un panell cronostratigràfic i correlació de la conca de Salou-Garraf amb la conca del Maestrat

La U. Vallcarca posseeix un registre de cefalòpodes relativament abundant entre l'Aptià inferior terminal, biozona de *Dufrenoyia furcata*, i la part baixa de l'Aptià superior, biozona d'*Epicheloniceras martini* (e.g., Moreno, 2007; Salas & Moreno, 2008; Moreno-Bedmar et al., 2009). La secció 1, l'Hospital, presenta alguns dels cefalòpodes de l'Aptià inferior més antics coneguts per a la U. Vallcarca, ja que inclou un registre inequívoc de la biozona de *Deshayesites forbesi* (Fig. 5). La posició de la

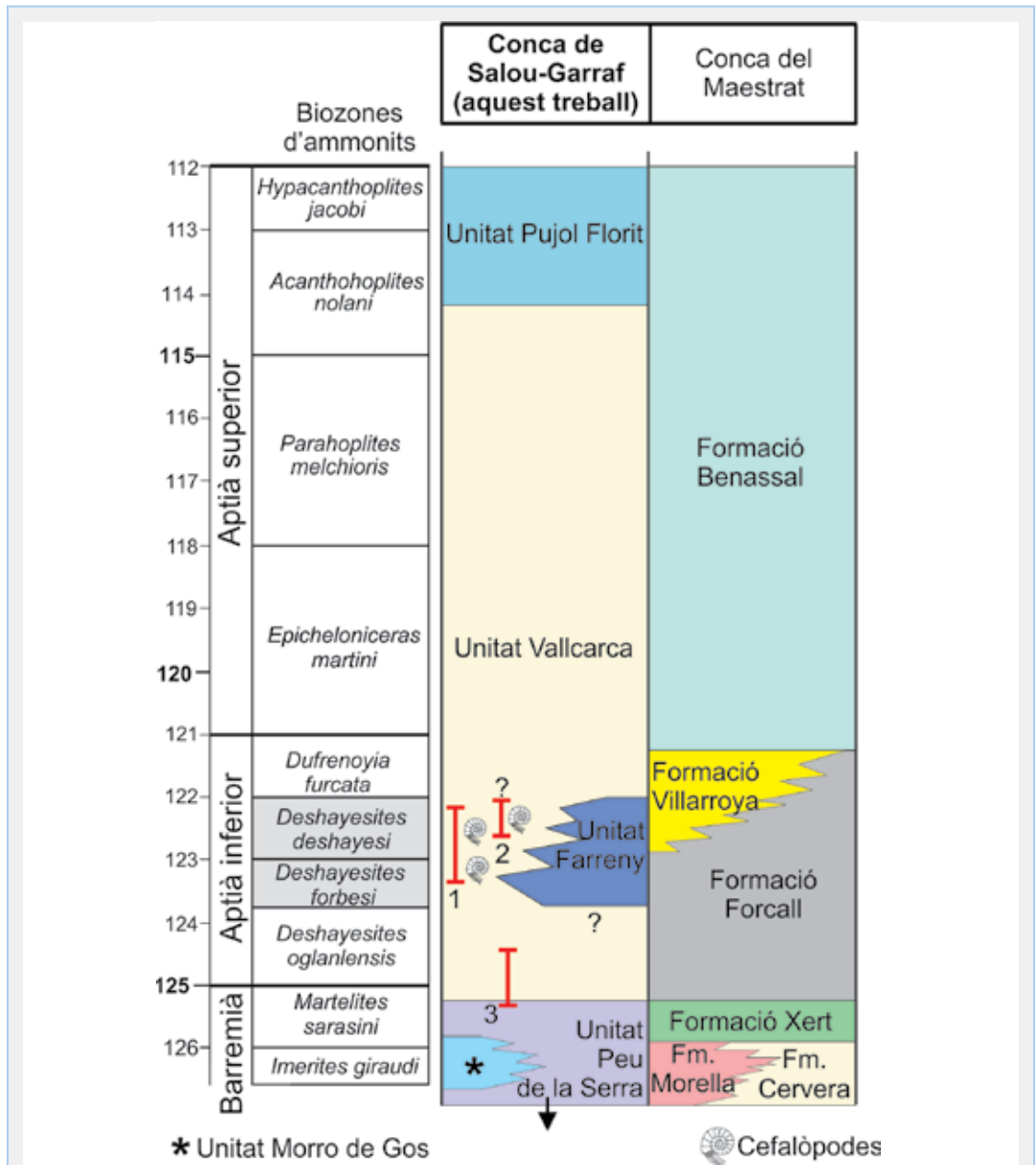


FIGURA 5. Panell cronostatigràfic en el qual es mostra l’estratigrafia del Barremià superior i de l’Aptià de les conques de Salou-Garraf i del Maestrat (basat en Salas & Moreno, 2008; Moreno-Bedmar et al., 2009; Moreno-Bedmar et al., 2012; García et al., 2014; Bover-Arnal et al., 2016). Les tres seccions estratigràfiques estudiades amb les seves respectives aparicions de cefalòpodes estan ubicades en la conca de Salou-Garraf. La biozonació d’ammonits emprada és la de Reboulet et al. (2014) i les edats, en milions d’anys, són extretes de Gradstein et al. (2004).

FIGURE 5. Chronostratigraphic chart showing the stratigraphy of the upper Barremian and Aptian of the Salou-Garraf and Maestrat basins (based on Salas & Moreno, 2008; Moreno-Bedmar et al., 2009; Moreno-Bedmar et al., 2012; García et al., 2014; Bover-Arnal et al., 2016). The three studied stratigraphic sections, with their cephalopods occurrences, are located in the Salou-Garraf Basin. The ammonite biozonation is taken from Reboulet et al. (2014) and the ages, in millions of years, are taken from Gradstein et al. (2004).

secció 2, les Mates, és dubtosa i temptativament li assignem una edat similar a la part alta de la secció de l'Hospital (Fig. 5). La secció 3, la Muntanyeta, no conté cefalòpodes i per tant no ha pogut ser datada, però inclou el contacte entre les unitats Peu de la Serra i Vallcarca. Això permet establir una posició litostratigràfica precisa per a aquesta secció, donat que es fa servir aquest contacte entre unitats com a dàtum (Fig. 5). La posició estratigràfica ben establerta de la secció 3 fa emergir però una problemàtica important en la cronostratigrafia dels materials del Barremià superior-Aptià del Garraf, doncs la part baixa de la U. Vallcarca mai ha estat datada amb precisió. Afortunadament, aquest contacte entre les unitats Peu de la Serra i Vallcarca és molt similar a l'existent a la conca veïna del Maestrat entre les formacions Xert i Forcall (Fig. 5). Els materials de la Fm. Xert corresponen a dipòsits de plataforma marina carbonatada soma tal i com succeeix amb la U. Peu de la Serra. Per sobre s'hi disposen la Fm. Forcall, que representen el màxim transgressiu amb la presència d'organismes d'ambients marins més profunds, com per exemple ammonits i nautiloïdeus (Moreno-Bedmar et al., 2010), tal i com també succeeix en la U. Vallcarca. El contacte entre aquestes unitats, tant en les conques de Salou-Garraf com en la del Maestrat, representa un aprofundiment important de la conca que va causar l'ofegament de les plataformes carbonatades prèviament existents. Donada la proximitat de les conques i la importància regional de l'esdeveniment transgressiu és altament plausible que l'edat del contacte entre ambdues unitats sigui la mateixa tal com ja van proposar prèviament Moreno-Bedmar et al. (2009). Aquest autors van establir que aquest contacte se situava dins de l'Aptià inferior, entre les biozones de *Deshayesites oglanlensis* i *Deshayesites forbesi*, doncs aquesta era l'edat que clàssicament s'establí pel contacte equivalent a la conca del Maestrat. Però l'edat d'aquest aprofundiment generalitzat de la conca va ser posteriorment qüestionada a la conca del Maestrat (Moreno-Bedmar & Garcia, 2011; Garcia et al., 2014). Recentment (Bover-Arnal et al., 2016) ha confirmat que l'edat d'aquest contacte estava mal establerta i que en realitat l'ofegament generalitzat de les plataformes somes del Barremià superior

va tenir lloc durant el Barremià terminal. La Fig. 5 incorpora aquesta nova datació d'aquest contacte dins del Barremià terminal que correlacionem amb la conca de Salou-Garraf.

Conclusions

Es presenta l'estratigrafia del Mesozoic de l'extrem sud-oest del massís del Garraf i es dona a conèixer per primera vegada una associació de cefalòpodes procedents de l'Aptià de l'entorn del municipi del Vendrell. El Mesozoic de l'est del Vendrell està constituït per dipòsits essencialment carbonàtics d'edat compresa entre el Kimmeridgià i l'Aptià amb una important discontinuïtat estratigràfica que comprèn tot el Neocomià.

En l'Aptià del Vendrell és destacable la presència de *Pseudosaynella bicurvata*, ja que és la primera vegada que aquesta espècie se cita al Garraf, i un exemplar ben conservat d'*Heminautilus lallierianus*, que és el segon exemplar conegut d'aquesta espècie al Garraf.

Des d'un punt de vista biostratigràfic el registre de cefalòpodes de la secció 1, l'Hospital, és un dels registres de cefalòpodes Aptians més antics coneguts per a la unitat Margues de Vallcarca, essent atribuïble a les biozones de *Deshayesites forbesi* i *Deshayesites deshayesi*.

La correlació efectuada entre les unitats litostratigràfiques del Barremià superior i l'Aptià de les conques veïnes de Salou-Garraf i del Maestrat permet assignar al Barremià terminal la part basal de la unitat Margues de Vallcarca, quan clàssicament aquesta unitat de la conca de Salou-Garraf havia estat atribuïda íntegrament a l'Aptià.

Agraïments

Aquest treball ha estat subvencionat pel projecte CGL2015-69805-P (MINECO, FEDER, EU). Els autors volem agrair els comentaris, correccions i suggeriments realitzats pel Dr. Telm Bover-Arnal de la Universitat de Barcelona i de Rafel Matamales Andreu. També volem agrair el treball realitzat per l'editor Enric Forner que ha contribuït a millorar l'article.

Bibliografia

- Albalat, D. 2012.** Composició dels fulls 274-134, 274-135 i 274-136 del Mapa geològic de zones urbanes de Catalunya, 1:5000. Informe tècnic de l'Institut Geològic de Catalunya, Codi: CG-020/12.
- Albrich, S., Bernaus, J.M., Boix, C., Caus, E., Martín-Closas, C., Salas, R., Vicedo, V. & Villalonga, R. 2006.** Caracterización bioestratigráfica y paleoambiental del Cretácico inferior (Berriasiense-Barremiense) del Macizo de Garraf (Cadena Costera Catalana). *Revista Española de Micropaleontología*, 38(2-3): 429-452.
- Almera, J. 1895.** Étude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de Barcelone. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 23: 564-571.
- Almera, J. 1898a.** Compte-rendu de l'excursion du jeudi 6 Octobre a Castelldefels et Costas de Garraf. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 26: 801-811.
- Almera, J. 1898b.** Compte-rendu de l'excursion du vendredi 7 Octobre aux environs de Vilanova et de Vilafranca. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 26: 812-822.
- Anadón, P., Colombo, F., Esteban, M., Marzo, M., Robles, S., Santanach, P. & Solé Sugrañés, Ll. 1979.** Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. *Acta Geológica Hipánica*, 14: 242-270.
- Bataller, J.R. 1962.** Los cefalópodos.- del Macizo Cretácico de Garraf (Barcelona). *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 34: 177-211.
- Baudouin, C., Delanoy, G., Moreno-Bedmar, J.A., Pictet, A., Vermeulen, J., Conte, G., Gonnet, R., Boselli, P. & Boselli, M. 2016.** Revision of the Early Cretaceous genera *Heminautilus* Spath, 1927, and *Josanautilus* Martínez & Grauges, 2006 (Nautilida, Cenoceratidae). *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, 16(5): 61-212.
- Bover-Arnal, T., Moreno-Bedmar, J.A., Frijia, G., Pascual-Cebrian, E. & Salas, R. 2016.** Chronostratigraphy of the Barremian-Early Albian of the Maestrat Basin (E Iberian Peninsula): integrating strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*, 49: 41-68.
- Calzada, S. & Viader, J.M. 1980.** Sobre dos nautilidos aptienses hallados en el noreste español. *Estudios geológicos*, 36: 163-167.
- Calzada, S., Campuzano, R. & Urquiola, M. 1996.** Nueva cita de Cefalópodos en el macizo de Garraf. *Batalleria*, 6: 63-66.
- Casey, R. 1961.** A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, part III. *Monograph of the Paleontographical Society*, 115: 119-216.
- Conte, G. 1980.** *Heminautilus sanctaerucis*, nouvelle espèce de Nautiloïde crétacé. *Geobios*, 13(1): 137-141.
- Delanoy, G., Baudouin, C., Gonnet, R., Conte, G. & Frau, C. 2012.** Sur la présence des genres *Heminautilus* Spath, 1927 et *Eucymatoceras* Spath, 1927 (Nautilida, Nautilaceae) dans le Barrémien inférieur du Gard (sud-est de la France). *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Nice*, 27: 155-195.
- Esteban, M., 1973.** Petrología de las calizas cretácicas del sector central de los Catalánides (prov. de Tarragona y Barcelona). 425 pp. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Esteban, M. & Juliá, R. 1973.** Discordancias erosivas intrajurásicas en los Catalánides. *Acta Geológica Hispánica*, 8: 153-157.
- Esteban, M. & Robles Orozco, S. 1976.** Sobre la paleogeografía del Cretácico inferior de los Catalánides entre Barcelona y Tortosa. *Acta Geológica Hispánica*, 11: 73-78.
- Faura i Sans, M. 1923.** Explicació de la fulla núm. 39. Vila-nova i Geltrú. 109 p. Servei del Mapa Geològic de Catalunya. Barcelona.
- García, R., Moreno, J.A. & Araguz, S. 2007.** Noves dades dels ammonits de l'Aptià del Massís del Garraf (Barcelona). *Batalleria*, 13: 47-52.
- García, R., Moreno-Bedmar, J.A., Bover-Arnal, T., Company, M., Salas, R., Latil, J.-L., Martín-Martín, J.D., Gomez-Rivas, E., Bulot, L.-G., Delanoy, G., Martínez, R. & Grauges, A. 2014.** Lower Cretaceous (Hauterivian-Albian) ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (E Spain). *Journal of Iberian Geology*, 40(1): 99-112.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. & Smith, A.G. (Eds.) 2004.** *A Geologic Time Scale*. 589 p. Cambridge University Press. Cambridge.
- Grauges, A., Moreno-Bedmar, J.A. & Martínez, R. 2010.** Desmocerátidos (Ammonoidea) del Aptiense Inferior (Cretácico Inferior) de la subcuena de Oliete, Cordillera Ibérica Oriental (Teruel, España). *Revista Española de Paleontología*, 25(1): 7-18.
- Kilian, W. 1898.** Sur les céphalopodes du Crétacé inférieur des environs de Barcelona. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 26: 825.
- Martínez, R., Grauges, A. & Salas, R. 1994.** Distribución de los ammonites del Cretácico inferior de la Cordillera Costera Catalana e Ibérica Oriental. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 18: 337-354.
- Moreno, J.A. 2007.** Bioestratigrafía del Aptiense del macizo del Garraf (NE de la Península Ibérica). *Geogaceta*, 41: 131-134.
- Moreno J.A., Martín-Closas C. & Salas R. 2008.** El registre fòssil marí (porífers, ammonítids, nautilíds i equinoídeus) i continental (caròfits) del cretaci inferior (barremià superior-aptià) del Garraf. V Trobada d'Estudiosos del Garraf. *Diputació de Barcelona. Col·lecció Documents de Treball, Sèrie Territori* 7: 205-211.
- Moreno-Bedmar J.A., Ramírez L., Company M., Delanoy G., Bover-Arnal T., Bulot L.-G., Latil J.-L. & Salas R. 2009.** Biostratigrafía de los amonites de Can Casanyes. *Macizo Del Garraf (Barcelona, España)*. *Batalleria*, 14: 91-98.
- Moreno-Bedmar, J.A., Company, M., Bover-Arnal, T., Salas, R., Delanoy, G., Maurrasse, F.J.-M.R., Grauges, A. & Martínez, R. 2010.** Lower Aptian ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (Eastern Iberian Chain, Eastern

Spain). A Tethyan transgressive record enhanced by synrift subsidence. *Geologica Acta*, 8(3): 281-299.

Moreno-Bedmar J.A. & García R. 2011. Análisis bioestratigráfico de los ammonioideos del Aptiense inferior (Cretácico Inferior) del Miembro Cap de Vinyet (Formación Margas del Forcall) de la subcuena de Morella (Castellón). Consideraciones sobre el límite Barremiense-Aptiense. In Pérez-García, A., Gascó, F., Gasulla, J.M., Escaso, F. (Ed.). *Viajando a Mundos Pretéritos*: 215-222. Ajuntament de Morella. Morella.

Moreno-Bedmar, J.A., Bover-Arnal, T., Barragán, R. & Salas, R. 2012. Uppermost Lower Aptian transgressive records in Mexico and Spain: chronostratigraphic implications for the Tethyan sequences. *Terra Nova*, 24 (4): 333-338.

Orbigny A. d.' 1841. Description de quelques espèces de mollusques fossiles de France. *Revue zoologique par la Société Cuvierienne*: 318-319.

Reboulet, S., Szives, O., Aguirre-Urreta, B., Barragán, R., Company, M., Idakieva, V., Ivanov, M., Kakabadze, M.V., Moreno-Bedmar, J.A., Sandoval, J., Baraboshkin, E.J., Çağlar, M.K., Fozy, I., González-Arreola, C., Kenjo, S., Lukeneder, A., Raisossadat, S.N., Rawson, P.F. & Tavera, J.M. 2014. Report on the 5th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the Kilian Group (Ankara, Turkey, 31st August 2013). *Cretaceous Research*, 50: 126-137.

Ropolo, P., Conte, G., Moullade, M., Tronchetti, G. & Gonnet, R. 2008. The Douvilleiceratidae (Ammonoidea) of the Lower Aptian historical stratotype area at Cassis-La Bédoule (SE France). *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology*, Brest, Memoir 2008/03 (CG2008_M03), 1-60.

Salas, R. 1987. El Malm i el Cretaci inferior entre el Massís de Garraf i la Serra d'Espadà. 345 pp. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.

Salas, R., Guimerà, J., Mas, R., Martín-Closas, C., Meléndez, A. & Alonso, A. 2001. Evolution of the Mesozoic central Iberian Rift System and its Cainozoic inversion (Iberian chain). In: Ziegler, P.A., Cavazza, W., Robertson, A.H.F., Crasquin-Soleau, S. (eds.). *Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins*. Mémoires du Muséum National d'Historie Naturelle, 186: 145-186.

Salas, R. & Moreno, J.A. 2008. Revisió de la geologia i altres treballs complementaris de quatre fulls del MGC25M a l'àrea del Massís de Garraf fulls Nos.: 420-1-1, 420-1-2, 448-1-1 i 448-1-2. Part I: Estratigrafia dels Materials Aptians. Institut Geològic de Catalunya. Informe intern, 41 p.

Rebut el 12 d'agost de 2016. Acceptat l'1 de setembre de 2016