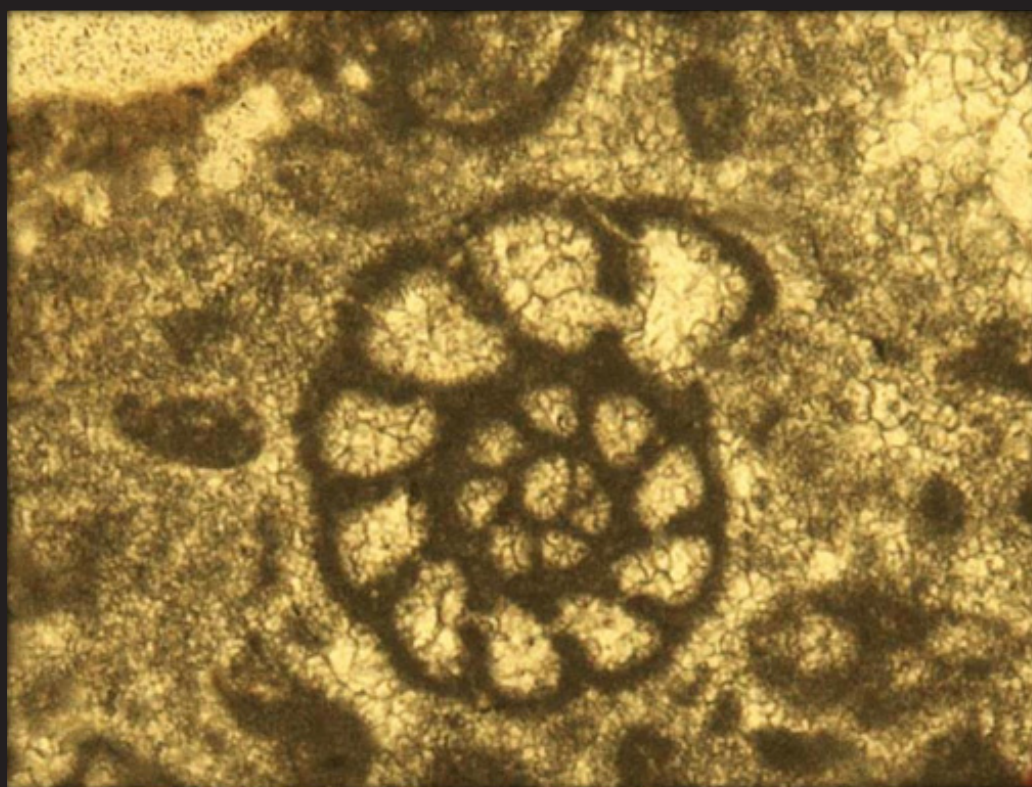




DEPARTAMENT DE GEOLOGIA

UNITAT DE PALEONTOLOGIA

**PATRONES DE SUPERVIVENCIA Y RECUPERACION
DE LOS MACROFORAMINIFEROS DESPUES DE LA
EXTINCION EN MASA DEL LIMITE
CENOMANIENSE-TURONIENSE**



TESIS DOCTORAL

MARIA EUGENIA ARRIAGA CAVALIERI

JULIO 2016

MICROPALEONTOLOGÍA

4

4. MICROPALAEONTOLOGÍA

4.1. LOS FORAMINÍFEROS

4.1.1. Características generales

Tal como ya se ha expresado en la introducción, los foraminíferos constituyen un grupo de protistas que fijan su superficie celular mediante una concha mineralizada de naturaleza calcárea, que se conserva fácilmente en estado fósil. Algunos de ellos pueden alcanzar tamaños realmente excepcionales y construir estructuras extraordinariamente complejas. Esta compleja morfología de su concha permite el uso de la anatomía comparada en la identificación de los caracteres homólogos y análogos (Hottinger, 1978).

Su ciclo de reproducción es complejo y, a excepción de las formas planctónicas, alternan entre generaciones sexuales y asexuales. Estos ciclos alternantes se ven reflejados en una distinta morfología de la concha tanto juvenil como adulta, y cuyo reconocimiento es posible tanto en formas actuales como fósiles. Algunos foraminíferos poseen endosimbiontes, entre los cuales se encuentran clorofitas, rodofitas, dinofitas o diatomeas, que condicionan la repartición de los foraminíferos que las contienen en el medio (Hottinger, 1982; 2000; Hallock, 1985, 1987; Hohenegger, 2000; Lee, 2006).

Las comunidades de foraminíferos cubren, y cubrieron igualmente en el pasado, todos los nichos ecológicos marinos, desde las zonas salobres o hipersalinas próximas al continente hasta las áreas abisales. Sin embargo, algunos grupos presentan serias restricciones, como por ejemplo la temperatura del agua, la profundidad, la eutrofización del medio, etc. Así la mayoría de macroforaminíferos, en los océanos y mares actuales, viven en áreas tropicales y subtropicales, adaptados a medios oligotróficos y en menor medida mesotróficos y las mismas condiciones se dieron en su distribución en los depósitos fósiles.

La mayoría de foraminíferos tienen una estrategia de vida r (oportunista), pero algunos, principalmente los de gran tamaño, presentan una estrategia de vida k (conservadora), lo que ha condicionado su evolución, con períodos de alta diversidad y otros de reducción de su diversidad, que son coincidentes con fases de perturbaciones ambientales globales (Brasier, 1988). En estos períodos de crisis (el límite Cenomaniense-Turonense constituye un claro ejemplo) se produjeron aceleradas tasas de extinción de los organismos, o incluso extinciones en masa, que implicaron la pérdida parcial de la información genética acumulada; es decir, durante los períodos de extinción en masa, ciertas capacidades de los macroforaminíferos,

tal como el tipo de construcción de la concha, su arquitectura o el tipo de reproducción alter-nante, se conservaron aparentemente en poblaciones de foraminíferos de pequeño tamaño, mientras que la información que permite la construcción de conchas más complejas (macroforaminíferos), tal como las divisiones del interior de las cámaras por elementos estructurales, se perdió, teniendo que pasar largos períodos de tiempo (algunos millones de años) hasta que las formas complejas recuperaron su estrategia de vida K. Este modelo en la evolución de la diversidad de los foraminíferos en el tiempo ha sido definido por Hottinger (1998; 2001) como GCMC (en sus siglas en inglés) o Ciclos de maduración global de las comunidades de macroforaminíferos.

Los GCMC se definen como los intervalos de tiempo transcurridos entre dos crisis bióticas (extinciones en masa), durante los cuales los foraminíferos son capaces de recuperar las capacidades perdidas y recolonizar los medios de plataforma. En el interior de cada ciclo se produce en el sistema cambios bióticos continuos y graduales, que como mucho implican la migración de las especies, pero conservando la información adquirida. En cambio, en el límite entre dos ciclos consecutivos hay “revoluciones” que producen cambios bióticos en los ecosistemas. Después de cada crisis biótica, la recuperación de los macroforaminíferos es lenta, diferenciándose diversas fases (Hottinger, 1998; 2001): la primera fase después de una extinción en masa está marcada por la ausencia de macroforaminíferos; posteriormente en una segunda fase tiene lugar la aparición de un considerable número de nuevos géneros. En las siguientes fases se produce la dominancia y diversificación específica de los géneros “ganadores” llegando a la total recuperación de la comunidad de foraminíferos con una estrategia de vida k. Este estadio se prolonga tanto tiempo como duran las estables condiciones medioambientales que han permitido su desarrollo, finalizando cuando nuevamente se produce un importante cambio en las condiciones. Estas fases de recuperación de los macroforaminíferos, que fueron estudiadas para el GCMC del Paleoceno-Eoceno (Hottinger, 1998), son mucho menos conocidas para otros ciclos, aunque en los últimos años se han realizado algunos trabajos para el ciclo del Cretácico superior (Arriaga et al. 2016; Caus et al. 2013; Albrich et al. 2014, 2016; Boix et al. 2009; Boix et al. 2011; Hottinguer & Caus 2009; Robles-Salcedo 2013, Consorti et al. 2015; entre otros).

El presente trabajo se centra en el inicio del proceso de Maduración Global de la Comunidad del Cretácico superior que tiene lugar después de la crisis del CTB.

4.1.2. Criterios principales en la identificación de los macroforaminíferos

4.1.2.1. Textura de la pared

Conjunto de características de la pared externa de la concha, la cual depende del material empleado en su construcción. Se reconocen tres tipos de pared para las formas del Cretácico superior:

a. Pared aglutinada o arenácea

El mecanismo de construcción de este tipo de pared funciona mediante la segregación de un cemento de matriz orgánica el cual aglutina material del medio mediante las corrientes pseudopodiales. En algunos casos, estas son incluso capaces de seleccionar el material según su composición química, tamaño y/o forma; no obstante la mayoría adecua su concha al material disponible en el medio. En el proceso de creación de una nueva cámara, los granos incorporados del medio son transportados por las corrientes pseudopodiales hasta el lugar escogido según esquemas previamente establecidos genéticamente. Cuando los foraminíferos se encuentran en medios correspondientes a facies carbonáticas, todo el material aglutinado es carbonático, por lo cual resulta una concha muy similar a la de una concha originalmente carbonática (concha porcelanada), resultando bastante difícil distinguir entre una u otra; igualmente cuando las formas proceden de un medio arenoso, la acumulación de material suele ser muy densa y tiende a enmascarar los elementos estructurales de la concha. Este tipo de concha deja ver un color gris oscuro u ocasionalmente claro bajo luz reflejada, mientras que en luz transmitida suele presentar un color de gris a marrón.

b. Pared porcelanada

Corresponde a un tipo de pared formada mediante la segregación de agujas de calcita por el aparato de Golgi, desde donde son transportadas sin ninguna orientación preferencial hacia el exterior, donde se ha de formar la pared de la siguiente cámara. Este tipo de concha tiende a alterarse con mayor facilidad que la pared de textura aglutinada, lo que se debe a la porosidad de la textura porcelanada. Este hecho permite su identificación en las rocas fácilmente. Este tipo de pared da lugar a conchas blancas y opacas que se ven de color blanco bajo luz reflejada y negras con luz transmitida.

c. Pared lamelar-perforada (hialina)

Estudios realizados en foraminíferos actuales han dado a conocer la formación de este tipo de concha como resultado de un proceso de biomineralización in situ controlada por una plantilla orgánica o “template” que tiene lugar fuera del cuerpo protoplasmático. El crecimiento de los cristales de calcita está limitado por un material orgánico que los aísla del fluido a partir del cual se forman; este material orgánico es responsable también de que no haya precipitación de calcita en ciertas partes de la pared, dando lugar a los poros. En los foraminíferos de concha hialina la capa externa mineralizada de la cámara cubre en cada etapa de crecimiento las cámaras formadas anteriormente, lo que da lugar a una concha formada por capas o lamelas, de allí que se les conozca como “lamelar perforados”, característica que los diferencia también de los otros dos tipos (aglutinados y porcelanados) ya que en estos cada cámara tiene su propia pared y esta no recubre ninguna de las cámaras anteriores. La estructura lamelar, a diferencia de la aglutinada y la porcelanada, es compacta y no permite el intercambio de moléculas gaseosas a través de la pared, de ahí la presencia de los poros, cuya forma, distribución

y grosor constituyen un elemento de clasificación importante. La estructura lamelar puede dar lugar a conchas monolamelares y bilamelares; en estas últimas la pared está formada por una lamela interna y otra externa separadas por una capa media orgánica. En las formas bilamelares, únicamente la lamela externa recubre la parte de la concha anteriormente formada y expuesta al medio.

Las conchas lamelar-perforadas son transparentes y translúcidas. En lámina delgada son bastante fáciles de distinguir del resto ya que se ven oscuras bajo luz reflejada, y translúcidas con luz transmitida.

4.1.2.2. Arquitectura de la concha: disposición y forma de las cámaras

La segunda característica más resaltante de los foraminíferos es la disposición de las cámaras, la cual refleja el tipo de crecimiento; sin embargo, esta es una característica bastante complicada de identificar cuando se trabaja en lámina delgada y requiere niveles de abstracción y entendimiento bastante elevados para comprender acertadamente los distintos tipos de secciones para una clasificación correcta. El elemento fundamental en la identificación del tipo de crecimiento de un foraminífero es la cámara. El tipo más simple de foraminífero es el unilocular, ya que como su nombre indica, está formado por una única cámara. Sin embargo, los macroforaminíferos son pluriloculares, por tanto la forma de las mismas, su disposición y sus posibles subsecuentes modificaciones durante la ontogenia determinan la arquitectura de la concha.

El crecimiento de las conchas pluriloculares se da de forma discontinua, es decir, por etapas, mediante la adición de cámaras sucesivas al prolóculo o cámara embrionaria. Esta adición de cámaras se da mediante unos patrones marcados genéticamente que, aunque son independientes del tipo de pared, tienen una cierta tendencia a un tipo de crecimiento de acuerdo a la textura de la concha. En cada nueva etapa de crecimiento, la parte de la concha que contiene la abertura o aberturas (denominada cara apertural) queda incorporada al interior de la concha y forma los septos.

La forma, posición o número de aberturas por donde sale el protoplasma al exterior para formar una nueva cámara es, por tanto, un elemento importante en la clasificación de los foraminíferos, ya que incide directamente en su arquitectura. La abertura se considera primaria si se ha formado al mismo tiempo que la cámara, mientras que es secundaria si se ha formado con posterioridad, tal como ocurre en muchos lamelar perforados, donde se forma por reabsorción de las lamelas que constituyen ciertas partes de la cara apertural antes de la formación de la siguiente cámara. Las aberturas en la cara apertural están situadas de manera que permiten un rápido flujo del protoplasma, desde las partes más internas de la concha al exterior; debe recordarse que el cuerpo protoplasmático del foraminífero está repartido entre todas las cámaras y no solamente en la última como en los cefalópodos. En los foraminíferos con endoesqueleto, las aberturas se sitúan entre los elementos de este. Las aberturas de pe-

queño calibre y sección alargada reciben el nombre de estolones.

Atendiendo a las características anteriormente descritas, las cámaras se disponen:

a. Uniseriales

Es la forma más sencilla de disposición de las cámaras, en donde cada cámara sucede a la anterior según un eje rectilíneo, resultando en formas cada vez más alargadas por lo que las cámaras tienden a deformarse para dar lugar a conchas flabeliformes, cónicas o anulares concéntricas.

b. Biseriales

Crecen de igual manera que las anteriores pero en lugar de tener una sola cámara por vuelta de espira tienen dos.

c. Planispirales

Aquí las cámaras se adicionan en torno a un eje que se enrolla en un plano, y que puede dar lugar a conchas involutas (donde cada vuelta de espira recubre la anterior) o evolutas (donde todas las cámaras son visibles desde el exterior). Un caso particular es el cíclico.

d. Trocospirales

La adición de las cámaras se da en torno a un eje de manera helicoidal, con lo cual es apreciable un lado dorsal o espiral y otro ventral o umbilical, en este último se observan las cámaras de la última vuelta situadas alrededor del umbilicus, el cual puede estar cerrado o abierto.

e. Estreptospirales

Las cámaras se adhieren siguiendo un eje variable de enrollamiento. Un buen ejemplo de este estilo de enrollamiento son los miliólidos.

f. Orbitoidales

Este tipo de crecimiento se observa únicamente en formas lamelar-perforadas, las cuales adquieren una morfología anular particular que consiste en la formación de más de un espacio cameral en cada paso de crecimiento, formando varias camarillas por cada ciclo, las cuales alternan con las del ciclo siguiente y dan al organismo una morfología “anular” de crecimiento.

4.1.2.3 Estructuras internas

La mayoría de grupos de foraminíferos pequeños tienen las cámaras libres de elementos

esqueléticos. Sin embargo, existe un grupo de foraminíferos entre los que se dan los de mayor tamaño, que presentan estructuras esqueléticas que sobresalen interiormente de la pared de la concha (exoesqueleto) o se sitúan entre las aberturas en el interior de la cámara (endoesqueleto). En las formas de concha lamelar perforada, se puede dar, además, un esqueleto suplementario.

a. El exoesqueleto (Reichel, 1931 y 1937)

Divide la parte externa de la cámara y tiene por misión probablemente estabilizar los simbiontes. Está constituido por elementos estructurales que según su posición con respecto a la pared de la cámara se denominan vigas (si son perpendiculares a los septos) o viguetas (si son paralelos a los septos). La presencia y disposición de los mismos permite identificar tres tipos básicos de exoesqueleto: en alcobas, reticular subepidérmico y alveolar. La identificación del tipo de exoesqueleto es primordial en la clasificación de los macroforaminíferos que lo poseen.

b. El endoesqueleto (Douvillé, 1906)

Divide el interior de la cavidad de la cámara condicionando el flujo del protoplasma y está constituido por pilares (elementos columnares) y tabiques (paredes continuas). Se distinguen varios tipos de endoesqueleto diferenciados por su disposición respecto de una cámara a otra, la fusión entre elementos endoesqueléticos entre sí y con los elementos exoesqueléticos, su distribución y alcance, etc.

c. Esqueleto suplementario (Carpenter, 1862) y sistema de canales (Smout, 1954)

La independencia de actuación entre las lamelas internas y externas de un foraminífero lamelar perforado (bilamelar), así como los distintos procesos de reabsorción que pueden sufrir durante su ontogenia, da lugar a espacios vacíos que forman un sistema de conductos (denominado sistema de canales), que permite comunicar los espacios camerales (protoplasma cameral) con el espacio exterior directamente, como si se tratara de “puertas de emergencia”. Este hecho, permite al foraminífero con sistema de canales comunicar el protoplasma con el exterior, aun cuando el protoplasma cameral este retraído en el interior de la concha. Estos conductos pueden formarse en las zonas periféricas de la concha (canales marginales), entre las láminas que forman el septo (canales intraseptales), o entre el pliegue septal y las estructuras endoesqueléticas (placas umbilicales, etc.). Los canales envolventes dan lugar a un esqueleto suplementario.

4.1.3. Criterios de clasificación específica, genérica y supragenérica

Los criterios que tienen en cuenta los investigadores en la clasificación de los foraminíferos depende del grupo que se trate, y no siempre hay unanimidad entre ellos. En los macro-

foraminíferos hay consenso en la clasificación específica y genérica, la primera basada en los caracteres biométricos de la concha y sus estructuras, mientras que la segunda en la presencia o ausencia de ciertas estructuras y los diferentes tipos. Por el contrario, la clasificación de los taxones en categorías supragenéricas no es unánime, y las clasificaciones han sufrido a través de la historia numerosos cambios y controversias.

En este trabajo se siguen los criterios descritos por Hottinger (1978) que están reproducidos en la FIGURA 29 como criterios ordenados de clasificación. No obstante, en la descripción de cada taxón se explican los comentarios necesarios para su comprensión.

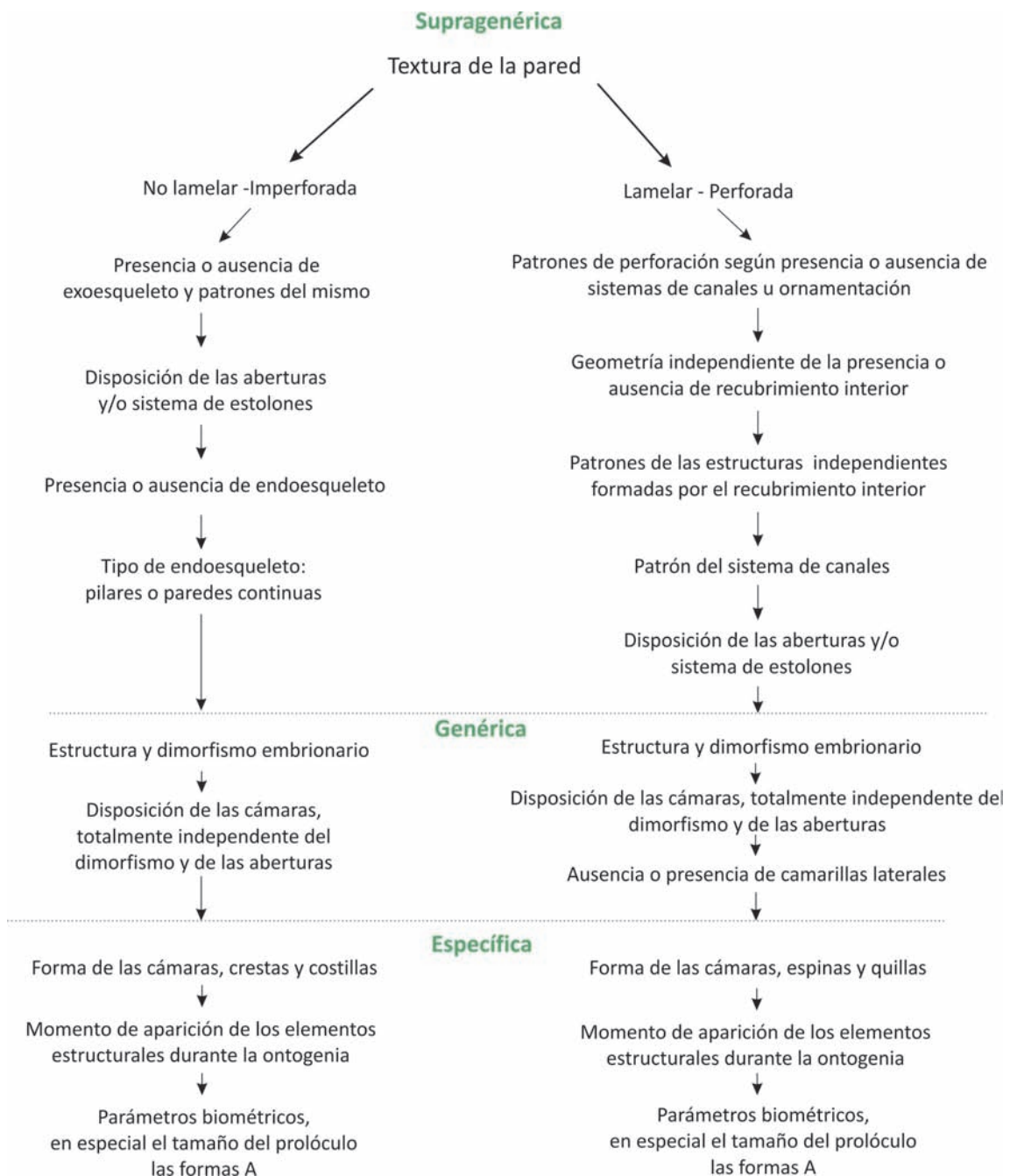


FIGURA 29. Esquema para la clasificación taxonómica de los macroforaminíferos según Hottinger, 1978.

4.1.4. Descripción sistemática

Class FORAMINIFERA d'Orbigny, 1926

Subclass GLOBOTHALAMANA Pawlowski, Holzmann and Tyszka, 2013

Remarks: In this work, the classification from Kaminski (2014) was follow; taking FORAMINIFERA as class and GLOBOTHALAMANA as subclass, even though Pawlowski et al., (2013) proposed to used such terms as Phylum and Class respectively.

Order LITUOLIDA Lankester, 1985

Suborder NEZZAZATINA Kaminski, 2004

Superfamily NEZZAZATOIDEA Hamaoui & Saint-Marc, 1970

Family NAUtiLocuLinIDAE Loeblich & Tappan, 1985

Genus *Murgeina* Bilotte & Decrouez, 1979

Type species: *Nummofallotia apula* Luperto Sinni, 1968

Murgeina apula (Luperto Sinni, 1968)

FIGURA 41.6-41.10

Nummofallotia apula Luperto Sinni 1968, pp. 93–102, pls. 1–3.

Murgeina apula (Luperto Sinni, 1968), Cvetko Tesovic et al. 2001, figs. 9.B – 9.E.

Murgeina apula (Luperto Sinni, 1968), Loeblich & Tappan 1988, pl. 54, figs. 1 – 6.

Murgeina apula (Luperto Sinni, 1968), Chiocchini et al. 2012, p. 157, figs. 1, 2 – 11.

Murgeina apula (Luperto Sinni), Caus et al. 2013, p. 80, fig. I.

Description: Calcareous microgranular shell with a hyaline external layer forming a thickening at the umbilical region that gives a biumbonate nature, which is very characteristic for these forms. Lens-shaped outline with a planispiral chamber arrangement. These forms are very small in size, with globular proloculus followed by one and one and half whorls of planispiral chambers (12 chambers in the last whorl).

Stratigraphic range: Such form has been found in Santonian sediments from Italy. Loeblich & Tappan (1988) give an upper Cretaceous range (Cenomanian to Senonian) of Italy,

Greece, Yugoslavia and Lebanon. Cvetko et al. (2001) constrain the species from Coniacian to Maastrichtian. In our samples, they have been found in the middle-upper Turonian samples either in Hortonedá and Cal Givàs sections.

Family NEZZAZATIDAE Hamaoui & Saint-Marc, 1970

Remarks: Following Darmoian (1976), Loeblich & Tappan (1988) placed the genus *Nezzazatinella* in the family *Nezzazatidae*. According to Hamaoui & Saint-Marc (1970), the presence of a median plate that may be digitate at the interior of each chamber characterizes this family. However, such structure is not present in the type-species (*N. adhami* Darmoian, 1976) nor in any other species currently attributed to *Nezzazatinella* genus. For example, the well-known species *N. picardi* (Henson, 1948) was originally attributed to the genus *Valvulammina* Cushman 1933, and later changed to *Nezzazatinella* by Darmoian (1976). We follow Darmoian (1976), assigning the genus *Nezzazatinella* to the *Nezzazatidae* family, although we recommend that a full reassessment of suprageneric classification is needed. Thus, further investigations of *N. adhami* (type-species) are required.

Subfamily NEZZAZATINAE Hamaoui & Saint-Marc, 1970

Genus *Nezzazatinella* Darmoian, 1976

Type species: *Nezzazatinella adhami* Darmoian, 1976

Nezzazatinella picardi (Henson 1948)

FIGURA 30

Valvulammina picardi Henson 1948, pl. XV, figs. 1-2; pl. XVIII, figs. 3-6.

Valvulammina picardi Henson 1948, Gendrot 1968, pl. X, figs. 9-11; pl. XVIII, figs. 3-6.

Nezzazatinella picardi (Henson 1948), Caus et al. 1993, fig. 10.3.

Description: test Calcareous microgranular with chambers arranged in a low trochospire with a rather flat dorsal side and convex and ventral side strongly convex to conical giving the triangular outline and a sharp periphery in section. The simple foramina are located near to the umbilical region. Last chambers are flaring. The presence of an umbilicus is appreciable. The septa are convex toward the growth direction, with their ends bending backward around the umbilicus. The specimens here observed have 2 whorls, what is considered the adult stage according with original description, reaching a maximum equatorial diameter of 0.65 mm.

Stratigraphic range: Loeblich & Tappan (1988) give a Barremian-Turonian range for the

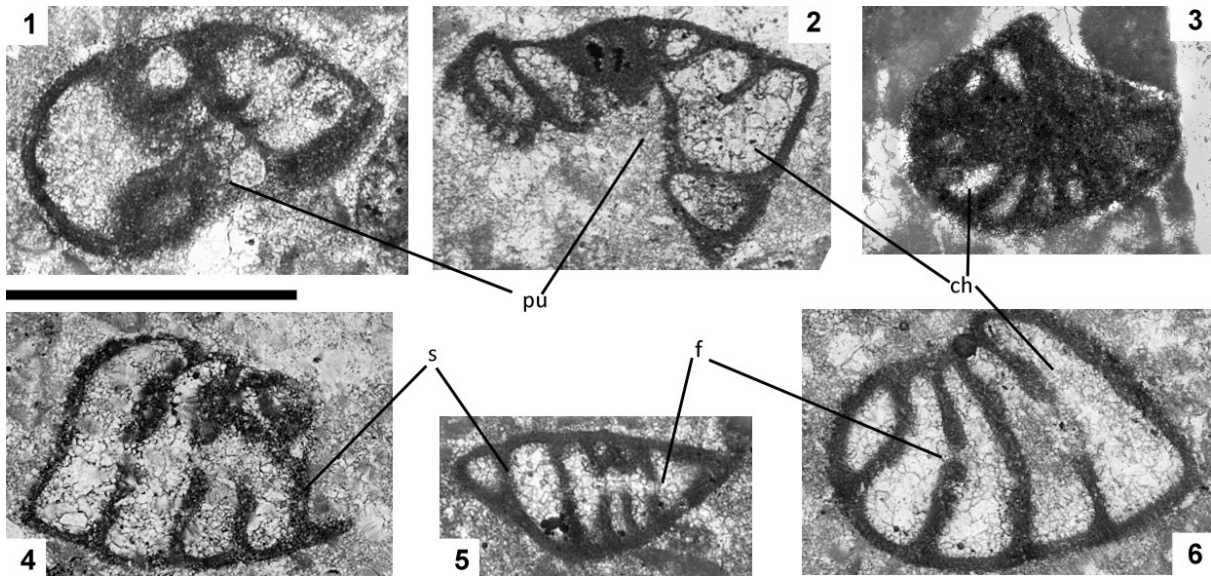


FIGURA 30. *Nezzazatinella picardi*. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab.; 1 section trough the last chamber where umbilicus, chambers communication and the last chamber flaring is recognizable; 2 oblique-tangential section showing the open umbilicus to the ventral side; 3 transversal section of last whorl; 4 tangential slide showing the foramina; 5 tangential section parallel to the axis where the triangular shape is well exposed; 6 oblique-tangential section. Abbreviations used in this figure: pu=pseudoumbilicus; s=septum; f=foramina; ch=chamber lumen.

genus *Nezzazatinella*. The species is originally described from Santonian sediments in Egypt (Henson 1948), but is also mentioned for the Pyrenean basin (Gendrot 1968; Caus & Cornella 1993). In the studied section from Pyrenees such specimens occurs at the middle - upper Turonian at Cal Girvàs section and during upper Turonian at Hortonedada section. The presence of *N. picardi* in Italian deposits is controversial.

Nezzazatinella sp.

FIGURA 31

cf. Ceratobulimina aegyptiaca, Said & Kenawy 1957, fig. 21a-b-c

Nezzazatinella cf. aegyptiaca (Said y Kenawy), Chiocchini et al. 2008, lám. 28, fig. 1

Nezzazatinella cf. aegyptiaca (Said y Kenawy), Frijia & Parente 2008, Fig. 4f, 4i.

Nezzazatinella sp. (Said y Kenawy), Arriaga et al. 2016, fig. 4.

Description: Calcareous microgranular shell with chambers arranged in a low trochospire with a rather plane-convex outline and a sharp periphery. The single aperture is a curved slip extending from the umbilical region up to the apertural face. Chambers are flaring. The ventral side has a pseudoumbilicus. The dorsal side shows typically two whorls of spire; specimens

with two and a half whorls were rarely found. The first whorl consists of six chambers, the second one of ten. The chambers are pseudo-quadrangular and the septa are convex toward the growth direction, with their ends bending backward around the umbilicus. In the adult stage the specimens reach an equatorial diameter of 0.43 mm and a thickness about 0.2 mm.

Remarks: Similar morphotypes to those identified in the present work are common in the Upper Cretaceous carbonates of southern and central Italy, and have been consistently identified as *N. cf. aegyptiaca* (see Chiocchini et al., 1994, 2008; 2012; Frijia & Parente 2008a). Nevertheless, the comparison of Italian specimens with those described by Said & Kenawy (1957) from the Turonian of Egypt as *Ceratobulimina aegyptiaca*, later transferred to *Nezzazatinella aegyptiaca* by Cherif et al. (1989), are problematic. The description of *C. aegyptiaca* only refers to its external morphology as observed in isolated specimens (Said & Kenawy, 1957, pl.13, Fig. 21a–c) while the Italian specimens identified as *N. cf. aegyptiaca* have been studied only in thin sections. Moreover, Cherif et al. (1989), in their work on the Cenomanian-Turonian foraminifera from Sinai, suggested that *Nezzazatinella aegyptiaca* (Said & Kenawy, 1957) is identical to the Iraqi *N. adhami*, type-species of the genus *Nezzazatinella*. Further investigations of topotypic material are needed to document the internal structure of *C. aegyptiaca* and *N. adhami* to clarify the taxonomic relationship between these species, and with the forms generally referred to as *N. cf. aegyptiaca*. For these reasons we refer to the specimens observed in our sections as *Nezzazatinella* sp.

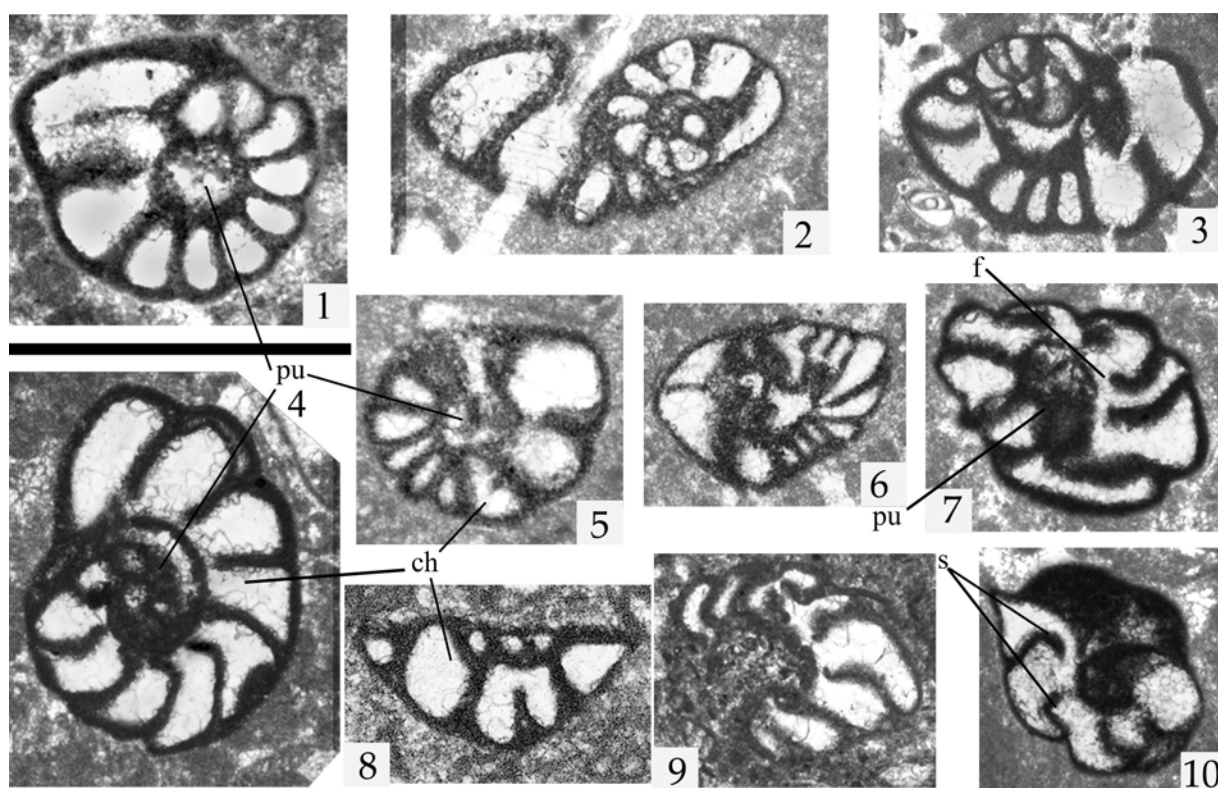


FIGURA 31. *Nezzazatinella* sp. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 Sample RP111.4, cod. PUAB82440, from upper Turonian at Raia del Pedale section, transverse section of umbilical side; 2 Sample GF60, cod. PUAB82444, from middle Turonian at Varchera section, oblique section of umbilical side,

note the increase of chamber size from one whorl to the next one; 3 Sample RP162.4, cod. PUAB82442, from lower Coniacian at Raia del Pedale section, oblique section showing the irregular spire of *Nezzazatinella*; 4, 7 Sample P328, cod. PUAB82427, from lower Turonian at Mt. Coccovello section; 4, transverse sections of the umbilical side showing the curved septa and the umbilicus; 7 sub-axial section showing the pseudoumbilicus and the foramina connecting consecutive chambers; 5, 6 from middle-upper Turonian at Varchera section; 5, Sample GF73, cod. PUAB82446, oblique sections showing the pseudoumbilicus; 6 Sample GF70, cod. PUAB82445, sub-axial section showing the characteristic outline and location of the foramina at the middle part of the septa; 8, 9 Sample 190.5, cod. PUAB82443, from lower Coniacian at Raia del Pedale section; 8, common tangential view of *nezzazatinella*; 9 oblique section; 10 Sample P326, cod. PUAB82426, oblique sections showing the interiomarginal foramina, curved septa and the umbilicus. Abbreviations used in the figure: pu=pseudoumbilicus; s=septum; f=foramina; ch=chamber lumen.

Stratigraphic range: Said & Kenawy (1957) report a lower Turonian age for *C. aegyptiaca*, while Cherif et al. (1989) attributed a middle Turonian age to this species. In Italy, *Nezzazatinella* cf. *aegyptiaca* is reported from the uppermost Cenomanian to lower Coniacian (Chiocchini et al., 2012 and references therein). In our Italian sections such forms occur from the Cenomanian-Turonian transition through the whole studied interval, as is shown in.

Order BOKOVININA Kaminski, 2004

Superfamily BOKOVINOIDEA Gusić, 1977

Family CHARENTIIDAE Loeblich & Tappan, 1985

Genus *Moncharmونتيا* De Castro, 1967

Type species: *Neoendothyra apenninica* De Castro, 1966

Moncharmونتيا apenninica (De Castro, 1966)

FIGURA 32

Neoendothyra apenninica De Castro, 1966, p. 35, pl. I, figs.1–13, p. 37, pl. II, figs. 1–11, p. 39, pl. III, figs. 1–15, p. 41, pl. IV, p.43, pl. V.

Moncharmونتيا apenninica (De Castro), Chiocchini & Mancinelli, 1977, p.133, pl. XL, fig.1, p. 135, pl. XLI, fig.1.

Moncharmونتيا apenninica (De Castro), Chiocchini et al., 1994, p. 89, pl. XXII, figs. 16 – 19.

Moncharmونتيا apenninica (De Castro), Chiocchini et al., 2008, p. 123, pl. XXIX, fig. 3, p.125, pl. XXX, fig.1.

Moncharmontia apenninica (De Castro), Frijia & Parente, 2008a, p. 279, fig. 4i.

Moncharmontia apenninica (De Castro), Schlüter et al., 2008, p. 104, fig. 3D.

Moncharmontia apenninica (De Castro), Chiocchini, Pampaloni, Pichezzi, 2012, p. 152, pl. 130, figs. 2–12.

Moncharmontia apenninica (De Castro), Arriaga et al. 2016, fig. 5.

Description: Microgranular, lens-shaped shell with rounded periphery. The aperture is areal and consists of an arched row of small, round and rimmed openings placed at the base of the apertural face in the first stages of growth; in latter stages of growth may develop a cribrate aperture. The chamber arrangement is planispiral-involute, reaching often two whorls. The first whorl is made of eight chambers, the second one by ten to eleven. Juvenile specimens have one to one and a half whorls. Chamber size increases progressively during ontogeny. In equatorial section, the chambers have a trapezoidal shape and the septa are straight to slightly convex. On average, the equatorial diameter of shells with two entire whorls is 0.47 mm and the maximum thickness is 0.27 mm. For further morphological details see the exhaustive description and figures given by De Castro (1966).

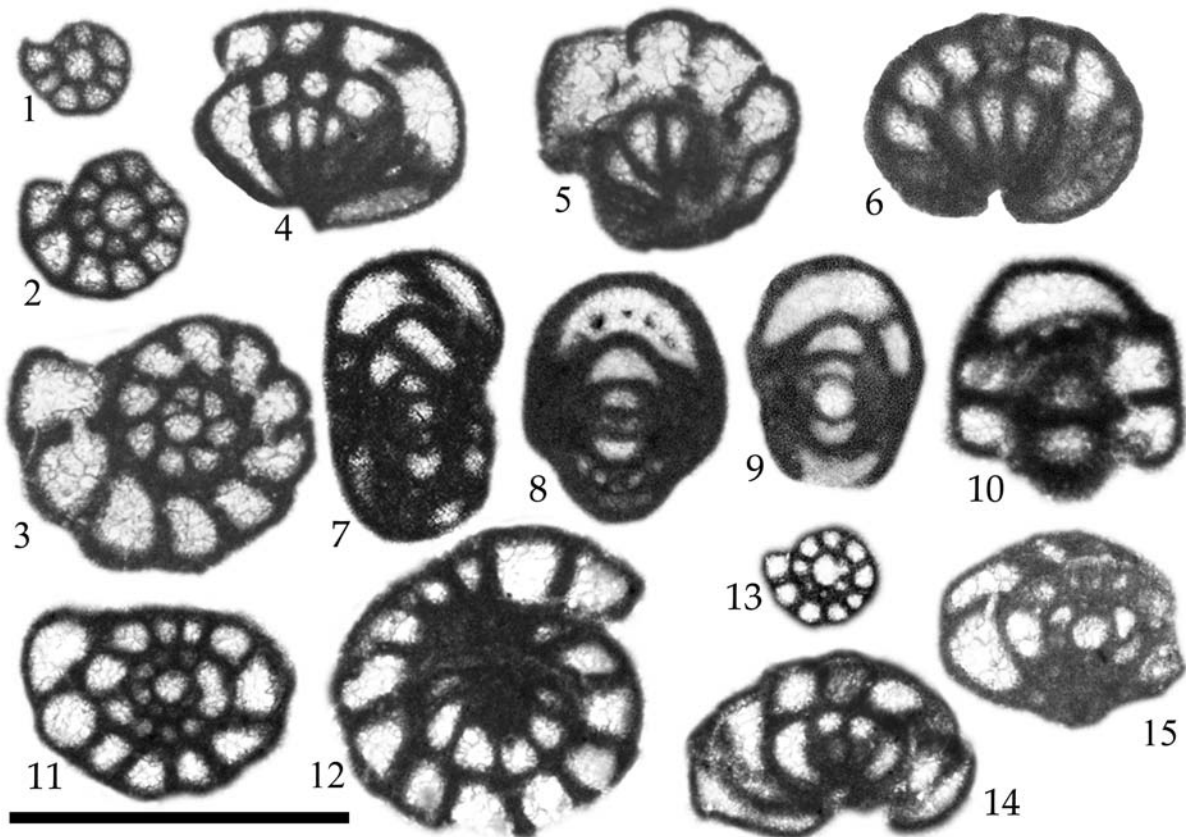


FIGURA 32. *Moncharmontia apenninica*. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1, 3, 7, 11, 13, 14 Sample P353, cod. PUAB82431, from the upper part of the middle Turonian at Mt. Coccovello section; 1, young

specimen with just one whorl; 3, equatorial sections of adult growth stage; 11, equatorial to oblique section of an adult specimen (two whorls); 13 juvenile specimens composed of about one and a half whorl; 2, 6, 8, 9, 10 Sample P377, cod. PUAB82435, from early Coniacian at Mt. Coccovello section; 2, equatorial slice of young growth stage; 8, subaxial section showing the foramina (lower part of the figure) and their lips (upper part); 9, axial section; the involute chamber arrangement is well visible; 10, sub axial section showing the arched row of openings which compose the foramen; it is also possible to appreciate the “microgranular fibrous” (apparently perforated) texture of the shell (sensu Sigal, 1952), which is characteristic of the genus *Moncharmontia* (De Castro, 1966); 4, 5, 12, 15 Sample P368, cod. PUAB82433, from middle-upper Turonian at Mt. Coccovello section; 4, 15, sections showing the foramina and the “lip” rimming each opening; 5, 6, 7, 14, 15, oblique sections; 12, adult specimens which reach more than two whorls.

Stratigraphic range: De Castro (1966) indicated a Turonian-Campanian age for *M. apenninica*. In the carbonate platform facies of Lazio & Abruzzo (central Italy), *M. apenninica* is reported from the upper Turonian to the end of the Santonian (Chiocchini et al., 2008, 2012). An upper Turonian-Campanian range is indicated for this species in the carbonate platform of the Karst Dinarides (Velic, 2007). In the Italian studied sections, *M. apenninica* appears in lower Turonian facies. Some small specimens probably belonging to the *M. apenninica* are found in our samples from the uppermost part of the Cal Girvas section, although the bad conservation of the specimens does not permit to fully confirm this species in the Pyrenean samples.

Order LOFTUSIIDA Kaminski & Mikhalevich, 2004

Sub-Order LOFTUSIINA Kaminski & Mikhalevich, 2004

Superfamily LOFTUSIOIDEA Brady, 1884

Family LOFTUSIIDAE Brady, 1884

Remarks: Schroeder & Neumann (1985) together with Cherchi et al. (1989) placed the genus *Reticulinella* into the family Barkerinidae Smout, 1956. Loeblich & Tappan (1988) and Kaminski (2014) refer this genus to the family Loftusiidae, and we followed their placement, assigning *Reticulinella* to the Loftusidae family.

Genus *Reticulinella* Bonnefous, Hamaoui & Tixier, 1970

Type species: *Reticulina reicheli* Cuvillier, Bonnefous, Hamaoui & Tixier, 1969

Reticulinella kaeveri Cherchi, Radoičić & Schroeder, 1989

FIGURA 33

Reticulinella kaeveri Cherchi, Radoičić & Schroeder, 1989, p. 125, pl. 1, 1–5, p. 126, pl. 2, figs. 1–3.

Reticulinella kaeveri Cherchi, Radoičić & Schroeder, Chiocchini et al., 1994, p. 87, pl. XXI, figs. 13–18.

Reticulinella kaeveri Cherchi, Radoičić & Schroeder, Chiocchini et al., 2008, p. 123, pl. XXIX, fig. 1.

Reticulinella kaeveri Cherchi, Radoičić & Schroeder, Frijia & Parente, 2008a, p.279, figs.4a–e, g.

Reticulinella kaeveri Cherchi, Radoičić & Schroeder, Chiocchini et al., 2012, p. 144, pl.122, figs. 2–9.

Reticulinella kaeveri Cherchi, Radoičić & Schroeder, Arriaga et al. 2016, fig. 6.

Description: Finely agglutinated calcareous wall. Test spherical to slightly ovoid. The aperture is multiple, consisting of a row of small openings forming a sort of half arch at the base of the septum. Chamber arrangement is planispiral involute, reaching three complete whorls with 12 – 14 chambers at the last whorl. The exoskeleton is composed by beams, but rafters have not been observed in any of our specimens. Such “beams” extend into the chamber lumen producing a complete partition of the chambers into about six chamberlets in the last whorl; we consider such structures related to the foramina as “septula”. The chamberlets of the same stage of growth are connected by a preseptal passage. The septula are continuous from one chamber to the next one. The average equatorial diameter is 0.5 mm, and the thickness varies from 0.35 mm to 0.40 mm.

Remarks: The internal structure of *Reticulinella reicheli* (Bonnesfous et al., 1970) (type-species of *Reticulinella*) is characterised by an exoskeleton constituted by beams and rafters (see Cuvillier et al., 1969; Hamaoui, 1973; Loeblich & Tappan, 1988). Nevertheless, the oldest species, *R. kaeveri* Cherchi, Radoičić & Schroeder, 1989, lacks rafters. Cherchi et al. (1989) suggest that rafters appear only sporadically, but the typical subepidermal network observed in *R. reicheli* does not occur in our specimens, or in any *R. kaeveri* figures provided by Cherchi et al. (1989). Thus, we question the generic ascription of the species *kaeveri* to the genus *Reticulinella*.

Stratigraphic range: The age given by Cherchi et al. (1989) for *R. kaeveri* is Turonian. Based on strontium-isotope stratigraphy, Frijia & Parente (2008) indicated that this species has a narrow range, corresponding either to the late middle Turonian or to the late Turonian. Also Chiocchini et al. (2008) reported a very narrow range in the late Turonian. We found *R. kaeveri* from the middle Turonian to the lower part of late Turonian. In our Pyrenean samples, the genus *Reticulinella* has not been found. Moreover, it has never been mentioned in the Pyrenean palaeobioprovince.

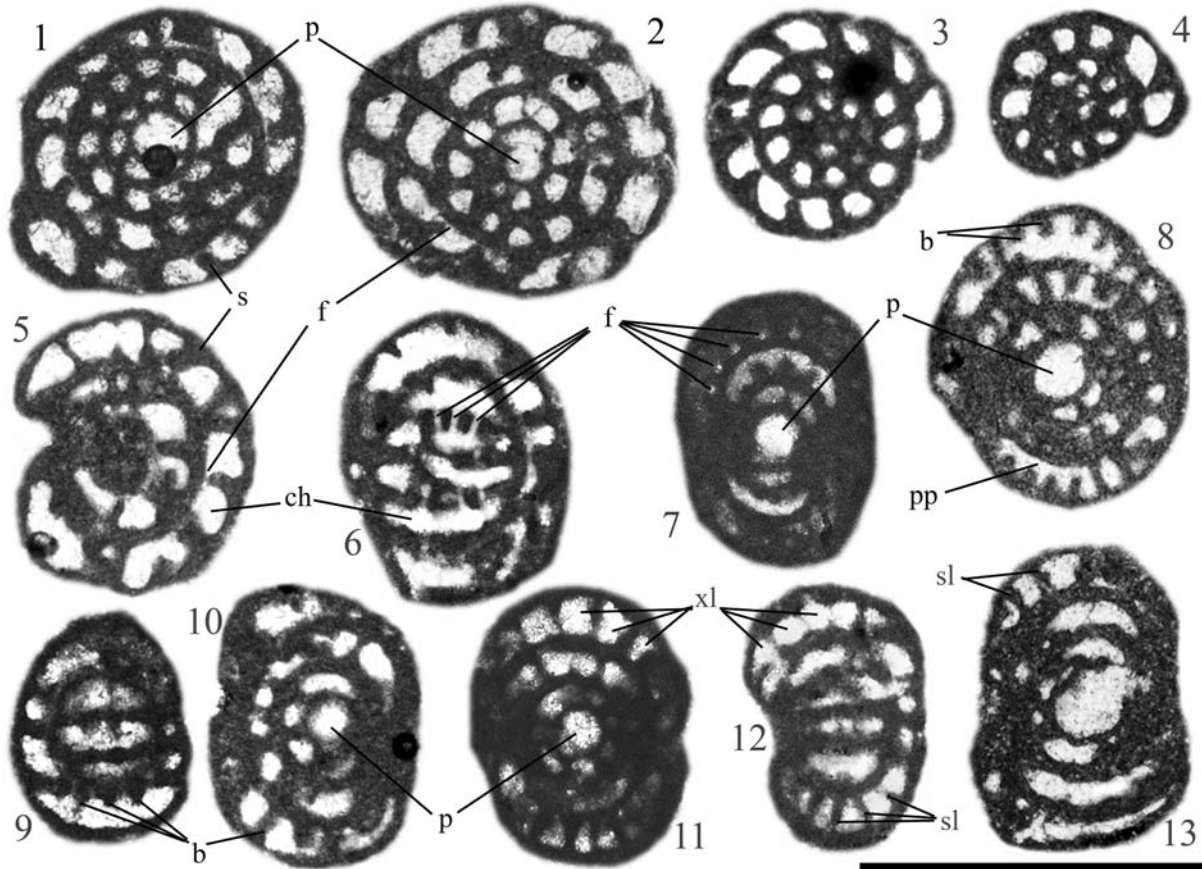


FIGURA 33. *Reticulinella kaeveri*. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1, 2, 5-7, 9,-13 Sample RP97.5, cod. PUAB82439, from interval estimated as middle-upper Turonian at Raia del Pedale section; 1,2, equatorial sections through adult tests of megalospheric forms; the deuterocoenoch is recognizable; 5, oblique section of a microspheric form showing the foramina; 6, tangential section perpendicular to the septa, exposing the multiple foramina; 7, axial section through the septa, showing proloculus and the multiple foramina; 9, tangential section showing the beams; 10, oblique section showing the complex internal structure made by beams fusing with septula; 11, axial section showing the septula dividing the chamber lumen in chamberlets; 12, oblique tangential section where the septula and chamberlets are easily recognizable; 13, axial section going through the preseptal passage (lower part of the figure with none septula aspect), a sort of flexostyle or "goulot" is observed above the proloculus; 3 Sample P347, cod. PUAB82430, from the middle Turonian at Mt. Coccovello section; 4, 8 Sample P359, cod. PUAB82432, 3, 4, subequatorial sections through adult tests of microspheric forms; 8, axial section showing the characteristic rounded shape and the exoskeleton, composed by beams only (no rafters). Abbreviations used in the figure: p = proloculus; s = septum; b= beams; sl = septula; f = foramina; fl = flexostyle; pp = preseptal passage; ch = chamber lumen; Chamberlets = xl.

Family SPIROCYCLINIDAE Munier-Chalmas, 1887

Remarks: Loeblich & Tappan (1988) placed the genus *Pseudocyclamina* in the family Cyclamminidae Marie, 1941. The Cyclamminidae family is defined as planispiral–involute forms, rarely uncoiling in the adult stage, characterized by the presence of an alveolar exoskeleton but

lacking the differentiation into beams and rafters typical of a reticular subepidermal network (Hottinger, 2006). The aperture is interiomarginal, close to the base of the septum. In contrast, the genus *Pseudocyclamina* is characterized by an exoskeleton constituted by a polygonal subepidermal network covered by a fine epidermis (“hypodermis” in Loeblich & Tappan, 1988) and by an areal, cribrate aperture. According to Hottinger (1978), in complex agglutinated foraminifera the type of exoskeleton (subepidermal versus alveolar) should be considered a diagnostic criterion at least at a family rank. The disposition of the aperture also plays an important supra-generic role in the taxonomy of benthic foraminifera. For these reasons we suggest that *Pseudocyclamina* should be removed from Cyclamminidae.

Planispiral genera with reticular subepidermal network are mainly grouped into two families: Loftusiidae Brady, 1884, and Spirocyclinidae Munier-Chalmas, 1887. These two families (see Loeblich & Tappan, 1988) differ only in the chamber arrangement: elongate planispiral chambers in Loftusiidae versus planispiral, peneropliform or cyclic chambers in Spirocyclinidae. Both families were defined as having endoskeletal structures, although most of the genera included in the Spirocyclinidae have no endoskeleton. However, following Hottinger (1978), we consider that, in the taxonomic classification of larger foraminifera, the presence or absence of endoskeleton is a character of lower rank than the nature of exoskeleton. For this reason we propose that *Pseudocyclamina* should be included in the Family Spirocyclinidae.

Subfamily CHOFFATELLINAE Maync, 1958

Remarks: According to Maync (1958), the subfamily Choffatellinae includes all spirocyclinids lacking endoskeletal elements, with planispiral chamber arrangement, involute or evolute, that can become uncoiled or peneropliform to cyclical in the adult stages. However, recently Albrich et al., (2015) following Septfontaine (1988) placed the genus *Pseudocyclamina* in the subfamily AMIJIELLA Septfontaine due to the differences in the foraminiferal pattern: cribrate in *Pseudocyclamina* and aligned in *Choffatella*.

Genus *Pseudocyclamina* Yabe & Hanzawa, 1926

Type species: *Cyclamina lituus* Yokoyama, 1890

Pseudocyclamina sphaeroidea Gendrot, 1968

FIGURA 34

Pseudocyclamina sphaeroidea Gendrot, 1968, p. 698, pl. 4, figs. 1–5.

Pseudocyclamina sphaeroidea Gendrot, Chiocchini et al., 1994, p.87, pl. XXI, figs. 1–2.

Pseudocyclamina sphaeroidea Gendrot, Chiocchini et al., 2008, p.125, pt. XXX, fig.4.

Pseudocyclammina sphaeroidea Gendrot, Frijia & Parente, 2008, p. 279, fig. 4h.

Pseudocyclammina sphaeroidea Gendrot, Chiocchini et al., 2012, p. 151, pl. 129, figs. 2–10.

Pseudocyclammina aff. *sphaeroidea* Gendrot, Caus et al., 2013, p. 80, fig. 5.G.

Pseudocyclammina sphaeroidea Gendrot, Albrich et al. 2015, fig. 12. A - L.

Pseudocyclammina sphaeroidea Gendrot, Arriaga et al. 2016, fig. 7.

Description: Agglutinated calcareous test with globular shape. The chamber arrangement is planispiral involute, uncoiling during the latest stages of growth. The septum is pierced by multiple intercameral foramina, randomly distributed (cribrate aperture). Most of the adult specimens have two and a half whorls, with 12-14 chambers in the last whorl, before becoming uncoiled. In the uncoiled stage the chambers keep a low and wide shape. Chamber size increases markedly during the ontogeny. Specimens with two and a half whorls reach an equatorial diameter of 0.48 mm and a thickness of 0.35 mm. The internal structure consists of an exoskeleton with poorly developed beams and rafters, forming a subepidermal network. The chamber lumen has no endoskeletal structures.

Remarks: The Italian specimens identified as *P. sphaeroidea* slightly differ in the wall texture from those reported at the Provence (Gendrot, 1968) and Pyrenees (Caus et al., 2013; this work). The specimens have a finely calcareous-agglutinated wall rather than coarsely agglutinated quartz grains, which is attributed to the micritic facies of Southern Apennines. In the Pyrenean samples they do show some few quartz grains.

Stratigraphic range: The age of the type-level of the species is Santonian. In central Italy it has been reported from the lower Coniacian to the Santonian (Chiocchini et al., 2008). An upper Turonian-Campanian range is indicated by Velić (2007) in the Adriatic Platform of the Karst Dinarides. In the southern Apennines *P. sphaeroidea* first appeared in the upper part of lower Turonian (see Fig. 2, and Frijia & Parente, 2008a; Frijia et al., 2015), extending to late Turonian. In the Pyrenees *P. sphaeroidea* has been reported in the middle Coniacian (Caus et al., 2013), although in our sections appears in the upper Turonian.

Superfamily ATAXOPHRAGMOIDEA Schwager, 1987

Family DICYCLINIDAE Loeblich & Tappan, 1964

Remarks: Cuneolinidae Saidova, 1981 is here considered as a synonym of Dicyclinidae, because the differences in test shape of the adult forms are not considered a criterion sufficient to erect two separate families. The family is characterized by biserial arrangement of the chambers, reticular subepidermal network, and absence of an endoskeleton.

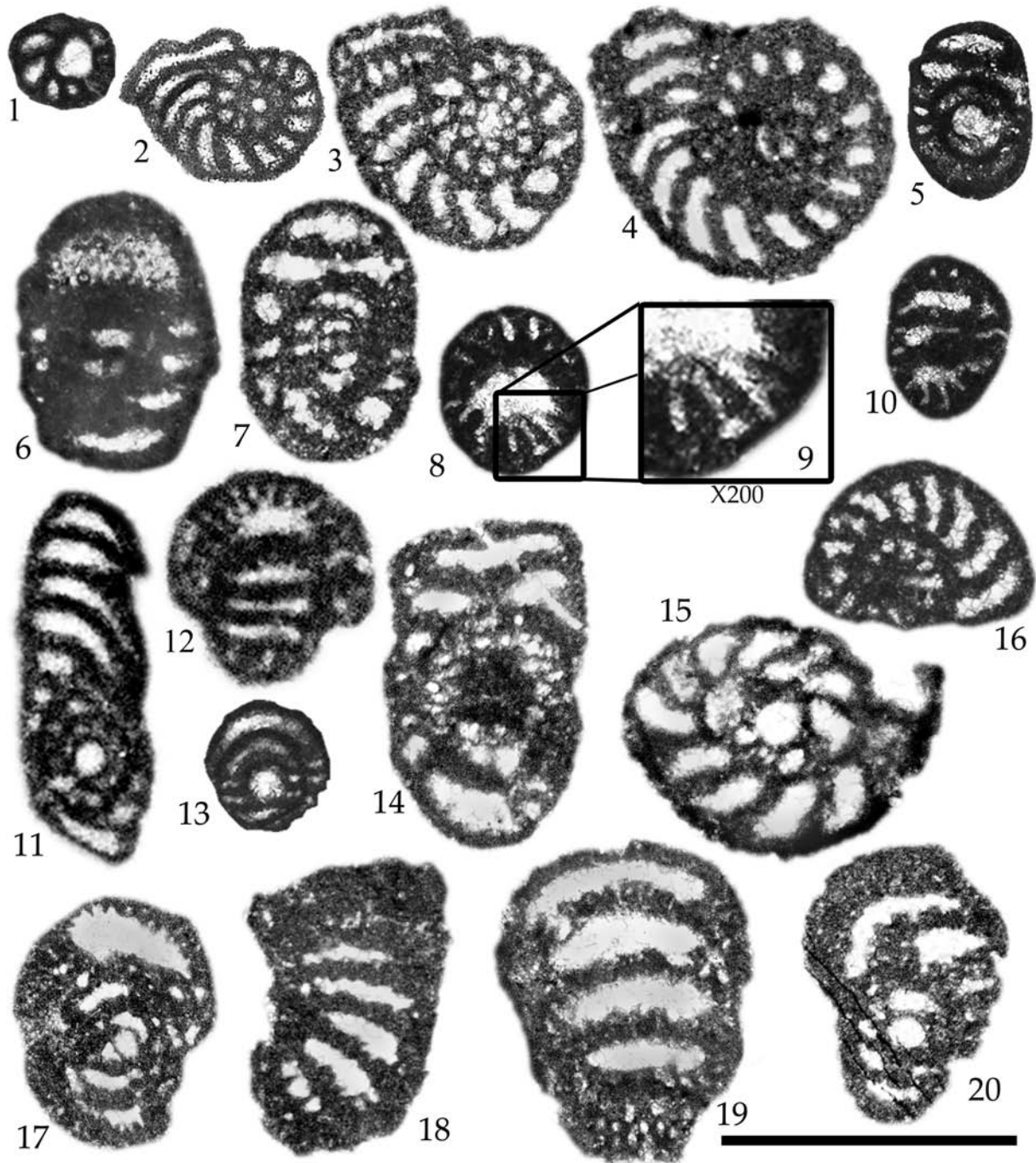


FIGURA 34. *Pseudocyclammina sphaeroidea*. Scale bar = 0.5 mm (except figure 9). All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 Sample RP56, cod. PUAB82436, from the very lower Turonian at Raia del Pedale section; 2 Sample RP80.8, cod. PUAB82437, from middle Turonian at Raia del Pedale section, 3, 7 Sample GF60, cod. PUAB82444, from middle Turonian at Varchera section; 1, 2, 3, equatorial sections at different growth stages, from younger to adult; 7, axial section of an adult microspheric form; 4, 14, 20 Sample GF73, cod. PUAB82446, from the upper part of middle Turonian at Varchera section; 4, equatorial section of a microspheric adult test; 14, subaxial section showing the beginning of the uncoiled adult stage; 5, 8, 9, 10, 13, 16 Sample RP190.5, cod. PUAB82443, from the upper Turonian-lower Coniacian at Raia del Pedale section; 5, axial section of an adult megalospheric form; 8, transverse section exposing the large beams of the exoskeleton; 9, magnification of previous image; 10, tangential section of a microspheric form showing the large beams composing the exoskeleton; 13, axial section of a megalospheric nepiont; 16, badly

preserved oblique to equatorial section; 6 Sample RP111.4, cod. PUAB82440, from the upper Turonian at Raia del Pedale section, subaxial section through the septa, the cribrate nature of the foramina is perfectly visible; 11, 12 Sample P377, cod. PUAB82435; from the upper Turonian at Mt. Coccovello section; 11, axial to oblique section of a megalospheric form with an uncoiled adult stage; 12, subaxial section where the exoskeleton is exposed at the upper part of the image; 15 Sample P329, cod. PUAB82428; from the lower Turonian at Mt. Coccovello section; badly preserved equatorial section of a megalospheric form; 17 Sample GF76, cod. PUAB82447; from middle-upper Turonian at Varchera section; 17, 20, oblique sections through the planispiral stage; the subepidermal network and proloculus are well exposed. 18 Sample P369, cod. PUAB82434, from the upper Turonian at Mt. Coccovello section; 19 Sample GF178, cod. PUAB82452 from upper Turonian-lower Coniacian at Varchera section; 18, 19, tangential sections of the uncoiled stage; the subepidermal network is clearly visible.

Subfamily CUNEOLININAE Saidova, 1981

Genus *Cuneolina* d'Orbigny, 1839

Type species: *Cuneolina pavonia* d'Orbigny, 1846

Cuneolina cf. *pavonia* d'Orbigny 1846

FIGURA 35

cf. *Cuneolina pavonia* (d'Orbigny) Loeblich & Tappan, 1988, pl. 155, figs.1–3.

cf. *Cuneolina pavonia* parva Henson, Chiocchini & Mancinelli, 1977, p.171, pl. XXXV, fig.1.

cf. *Cuneolina pavonia* D'Orbigny, Chiocchini et al., 1994, p.75, pl. XV, figs. 1–3.

cf. *Cuneolina pavonia* d'Orbigny, Cvetko Tešović et al. 2001, p. 599, figs. 6B, C.

Cuneolina cf. *pavonia* d'Orbigny, Arriaga et al. 2016, fig. 8.

Description: Agglutinated, calcareous wall with chambers biserially arranged. The aperture consists of a row of rounded openings, regularly placed at the base of the apertural face. The chambers are low and wide; their width increases during ontogeny, giving the test a typical fan-shaped appearance. The deuterolocus has a distinct exoskeleton. The exoskeleton forms a very regular subepidermal network below the epidermis. Beams extend very deep into the chamber lumen, leaving only a narrow passage.

Remarks: Due to poor preservation, the specimens found in the studied samples could not be accurately determined at specific level and have been left in open nomenclature.

Stratigraphic Range: The genus is widely reported in carbonates shelf facies during the Cretaceous. In the Italian studied samples, fragments attributed to *Cuneolina* cf. *pavonia* occur

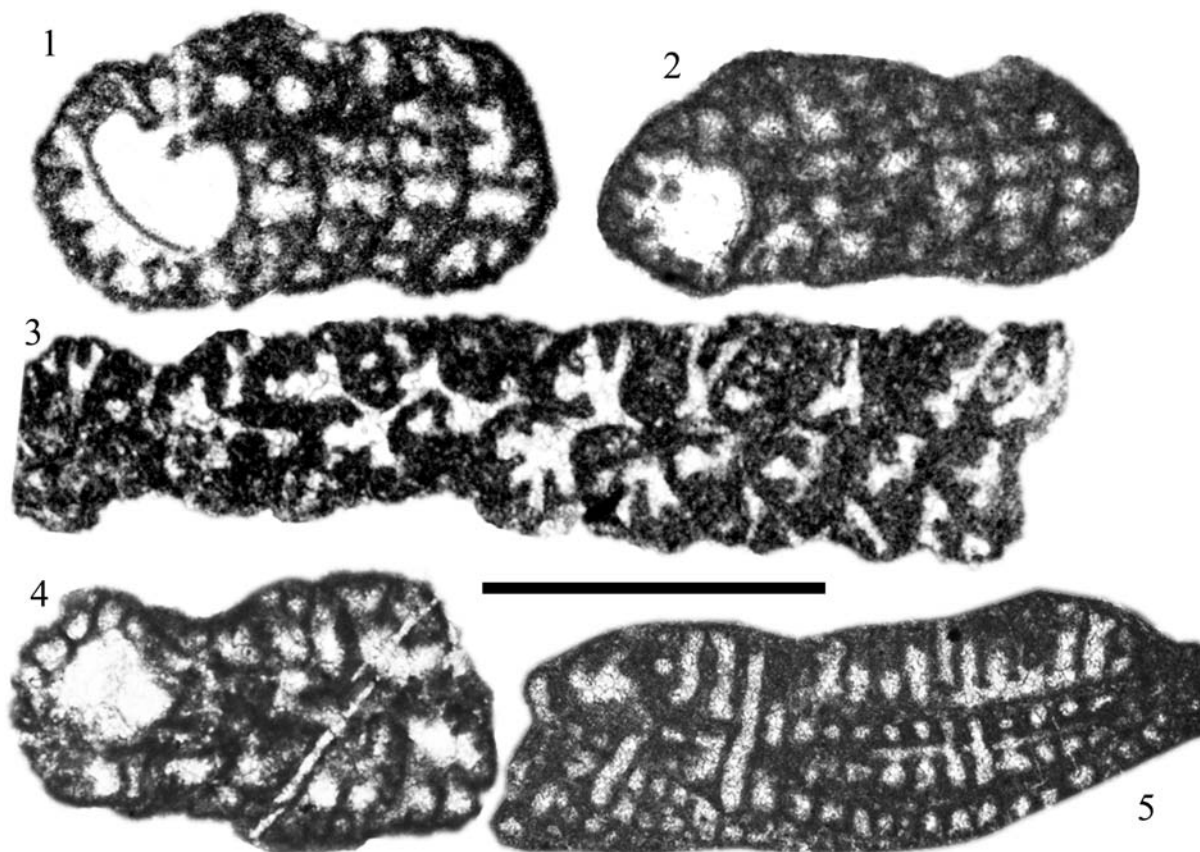


FIGURA 35. *Cuneolina* cf. *pavonia*. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 Sample GF73, cod. PUAB82446, from middle-upper Turonian at Varchera section; tangential slide through the embryo and the first chambers of a megalospheric form; the deuteroloculus and its exoskeleton are clearly visible; 2 Sample RP87.8, cod. PUAB82438; from the middle Turonian at Raia del Pedale section; tangential slide through the proloculus and the first chambers of a megalospheric form; the beams and rafters which constitute the exoskeleton are well exposed; 3 Sample GF70, cod. PUAB82445; from the middle-upper Turonian at Varchera section; longitudinal view of a fragment of cuneolinid specimen; 4, 5 Sample RP190.5, cod. PUAB82443; from the upper Turonian-lower Coniacian at the Raia del Pedale section; 4, axial to oblique section of a megalospheric form; 5, transverse to oblique section showing the foramina, composed of a row of rounded openings and exoskeletal elements of *Cuneolina*.

from upper part of lower Turonian to the base of Coniacian of Italian sections. In the Pyrenean samples occurs in association with *Dyctiopsella* sp. y *Vidalina hispanica*, at least from the late Turonian.

Family DICTYOPSELLIDAE, Brönnimann, Zaninetti and Whittaker, 1983

Genus *Dictyopsella* Munier-Chalmas, 1899

Type species: *Dictyopsella killiani* Munier Chalmas in Shlumberger 1899

Dictyopsella cf. *kiliani* Munier-Chalmas, 1899

FIGURA 36

cf. *Dictyopsella killiani* Munier-Chalmas, Shlumberger 1899; pl. VIII, figs. 5 and 7; pl. XI, fig. 20.

cf. *Dictyopsella killiani* Munier-Chalmas, Gendrot 1968, pl. V, figs. 1 – 5, 12 and 13.

cf. *Dictyopsella killiani* Munier-Chalmas, Loeblich & Tappan 1988; pl. 158, figs. 5 - 7; pl. 159, figs. 1 - 3.

cf. *Dictyopsella killiani* Munier-Chalmas, Cvetko Tešović et al. 2001, p. 604, fig. 7A.

cf. *Dictyopsella killiani* Munier-Chalmas, Albrich et al. 2015, fig. 14, E - K, fig. 15, A – F.

Description: Calcareous agglutinated shell with low conical shape. Composed by chambers arranged in a very low trochospire giving a convex – concave shape (dorsal-ventral side, respectively). Very curved septa give a semilunate aspect of chambers in the spiral side. A subepidermal network is present, constituted by two orders of beams and rafters; the beams project deep inward to the chamber. The observed specimens reach one and a half whorl. The aperture was not recognizable in the studied sections.

Stratigraphic range: This genus has not been found in the apenninic samples, although is very common in the upper Cretaceous sediments of the Pyrenees. The genus has been reported for the Cenomanian to the Maastrichtian. In our samples such forms appear from upper Turonian – Lower Coniacian at Hortonedá and Cal Girvàs sections, as it was mentioned before, in association with *Vidalina hispanica* and *Cuneolina cf. pavonia* d'Orbigny.

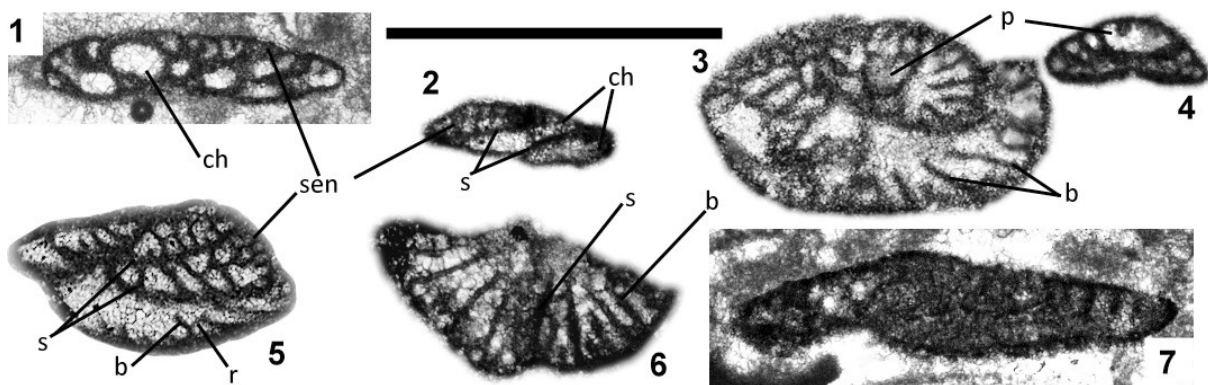


FIGURA 36. *Dictyopsella cf. killiani* Munier-Chalmas. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 oblique section close to the axial one, showing the chambers and septa; 2 tangential section showing three chambers; 3 oblique tangential section where the beams, proloculus and chambers is clearly recognisable; 4 axial section of a juvenile form; 5 tangential-oblique section consecutive chambers (as shown in 2); 6 section showing two chambers of the last spiral whorl with two orders of beams well exposed; 7 parallel to axial section showing the convex-concave shape of shell. Abbreviations: p=proloculus; sen=subepidermal network; s=septum; b=beams; r=rafters.

Indeterminate genus

FIGURA 37

Description: Calcareous, agglutinated shell with high conical shape. The foramina are not visible. The chambers show a short initial trochospiral arrangement, followed by an adult biserial stage. Chambers increase in width during the ontogeny, giving the test a conical shape.

The exoskeleton is composed by deep beams that increase in number during the ontogeny. Rafters have not been observed. The identified forms are not frequent but very distinctive. The maximum observed height is 0.8 mm; the maximum width is 0.3 mm.

Remarks: The specimens here described have a similar morphology to those described by Arnaud (1980) as *Vercosella*. But the aperture, which is diagnostic for the genus, has not been observed. Moreover, the stratigraphic range of these forms differs from those described by Arnaud (1980).

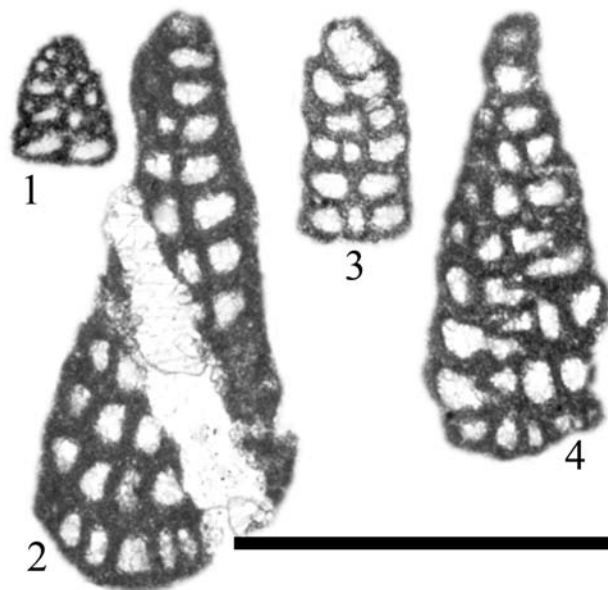


FIGURA 37. Indetermined genus. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 Sample GF100, cod. PUAB82444; from the upper Turonian at Varchera section; longitudinal view of a juvenile microspheric specimen, showing the initial trochospiral growth stage followed by a biserial chamber arrangement. 2, 3, 4 Sample GF60, cod. PUAB82450; from middle Turonian at Varchera section; 2, tangential slide showing the septula dividing the main chamber into chamberlets; 3, tangential section showing the proloculus and deuterolocus of a megalospheric form; 4, subaxial section showing the apex and the internal partitions of chambers.

Stratigraphic range: In Varchera and Raia del Pedale sections, these forms were found in low abundance in the upper Turonian. Such forms have not been found in the Mt. Coccovello section or in the Pyrenean samples.

Order Mioliolida Delage & Hérouard 1896, emended Pawlowski et al., 2014

Suborder MILIOLINA Delage & Hérouard, 1896

Superfamily CORNUSPIRACEA Schultze, 1854

Family CORNUSPIRIDAE Schultze, 1854

Subfamily CORNUSPIRINAE Schultze, 1854

Genus *Vidalina* Schlumberger, 1899

Type species: *Vidalina hispanica* Schlumberger, 1899

Vidalina hispanica Schlumberger, 1899

FIGURA 38

Vidalina hispanica Schlumberger 1899, pl. VIII, fig. 6, pl. IX, fig. 12 – 13.

Vidalina hispanica Schlumberger, Loeblich & Tappan 1988, pl. 322, figs. 9 – 14.

Vidalina hispanica Schlumberger, Velić & Vlahović 1994, pl. VII, figs. 9, 10.

Vidalina hispanica Schlumberger, Caus et al. 2013, p. 80, figs. 5.H.

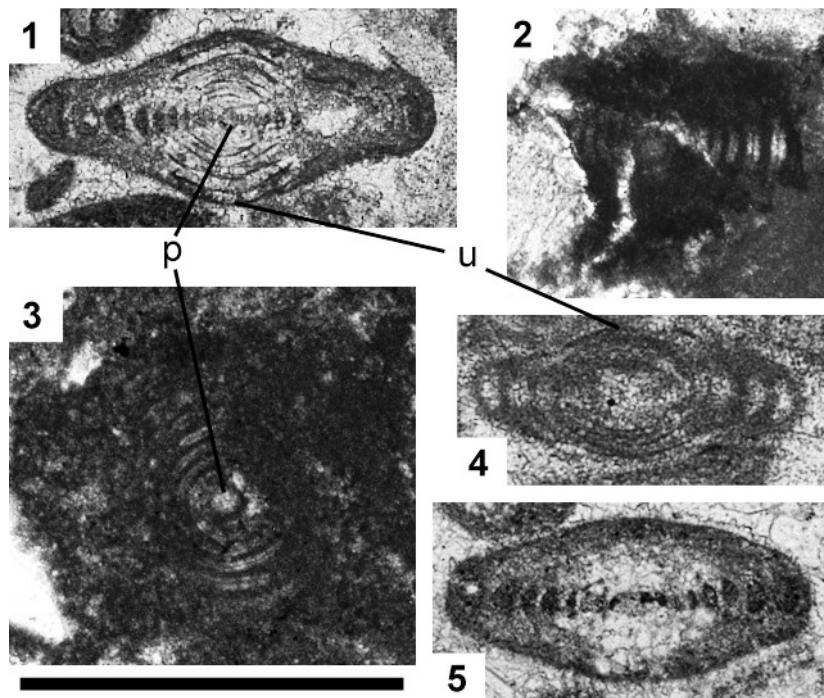


FIGURA 38. *Vidalina hispanica* Schlumberger. All specimens x 100, scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 Axial

section; 2, 3 bad preserved equatorial sections; 4 oblique section with fifth whorls; the wall is partially dissolved; 5 Oblique section close to the axial. Abbreviations: p=proloculus; u=umbo.

Description: Calcareous porcelaneous shell with symmetric discoidal shape. Such forms consist in a spherical proloculus followed by a undivided second chamber growing planispirally undivided, gaining in size during ontogeny. In every evolute whorl, a new additional “lamella” is added over the previous ones, resulting in the characteristic thickened central part that can be easily observed in axial section or in the field by the “button” structure. The studied forms reach up to 9 whorls, 0,53mm in diameter; 0,23mm in height. These forms have a simple aperture at the end of the tube.

Family OPTHALMIDIIDAE Wiesner, 1920

Genus *Palaeocornuloculina*, 2008

Type species: *Palaeocornuloculina triangularis* Chiocchini, 2008b

Palaeocornuloculina triangularis Chiocchini, 2008

FIGURA 39

Palaeocornuloculina triangularis Chiocchini, 2008, p. 215, pl. I, figs. 1–9, p. 217, pl. II, figs. 1–9, p. 219, pl. III, figs. 1–9.

Palaeocornuloculina triangularis Chiocchini, Chiocchini et al., 2012, p. 103, pl. 81, figs. 2 – 6.

Palaeocornuloculina triangularis Chiocchini, Arriaga et al. 2016, fig. 10.

Description: Porcelaneous calcareous wall. Test biconcave with the triangular outline typical of the genus. The chambers communicate by a simple foramen, located at the end of each growth stage; aperture with a bifid wedge-shaped tooth. The spherical proloculus is followed by an undivided streptospiral chamber which reaches one and a half whorl in length. Later, the ophthalmidid arrangement results in 3–4 whorls with three elongated “chambers” per whorl. The equatorial diameter is about 0.6 mm, the thickness reaches 0.25 mm.

Remarks: Our specimens fully coincide with those described by Chiocchini (2008), who mentioned this species only for the early Cenomanian.

Stratigraphic range: Such forms are quite common at the upper part of Varchera section, extending the range of the genus *Palaeocornuloculina* at least to the upper Turonian. They are not present in Mt. Coccovello section nor in Raia del Pedale. This taxa does not occur in the Pyrenean samples.

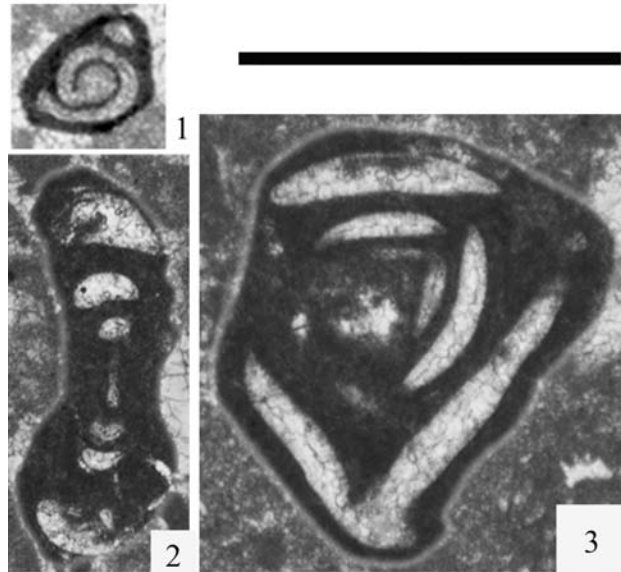


FIGURA 39. *Palaeocornuloculina triangularis*. Scale bar = 0.5 mm. 1 Sample GF100, cod. PUAB82450; from the upper Turonian at Varchera section; equatorial section showing the spherical proloculus followed by an undivided streptospiral stage reaching one and a half whorl; 2 Sample GF84, cod. PUAB82449; from the upper Turonian at Varchera section; axial section showing the biconcave form of the test; 3 Sample GF76, cod. PUAB82447; as well from the upper Turonian at Varchera section; equatorial badly preserved section showing the characteristic triangular outline and the intercameral communication (lower part of the figure) characterized by a wedge-shaped tooth.

Palaeocornuloculina cf. ausonensis Chiocchini, 2008

FIGURA 40

cf. Palaeocornuloculina ausonensis Chiocchini, 2008, p. 221, pl. IV, figs. 1–15.

cf. Palaeocornuloculina ausonensis Chiocchini, Chiocchini et al., 2012, p. 133, pl. 111, figs. 2–11.

Palaeocornuloculina cf. ausonensis Chiocchini, Arriaga et al. 2016, fig. 11.

Description: This small *Palaeocornuloculina* is very similar to *P. triangularis*, differing only by the smaller size. The equatorial diameter of the test is about 0.3 mm.

Remarks: The specific attribution is not certain because the axial section showing the characteristic triangular tooth was not observable. According to the original description (Chiocchini, 2008), the biometric parameters here identified coincides with those defined for *P. ausonensis* species.

Stratigraphic range: These forms were not found at the Mt. Coccovello section. Their

presence in Varchera and Raia del Pedale sections, allows to extend the range of the genus *Palaecornuloculina* at least to the upper Turonian. In the Pyrenean samples such forms were not found.

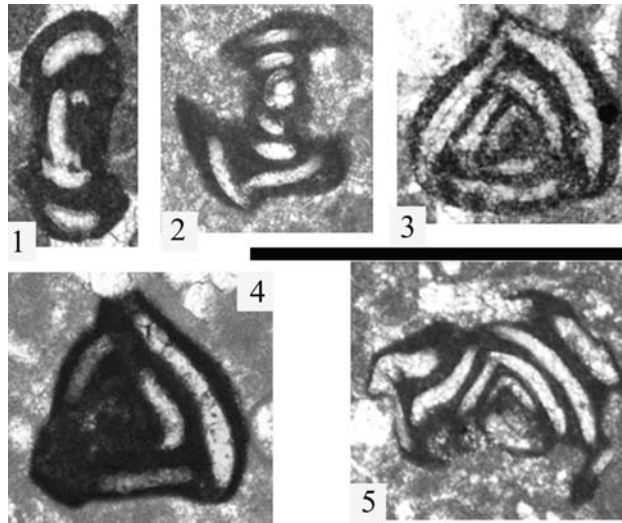


FIGURA 40. *Palaecornuloculina* cf. *ausonensis*. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1, 2, 4 Sample GF84, cod. PUAB82449; 3 Sample GF80, cod. PUAB82448; 5 Sample GF76, cod. PUAB82447; all of them from the upper Turonian at Varchera section; 1, axial section showing a tooth at the foramen connecting two subsequent chambers; 2, 5, badly preserved oblique slides where the characteristic triangular outline and the small size allows identification at specific level; 3, 4, equatorial section showing the apertural tooth.

Family MEANDROPSINIDAE Henson 1948, emended by Hottinger & Caus, 2009

Genus *Nummofallotia* Barrier & Neuman, 1959

Remarks: for fully genus description see Barrier & Neumann (1959)

Type species: *Nonionina cretacea* Schlumberger, 1899

Nummofallotia cretacea (Schlumberger 1899)

FIGURA 41.1-41.4

Nonionina cretacea Schlumberger 1899, pl. VIII, fig. 1; pl. XI, fig. 21-22.

Nummofallotia cretacea (Schlumberger), Gendrot 1968, pl. X, figs. 12, 13, 14.

Nummofallotia cretacea (Schlumberger), Loeblich & Tappan 1988, pl. 400, figs. 1-6.

Nummofallotia cretacea (Schlumberger), Hottinguer & Caus 2009, Figs. 2, 7.15.

Nummfallotia cretacea (Schlumberger), Caus et al. 2013, p. 80, figs. 5. C–E.

Description: Calcareous porcelanaceous wall with an umbonal structure that looks like hyaline. The shell has a lenticular shape. The chamber arrangement is planispiral involute. In the studied samples such forms are usually very affected by diagenesis. Proloculus is not always preserved. The remarkable dominance of the umbonal structure or axial “button” allows the recognition, and in some cases is the only part of the shell that still remains. The specimens here studied reach an equatorial diameter of 0,4 mm and axial diameter is 0,25 mm.

Stratigraphic range: In the studied sections such forms has been identify in the middle – upper Turonian of Hortonedá. However, *Nummfallotia cretacea* is abundant at least from the Coniacian to the Campanian, where it occurs in shallow and deeper facies.

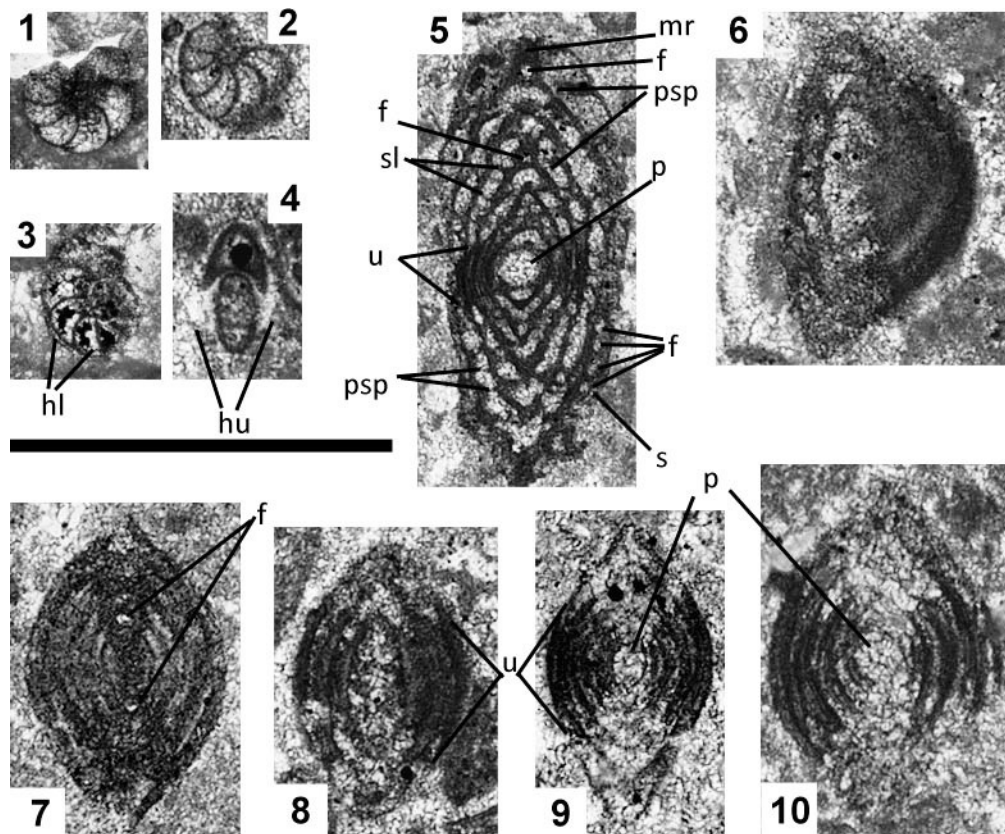


FIGURA 41. 1,4,5 *Murgeina apula* (Luperto Sinni, 1968): 1 Tangential section closet to the equatorial; 4 Section parallel to the axial; 5 equatorial section; 2 *Eofallotia* aff. *simplex* Hottinguer & Caus axial section; 3, 6 – 9 *Nummfallotia cretacea* (Schlumberger, 1900); 3 oblique section; 6-7 axial sections. Abbreviations: f = foramen; mr = median endoskeletal ridge; psp = preseptal passage; s = septum; sl = septulum; u = umbo; p = proloculo. All specimens x 100, scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab.

Genus *Eofallotia* Hottinguer & Caus 2009

Type species: *Eofallotia simplex* Hottinguer & Caus 2009

Eofallotia aff. *simplex* Hottinguer & Caus 2009

FIGURA 41.5

aff. *Eofallotia simplex* Hottinguer & Caus 2009, figs. 7.1 – 7.14

Description: the only specimen found in the studied samples corresponds clearly to the genus *Eofallotia*. However, it is smaller than the holotype. Therefore, in this work is given as *E. aff. simplex*.

Stratigraphic range: *E. simplex* is described from early Santonian samples of Northern Spain (Hottinguer & Caus 2009). In the studied sections it occurs at the upper Turonian-lower Coniacian at Cal Girvàs. There were not found in our samples from the Appennines.

Superfamily SORITOIDEA Ehrenberg, 1839

Family SORITIDAE? Ehrenberg, 1839

Subfamily PRAERHAPYDIONININAE? Hamaoui & Fourcade, 1973

Remark: Loeblich & Tappan (1988) placed the genus *Scandonea* in the subfamily Praerhapydionininae, within the Soritidae family. Although De Castro (1971) placed *Scandonea* genus at Miliolidae family, the criteria to define these families remains still unclear, therefore a taxonomic revision of such families is needed.

Genus *Scandonea* De Castro, 1971

Type species: *Scandonea samnitica* De Castro, 1971

Scandonea samnitica De Castro, 1971

FIGURA 42

Scandonea samnitica De Castro 1971, p. 81–113, all the figures there in.

Scandonea samnitica De Castro, Chiocchini et al., 1994, p. 91, pl. XXIII, figs. 4, 7.

Scandonea samnitica De Castro, Chiocchini et al., 2008, p. 127, pl. XXXI, figs. 3–4.

Scandonea samnitica De Castro, Chiocchini et al., 2012, p. 158, pl. 136, figs. 2–6.

Scandonea samnitica De Castro, Arriaga et al. 2016, fig. 12.

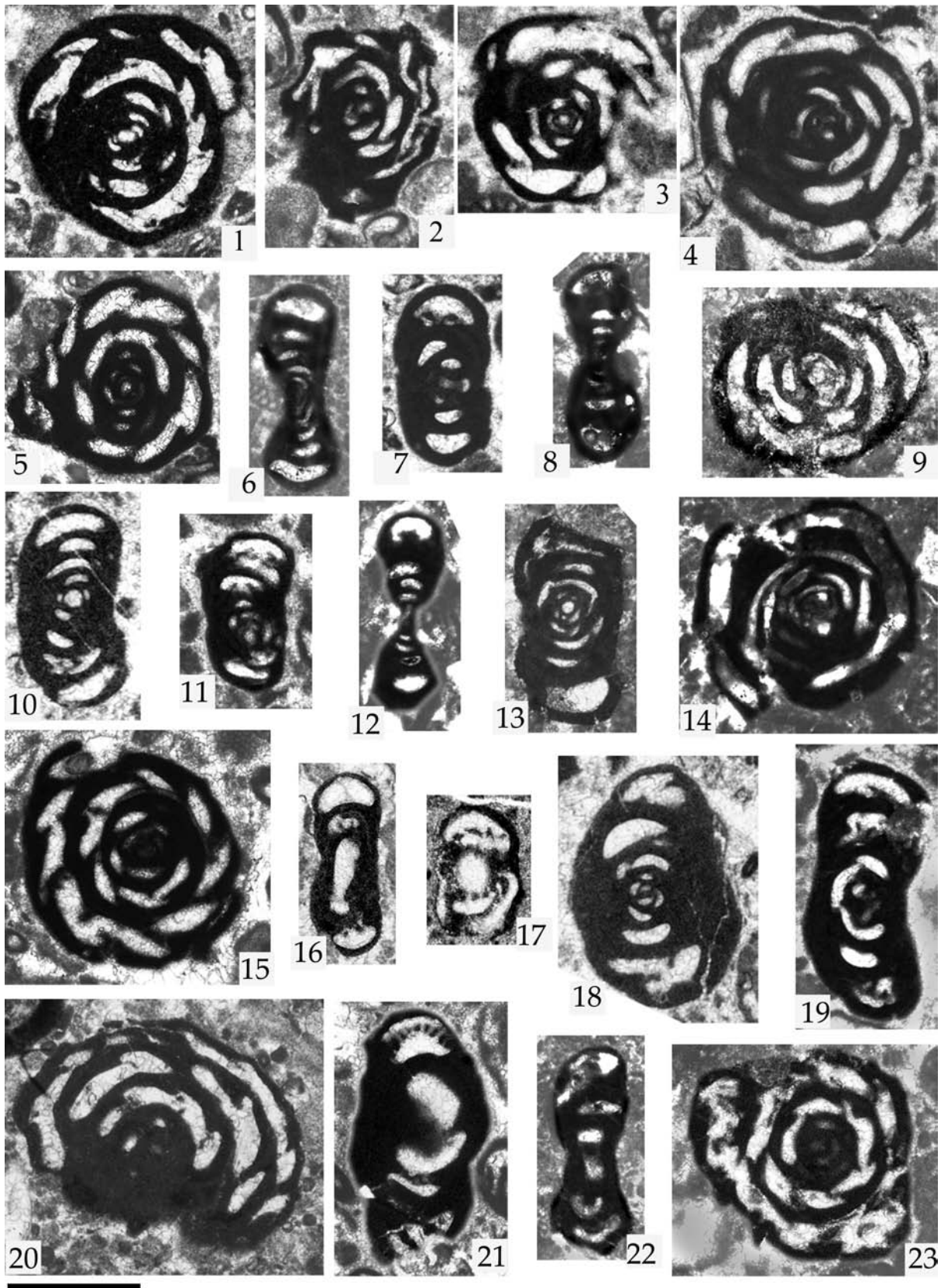


FIGURA 42. *Scandonea samnitica*. All specimens x 50, scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1, 9, 20 Sample P368, cod. PUAB82433; from the upper Turonian at Mt. Coccovello section; 1, equatorial section of an adult megalospheric form; 20, equatorial to oblique section of a probably megalospheric form; 2 Sample GF178, cod. PUAB82452; from the upper Turonian-lower Cenomanian at

Varchera section; 2, 9, badly preserved oblique sections of adult microspheric forms showing the initial streptospiral arrangement (glomerulus); 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 15, 18, 19, 21, 23 Sample P377, cod. PUAB82435; from the upper Turonian at Mt. Coccovello section, in this particular sample, were found plenty of this specimens; 3, 4, 15, 23, equatorial to subequatorial sections of microspheric forms showing the chamber shape and their intercameral communications where the change from the streptospiral (younger) to planispiral (adult) stages is clearly visible; 7, 11, 18, 19, axial to oblique sections of microspheric forms showing the apertural structures; 21, tangential section through the septa with the multiple foramina clearly exposed; 8, 12, 14, 22 Sample P345, cod. PUAB82429; from the middle Turonian at Mt. Coccovello section, this interval is also rich of *S. samnitica*; 6, 8, 12, 22, sub-axial sections showing the lens-shaped bilaterally compressed shape of the test and the thick basal layer; 14 equatorial section of an adult microspheric form; 13 Sample P354, cod. PUAB82431; from the middle Turonian at Mt. Coccovello section; 10, 13, axial to oblique sections of megalospheric forms where the initial streptospiral stage is clearly recognizable; 16 Sample RP137.5, cod. PUAB82441; from the upper Turonian at Raia del Pedale section; sub-axial section showing the foramina; 17 Sample GF120, cod. PUAB82451; from the upper Turonian at Raia del Pedale section; sub-axial section (probably A-form) showing the septa pierced by the multiple foramina.

Description: Calcareous porcelaneous wall. Lens-shaped test, bilaterally compressed (bi-concave). The aperture is multiple, areal, cribrate. The chamber arrangement is streptospiral in the early stages of coiling, also in the megalospheric forms; later it becomes planispiral involute. The adult stage is composed of three to four spiral whorls, although specimens with three whorls are the most frequent ones. Three to five chambers were observed in the first planispiral whorl; seven to nine in the last one. The diameter of adult tests is about 0.8 mm. The septa are oblique, forming an angle of about 45° with the chamber floor. The thick basal layer is easily recognizable. We did not observe an uncoiled final stage mentioned by De Castro (1971) in the original description of the species.

Stratigraphic range: According to Loeblich & Tappan (1988), the genus *Scandonea* is found from the Upper Cretaceous to the Paleocene. De Castro (1971) indicated a Turonian-Senonian stratigraphic range for this genus. According to Chiocchini et al. (2008), in the carbonate platform of central Italy, *S. samnitica* occurs from the lower Coniacian to Santonian. A lower Coniacian-Campanian range is given by Velić (2007) in the Adriatic carbonate platform of the Karst Dinarides. A very early first occurrence in the lower Turonian is also cited by Korbar et al. (2012) at the Island of Brač (Croatia). As it is shown at the, *S. samnitica* appears rather at the same time at Mt. Coccovello and Raia del Pedale section, appearing later in the Varchera section, which we consider could be an effect of sampling density. The chemostratigraphic data indicate that, in the ACP of southern Italy, this species first occurs during lower Turonian. This species is not found in the pyrenean studied sections.

Suborder ROTALIINA Delage and Hérouard, 1896

Superfamily ROTALIACEA Ehrenberg, 1839

Family ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839

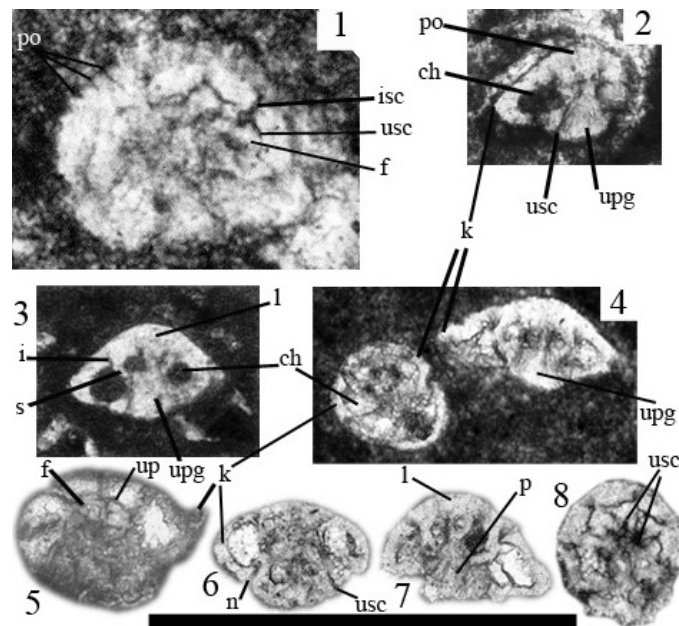


FIGURA 43. *Rotorbinella mesogeensis*. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 Sample P321, ventral side with folium, umbilical plate and interloocular space visible, 3, 7 Sample P328, cod. PUAB82427, from lower Turonian at Mt. Coccovello section; 2 Sample Marg-492, from the upper Turonian at Hortonedá section, axial view showing the keel and umbilical plug; 3 Axial section showing the lamination, chamber lumen and the notorious umbilical plug; 4 Sample P326, cod. PUAB82426, Axial and spiral view of *R. mesogeensis*. 5 Sample P347, cod. PUAB82430, from the middle Turonian at Mt. Coccovello section; dorsal side where the septa, folium and keel are well exposed. Sample P359, cod. PUAB82432, Oblique to axial view showing the imperforated keel, umbilical interloocular space and the prominent umbilical plug.; 7 pseudo axial slide where the primary lamination, chamber lumen, folia and prominent plug is recognizable. 8 Sample P353, cod. PUAB82431, from the upper part of the middle Turonian at Mt. Coccovello section; ventral view, similar to 1 but one less whorl, here the spaces that separates the folium from the umbilical plug is more clear than in 1, umbilical plates are distinguishable as well. Abbreviations: isc = Intraseptal interloocular space; f = folia; po = porus; s = septa; usc = umbilical interloocular space; ch = chamber; upg=umbilical plug; k=keel; up=umbilical plate; n=notch; l=lamination.

Subfamily ROTALIINAE Ehrenberg, 1839

Genus: *Rotorbinella* Bandy, 1944

Type species: *Rotorbinella colliculus* Bandy, 1944

Rotorbinella mesogeensis (Tronchetti), 1981

FIGURA 43

Rotalia mesogeensis Tronchetti 1981, pl. 26, figs 6 - 12; pl. 27, figs. 1 – 9; pl. 28, fig. 1 – 8.

Rotorbinella mesogeensis (Tronchetti), Boix 2007, p. 185, pl. XVI, pl. XVII, pl. XVIII, all the figures.

Rotorbinella mesogeensis (Tronchetti), Boix et al., 2009, p. 203, fig. 3.

Rotorbinella mesogeensis (Tronchetti), Piuze & Meister 2013, p. 84, fig. 2, p. 86, fig. 3.

Description: Calcareous hyaline lamellar wall. Asymmetric lens-shaped test. Trochospiral arrangement of chambers. Convex dorsal side smooth, and ventral side convex to flat, lacking ornamentation but with an umbilical plug. Lamellar perforations are recognizable, even though the small size of specimens. Oblique umbilical plate and folium. Presence of an umbilical interloocular space which separates the foliar chamberlet from the umbilical plug. In the adult stage, the test reaches 3 whorls with 8 chambers in the last one. The average equatorial diameter is 0,25mm; and the axial length is 0,13mm.

Stratigraphic range: Such species has been widely recognized in the Cenomanian sediments (Piuze & Mister 2013 and the references there in; Boix et al 2009; Chiocchini 2008; Chiocchini et al. 1994). In the studied section, both from Pyrenees and Appennines localities, this form were found from the lower Turonian and keep through the whole studied interval, with a few size changes according with the inhabiting facies.

Rotorbinella campaniola Boix, Villalonga, Caus & Hottinguer 2009

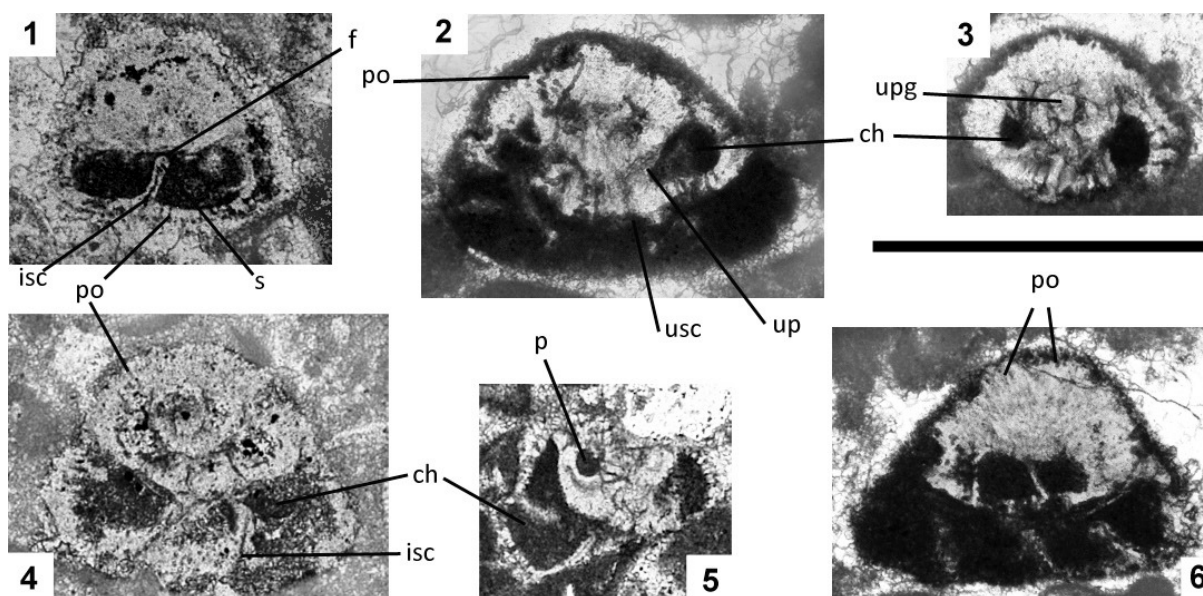


FIGURA 44. *Rotorbinella campaniola* Boix, Villalonga, Caus & Hottinguer. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 tangential section where the foramen is visible and the thick apex lamellae. 2 suaxial section showing the high trochospira, the thick apex with porus, and the umbilical structure. 3 tangential oblique section exposing the thick and porous lamellae. 4 Oblique section. 5 Oblique section close to the transversal, exposing the prolocular chamber. 6 tangential section of three consecutive whorls, the first one is masked by the secondary lamellae. Abbreviations: isc = Intraseptal interloocular space; f = folia; po = porus; s = septa; usc = umbilical interloocular space; ch = chamber; p = proloculus.

FIGURA 44

Rotorbinella campaniola Boix, Villalonga, Caus & Hottinguer 2009, p. 205, figs. 4.1 - 4.17.

Description: Calcareous hyaline lamellar wall. Very convex dorsal side and rather flat umbilical side test showing a “bell shape” appearance. Subepherical proloculus follow by chambers arranged in a high trochospire. Although the specimens here are very affected by diagenesis, thick walls and thick apex at the dorsal side seems to be pierced by pores, but without evidence of ornamentation. The massive umbilical plug is surrounded by a narrow umbilical interloocular space. The reduced folia are recognizable by its imperforate nature, such as the umbilical plate. The septa are rather straight, slightly inclined backward, giving a quadrangular appearance. Notorious intraseptal interloocular space. They reach 0,37mm in high and maximum diameter of 0,52mm.

Stratigraphic range: Boix et al. (2009) range it from Lower Santonian to Lower Campanian at South Central Pyrenean unit. In the studied samples, these forms first occurs in the upper Turonian at Cal Girvàs section. They were not found in the Apennine sections.

Rotorbinella sp.

FIGURA 45

Rotorbinella sp., Boix 2007, pl. XXII, all the figures there in.

Description: Calcareous hyaline lamellar wall. The biconvex test displays a lenticular acute to subacute shape, with keeled periphery. The apparently spherical proloculus is su-

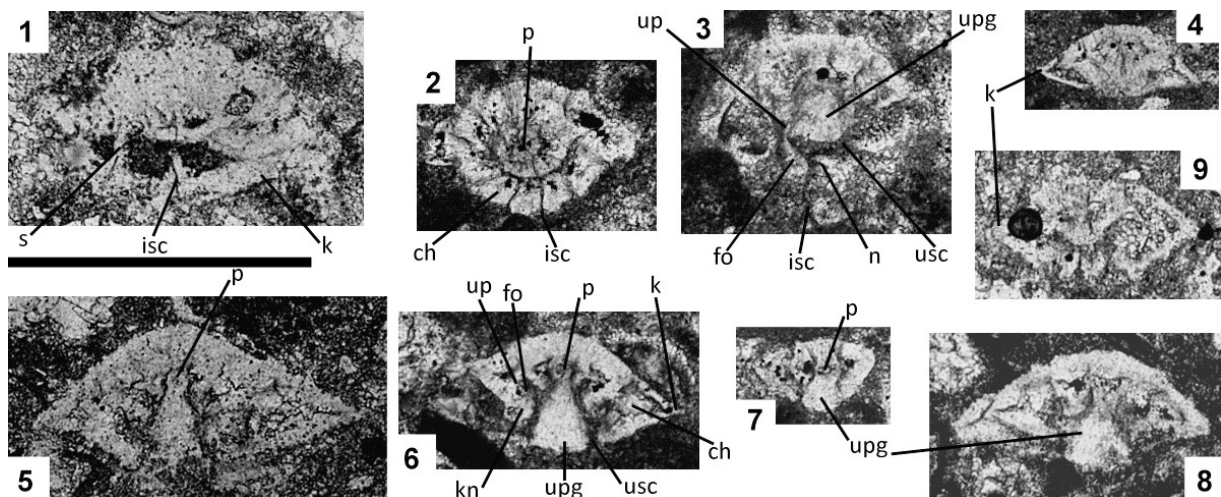


FIGURA 45. *Rotorbinella* sp. Scale bar = 0.5 mm. All the images were taken at the Universitat Autònoma de Barcelona, Micropaleontology Lab. 1 tangential section showing septa and chamber form; 2 transversal section of dorsal side; 3 transversal to oblique section of the umbilical side; 4 subaxial section of a young specimen; 5 axial section of a adult specimen; 6 axial section; 7 axial section a youg specimen; 8 axial to oblique section. Abbreviations: isc = Intraseptal interloocular space; f = folia; po = porus; s = septa; usc = umbilical interloocular space; ch = chamber; p = proloculus.

4.2 ORGANISMOS INCERTAE-SEDIS DE AFINIDAD CIANOBACTERIAL

En las láminas de los Apeninos meridionales estudiadas, los foraminíferos están acompañados por secciones de organismos, cuya filiación es incierta, pero que se consideran de afinidad cianobacterial. Una gran parte de estas secciones no han podido ser identificadas considerándose únicamente en la interpretación de las fichas de las láminas como “tapetes o estructuras microbiales”; sin embargo, dos de ellas han sido, por su importancia, discutidas detalladamente. Estas son las identificadas como *Decastronema kotori* y *Thaumatoporella parvovesiculifera*.

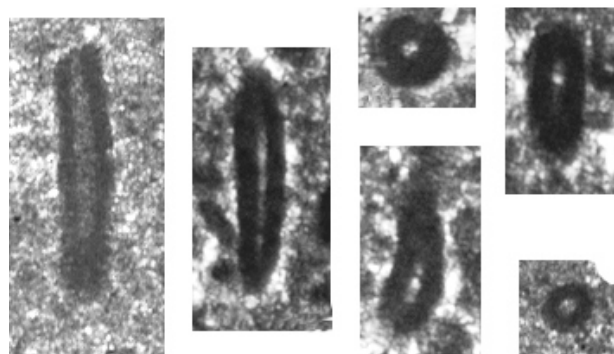
Género: *Decastronema Golubic, Radoičić y Seong-Joo, 2006*

Decastronema kotori (Radoičić, 1959)

FIGURA 46

Descripción: Filamentos tubulares que presentan una pared gruesa de color negro en lámina delgada y un centro brillante recrystalizado. Pueden presentar ramificaciones oblicuas.

Discusión: en los sedimentos principalmente del Cretácico superior, aunque también presentes en un intervalo más amplio de tiempo (Aptiense-Paleoceno), atribuidos a facies muy poco profundas y/o confinadas de las plataformas periadriáticas, se observaron, desde el inicio del estudio de estas plataformas, pequeños segmentos calcáreos cilíndricos caracterizados por una pared externa relativamente gruesa y un interior que se presentaba siempre recrystalizado, lo que evidenciaba la ausencia de estructuras internas.



0.5mm

FIGURA 46. Imágenes de las formas incluidas en el grupo de las "algas" *D. kotori*.

En 1959, Radoičić asigna estos microfósiles incerta-sedis al género *Aeolisaccus* y describe una nueva especie: *A. kotori*. El género *Aeolisaccus* (especie tipo: *A. dunningtoni*) había sido

establecido, en 1958, para indicar pequeños microfósiles incertae-sedis, cilíndricos o cónicos, abiertos por los dos extremos. La autora indicó en su estudio que estos microfósiles estaban presentes en las calizas poco profundas, desde el Pérmico al Jurásico.

En 1975, De Castro reestudió los microfósiles incertae-sedis descritos por Radoičič (1959) de las calizas cretácicas del sur de Italia, llegando a la conclusión de que se trata de “algas” procariotas del grupo de las cianofitas (cianobacterias) filamentosas, con un hábitat bentónico y que probablemente eran gregarias o coloniales. Describió los filamentos formados por falsas ramificaciones laterales simples, con un tricoma uniseriado. De Castro (1975) discute la atribución a las subclases Hormogonophycidea o Coccogonophycideae.

Recientemente, Golubic et al., 2006, relacionan las formas de Radoičič (1959) con el género actual *Scytonema*, que forma tapetes algales en las zonas intramareales de la isla de Andros, en las Bahamas (Caribe), dando vigencia a la idea de De Castro sobre el origen del microfósil. Golubic et al., 2006 crean un nuevo género: *Decastronema*, para designar estas formas fósiles y las atribuyen a la División Cyanobacteria, Orden Nosatocales y Familia Scytonemataceae.

Género: *Thaumatoporella* Pia 1927

Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri, 1922)

FIGURA 47

Descripción: Microfósiles de morfología variable (irregular, globosa, cilíndrica, etc.) constituidos por una capa externa “alveolar”. Los alvéolos se han interpretado como los espacios ocupados por las células, que se asociaron para formar una colonia filamentosas. El material micrítico que se presenta en las láminas delgadas en color negro se interpreta como el mucílago que rodeaba estas células y que calcificaba. La cavidad interna puede presentar láminas calcificadas que producen a su vez cavidades en el interior; estas láminas están constituidas también por paredes alveolares, aunque estos son mucho más finos que los que forman las paredes externas.

Discusión: las formas descritas bajo el nombre de *Thaumatoporella parvovesiculifera* fueron señaladas por primera vez por Raineri (1922) y fueron atribuidos a una nueva especie de alga dasicaldal (algas verdes): *Gyroporella parvovesiculifera*. Sin embargo, Pia (1927) traspasó la especie a un nuevo género, *Thaumatoporella*. En los años posteriores, varios autores discutieron la asignación de esta especie a las algas dasicladales, mientras otros se inclinaron por incluirla en las solenoporáceas o las melobesias (algas rojas) dado su hábitat probablemente incrustante. De Castro (1969; 1975) señala una correspondencia morfológica y reproductiva entre las formas estudiadas y las algas volvocales actuales, mientras en un trabajo posterior (De Castro, 1990) sostiene que las *Thaumatoporella* no pueden compararse con ninguno de

los grupos "algales" actuales, por lo que crea una nueva familia Thaumtoporellacea, que incluye en un nuevo orden Thaumtoporellales. La inclusión en una división queda aún abierta, aunque el autor apunta la idea de que se trata de Cianofitas.

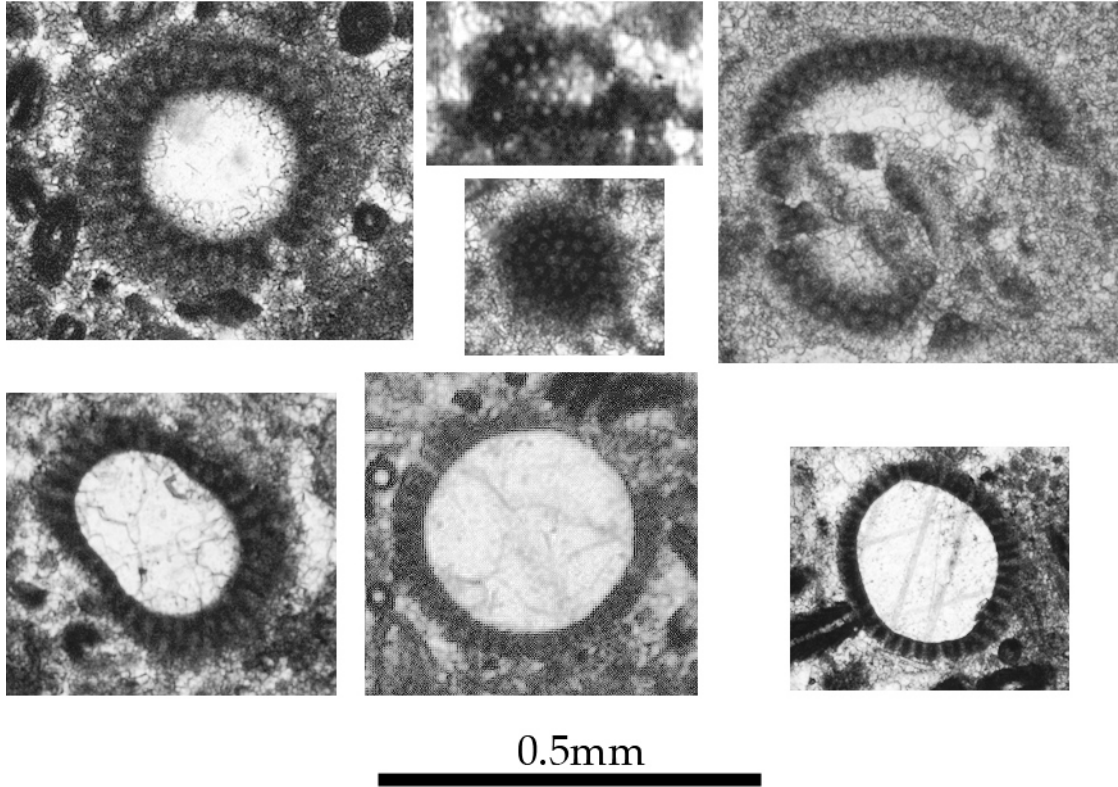


FIGURA 47. Imágenes de las formas incluidas en el grupo de las "algas" *T. parvovesiculifera*

**ANÁLISIS Y
RESULTADOS**

5

5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se resumen los resultados alcanzados en este trabajo, así como también se dan unas pinceladas sobre la situación pre-extinción y extinción de cada una de las áreas de estudio para una mejor comprensión y situación de los mismos, ya que, tal y como se ha dicho en la introducción, el objetivo de esta tesis no es la extinción de los macroforaminíferos sino detallar su recuperación.

5.1. LA COMUNIDAD DE MACROFORAMINÍFEROS DEL CICLO DE MADURACIÓN GLOBAL (GCMC) DEL CRETÁCICO MEDIO

En los Apeninos meridionales, los depósitos de aguas poco profundas del Cenomaniense superior de la Plataforma Apeninica, al igual que otras plataformas pertenecientes al mismo dominio paleogeográfico (Tetis central), fueron colonizadas por gran cantidad y diversidad de macroforaminíferos, lo que indica unas condiciones ambientales óptimas para este grupo de organismos. Los componentes principales de estas plataformas fueron los macroforaminíferos porcelanados, en menor proporción los macroforaminíferos aglutinados y únicamente de manera testimonial los lamelar perforados (FIGURA 48). Entre los macroforaminíferos porcelanados destacan dos grupos: los alveolinoideos y los soritoideos; los primeros, están representados por formas de gran tamaño y complejidad (Fam. Alveolinidae Ehrenberg) a las que se atribuye una estrategia de vida k-extrema, el taxón más representativo es *Cisalveolina fraasi* (Reichel); los segundos están representados por el grupo de las pseudorhapidioninas (subfamilia Pseudorhapydioninae Consorti et al., 2016), formas generalmente cilíndricas o peneropliformes, a cuyos representantes con estructura interna más simple, como por ejemplo *P. dubia* (De Castro), se les atribuye una estrategia de vida k-moderada. Las formas complejas anteriores están asociadas a numerosas formas porcelanadas simples, tales como *Pseudonummoloculina* sp., *Vidalina radoicicae* Cherchi & Schroeder, y miliólidos indeterminados. Los macroforaminíferos aglutinados están representados por diversos representantes del grupo de los nezzazátidos (*Nezzazata* spp., *Biconcava bentori* Hamaoui & Saint-Marc, *Coxites subaiensis*, *Trochospira avnimelechi* Hamaoui & Saint-Marc y *Biplanata peneropliformis* Hamaoui & Saint-Marc y nezzazatidos. Son también comunes *C. cf. pavonia*, y *Pseudolituonella reicheli* Marie. Los foraminíferos lamelar perforados están representados únicamente por un pequeño rotárido, *Rotorbinella mesogeensis*.

En los Pirineos, los depósitos de aguas poco profundas formaban extensas plataformas carbonatadas epicontinentales pobladas, al igual que en el dominio tetisiano, por gran número de macroforaminíferos (FIGURA 49), entre ellos el grupo dominante fue también el de

CENOMANIENSE SUPERIOR

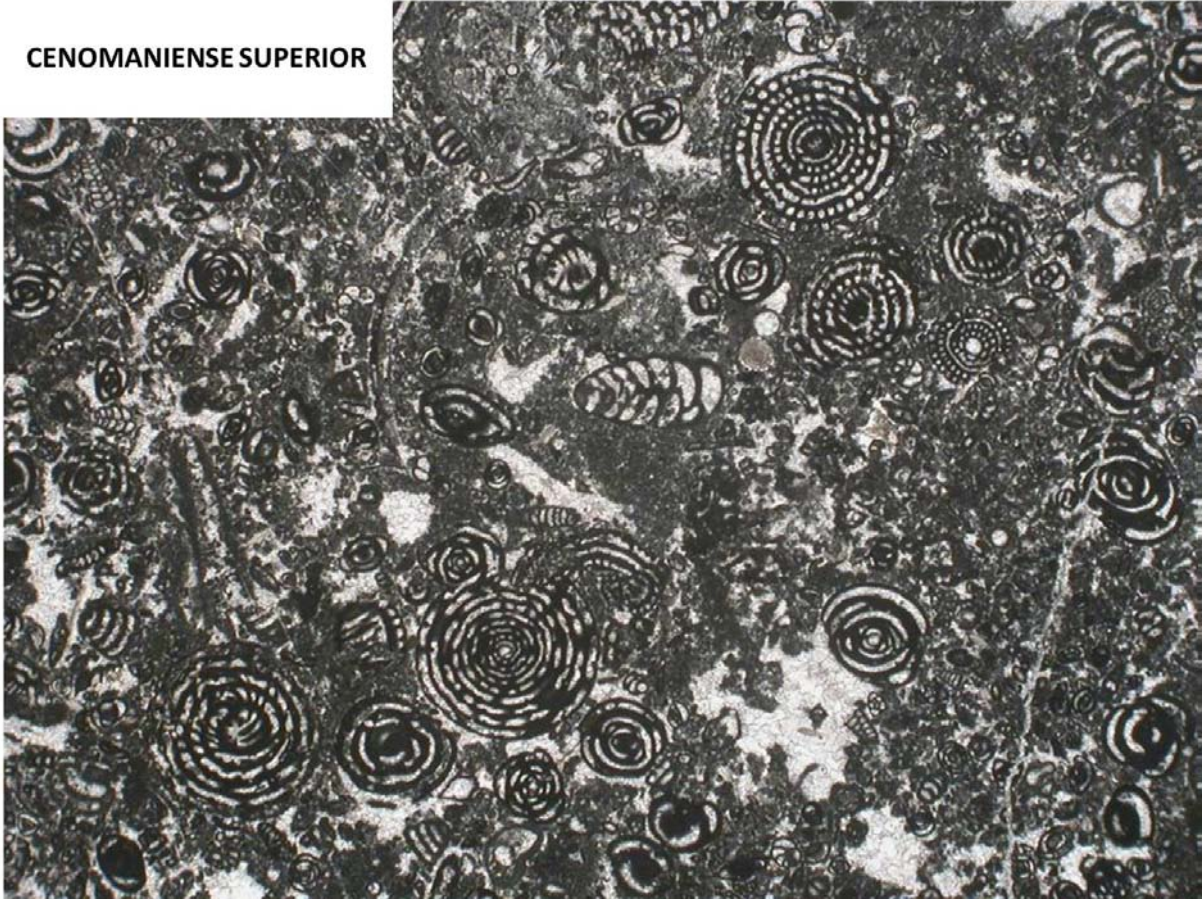


FIGURA 48. Microfacies del Cenomaniense superior de la Plataforma Apeninica (Sección Mt. Coccovello).

los alveolínidos, representadas principalmente por las especies *Praealveolina tenuis* Reichel, *Praealveolina simplex* Reichel, *Ovalveolina ovum* y *Ovalveolina* aff. *crassa*. Están asociadas a algunos foraminíferos aglutinados, como *Chrysalidina gradata* d'Orbigny y nezzazátidos, entre los cuales *Nezzazata simplex* Omara, *Merlingina cretacea* Hamaoui & Saint-Marc, *Biconcava bentori*, *Trochospira avnimelechi* y *Coxites zubairensis*.

La comparación entre ambas áreas durante el Cretácico superior nos muestra condiciones paleoecológicas similares, aunque se trate dos situaciones paleogeográficas distintas, una plataforma aislada en el caso de los Apeninos meridionales y una plataforma epicontinental en el caso de los Pirineos; en ambas se reconoce un medio oligotrófico (parcialmente puede ser mesotrófico) poblado por macroforaminíferos de gran tamaño con una importante diversidad específica y donde las formas producto de la reproducción sexual y asexual pueden alcanzar tamaños muy distintos, como corresponde a los estadios finales de un GCMC como sugiere Hottinger (2001).

5.2. EXTINCIÓN DE LOS MACROFORAMINÍFEROS CERCA DEL LÍMITE CENOMANIENSE-TURONIENSE

Hacia finales del Cenomaniense el cambio en las condiciones ambientales planetarias (véase el capítulo de introducción) tuvo un efecto devastador en las comunidades de macroforaminíferos que habitaban las áreas poco profundas de las plataformas carbonatadas, desapareciendo prácticamente todos los macroforaminíferos.

Tal desaparición, como han documentado Parente et al., (2008) en los Apeninos meridionales, sigue un modelo en dos etapas: en una primera etapa desaparecieron las formas con una estrategia k-extrema y tuvo lugar una drástica reducción de la diversidad, mientras en la segunda desaparecieron las formas más tolerantes. Las formas simples y de pequeño tamaño, a pesar de que no hay estudios de detalle sobre su repartición y de que llegan a faltar casi por completo en algunos intervalos, se ha observado durante la ejecución de esta tesis que la mayoría superaron el límite del Cenomaniense-Turoniense.

Estudios isotópicos muestran que ambas extinciones estuvieron separadas por 150.000 años. La extinción de los macroforaminíferos estrategias k-extremos fue contemporánea con la extinción de las rotaliporas en los mares abiertos y se ha correlacionado con la zona de ammo-

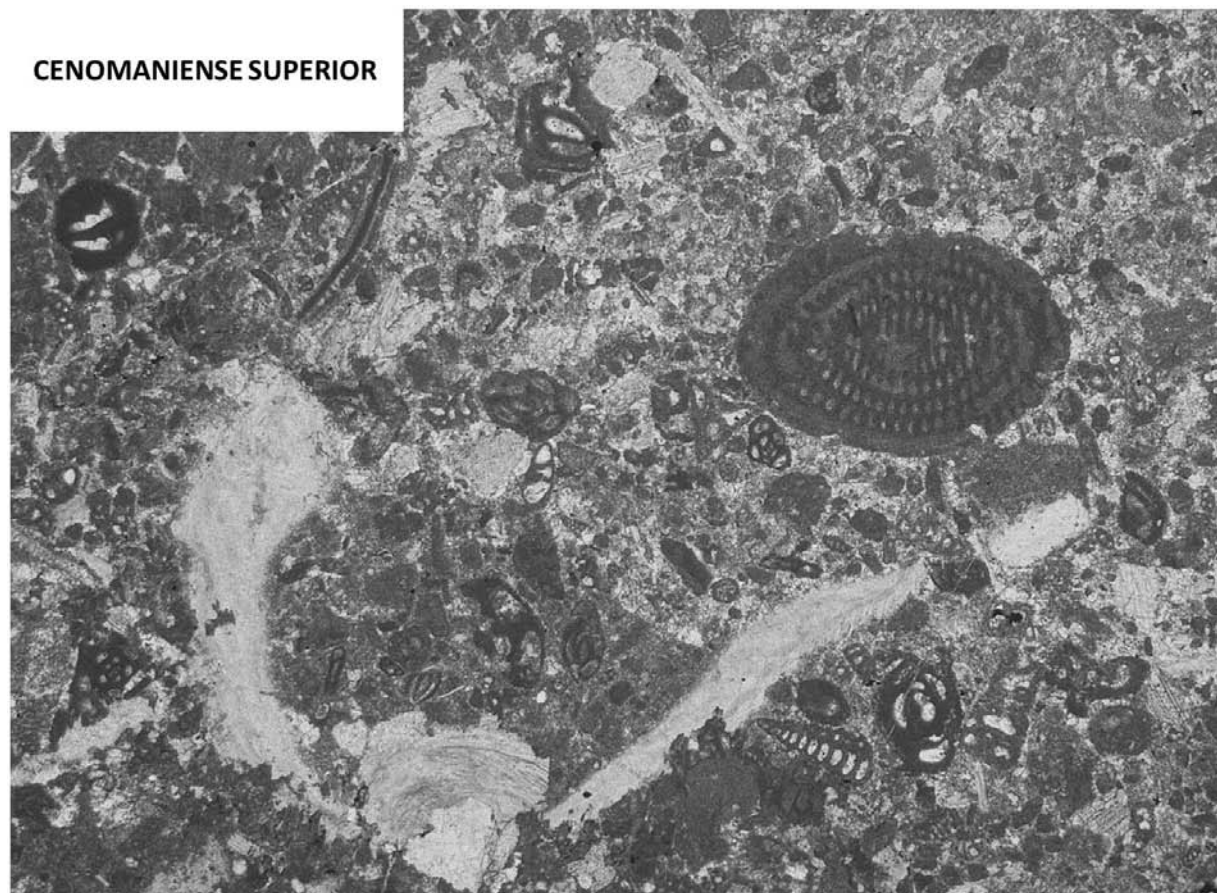


FIGURA 49. Microfacies del Cenomaniense superior de la Plataforma Pirenaica (Sección Mt. Coccovello Terradets).

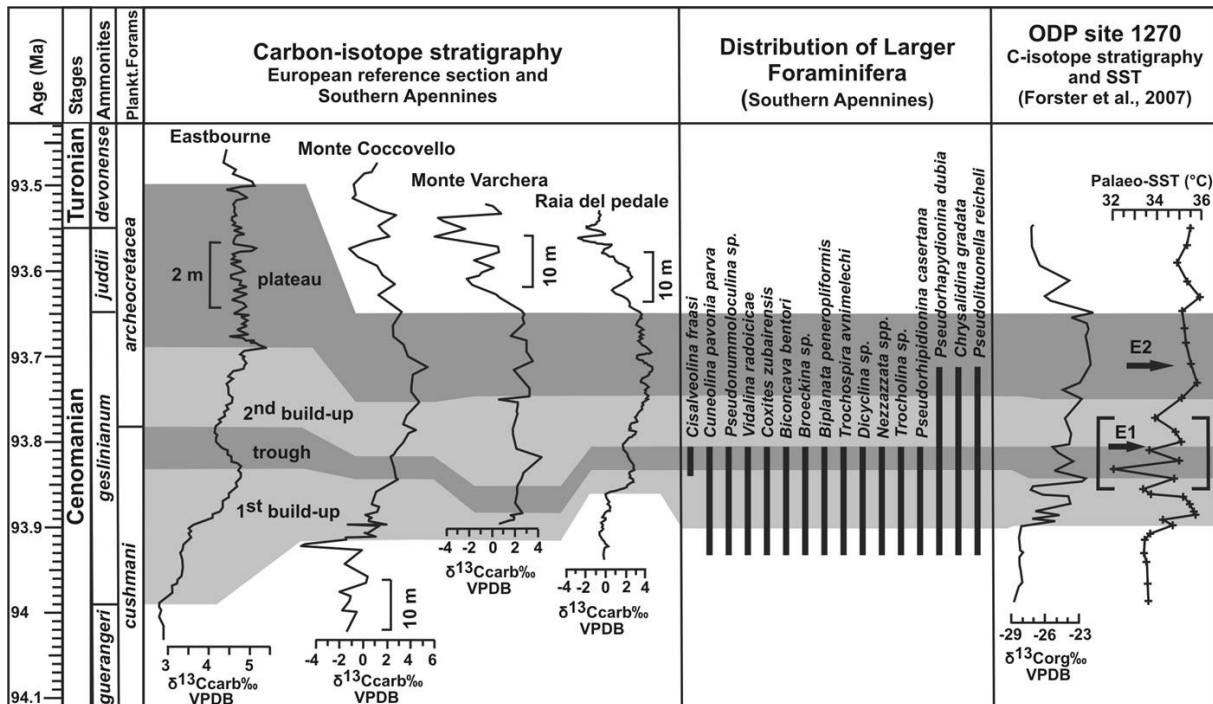


FIGURA 50. Anclaje cronoestratigráfico de la extinción de los macroforaminíferos de la Plataforma Apenninica meridional y su correspondencia con las zonas de Ammonites y foraminíferon planctónicos. Tomado de Parente et al. 2008.

nites *Metoicoceras geslinianum* y el límite entre las zonas de foraminíferos planctónicos *Rotalipora cushmani* y *Whiteinella archaeocretacea*, mientras que la segunda etapa de extinción se correlaciona con la parte inferior de la zona de ammonites *Neocardioceras juddii* (FIGURA 50 - véase Parente et al., 2008, para mayor información).

En los Pirineos, la desaparición de toda la fauna cenomaniense, tal como se documenta en Caus et al. 1993 y 1997, tuvo lugar de manera instantánea probablemente por eutrofización de las aguas que cubrían la plataforma poco profunda y su posterior inundación (Drzewiecki & Simó 1997) cerca del CTB. Los datos geoquímicos de correlación plataforma-cuenca sugieren que la extinción de toda la fauna productora de carbonato tuvo lugar antes del CTB, en la zona de *W. archaeocretacea* y, al igual que en la Plataforma Apenínica, habría sido contemporánea con la extinción de las rotaliporas, aunque el intervalo de tiempo es difícil de precisar por falta de datos geoquímicos precisos (para más información véase Caus et al., 1993; Caus et al., 1997).

La comparación entre ambas áreas, demuestra que, aunque las condiciones fueran distintas, la extinción fue probablemente simultánea.

5.3. “DESIERTO ECOLÓGICO” (APENINOS) VERSUS HIATO SEDIMENTARIO (PIRINEOS) DURANTE EL CTB

En los Apeninos meridionales, el estudio de las facies nos muestra que unos 10-30m metros por encima de la segunda etapa de extinción, la plataforma carbonatada somera fue colonizada por construcciones cianobacteriales (*Decastronema kotori* y *Taumatoporella parvovesiculifera*), que pueden considerarse organismos “desastre” capaces de adaptarse a las condiciones ambientales extremas del medio. Es el denominado “desierto ecológico” del límite Cenomaniense-Turoniano (FIGURA 51), aunque no es tal desierto porque entre estas construcciones cianobacteriales sobrevivieron algunos pequeños foraminíferos oportunistas, miliolinos y textularinos, tal como se ha observado en el estudio detallado de las láminas delgadas.

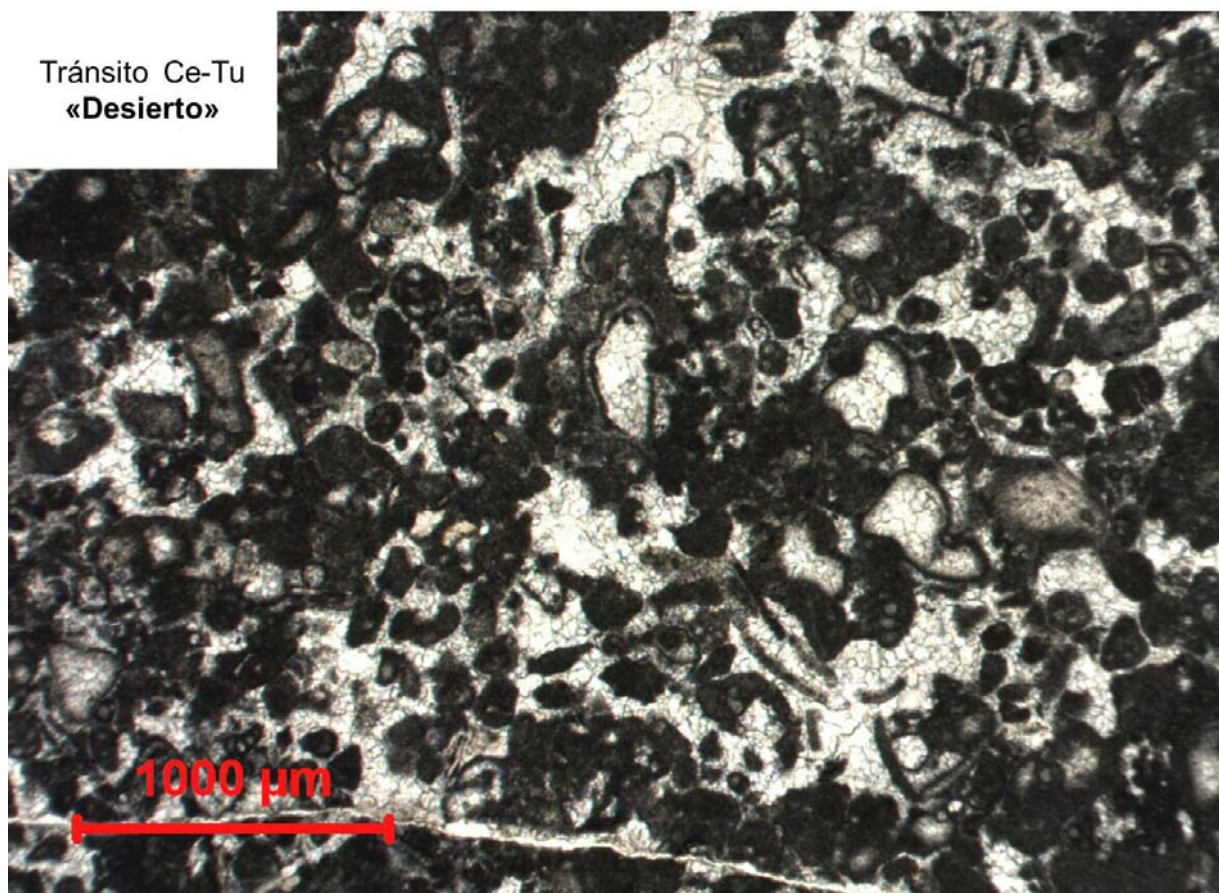


FIGURA 51. “Desierto” ecológico del CTB de la Plataforma Apeninica (Sección Mt. Coccovello).

Contrariamente, en la plataforma carbonatada pirenaica a finales del Cenomaniense y coincidente con la extinción de los macroforaminíferos y la fauna bentónica asociada (como el grupo de los rudistas), se reconoce un hiato sedimentario que abarcó el intervalo de tiempo marcado por las zonas de *W. archaeocretacea* y *Helvetoglobotruncana helvetica*.

La comparación entre ambas áreas indica que el límite se manifiesta de manera distinta en función de la posición paleogeográfica de las plataformas.

5.4. RECUPERACIÓN DE LOS MACROFORAMINÍFEROS DURANTE EL TURONIENSE (GCMC DEL CRETÁCICO SUPERIOR)

El estudio sistemático de los foraminíferos en los depósitos de edad Turoniense ha permitido la identificación de:

15 especies: *M. apula*, *N. picardi*, *M. apenninica*, *R. kaeveri*, *P. sphaeroidea*, *C. pavonia*, *D. kiliani*, *V. hispanica*, *P. triangularis*, *P. ausonensis*, *N. cretacea*, *E. simplex*, *S. samnitica*, *R. mesogeensis*, *R. campaniola*.

13 géneros: *Murgeina*, *Nezzazatinella*, *Moncharmontia*, *Reticulinella*, *Pseudocyclammina*, *Cuneolina*, *Dictyopsella*, *Vidalina*, *Palaeocornuloculina*, *Nummofallotia*, *Eofallotia*, *Scandonea*, *Rotorbinella*.

7 subfamilias: NEZZAZATINAE, CHOFFATELLINAE, CUNEOLININAE, CORNUSPIRINAE, MEANDROPSINIDAE, PRAERHAPYDIONININAE?, ROTALIINAE.

11 familias: NAUUILCULINIDAE, NEZZAZATIDAE, CHARENTIIDAE, LOFTUSIIDAE, SPIROCYCLINIDAE, DICYCLINIDAE, DICTYOPSELLIDAE, CORNUSPIRIDAE, OPTHALMIDIIDAE, SORITIDAE?, ROTALIIDAE.

7 superfamilias: NEZZAZATOIDEA, BOKOVINOIDEA, LOFTUSIOIDEA, ATAXOPHRAGMOIDEA, CORNUSPIRACEA, SORITOIDEA, ROTALIACEA.

4 subordenes: NEZZAZATINA, LOFTUSIINA, MILIOLINA, ROTALIINA.

3 ordenes: LITUOLIDA, BOKOVININA, LOFTUSIIDA.

Cuya repartición estratigráfica en cada una de las columnas se da en la FIGURA 52 y FIGURA 53. Para algunos de los taxones identificados existían en la literatura especializada descripciones morfológicas detalladas por lo cual su identificación ha resultado relativamente simple. Sin embargo, para muchos otros, a pesar de su utilización bioestratigráfica, nunca habían sido descritos en detalle para los depósitos turonienses, y en la mayoría de los casos no había una repartición detallada de los mismos con anterioridad a esta tesis.

Entre los representantes de los foraminíferos textulariinos, los “nezzazatinélidos” han sido los primeros “aparecidos” después de la extinción en masa del CTB. Formas como las estudiadas en esta tesis han sido referidas en la Plataforma Apeninica, y también en otras áreas de Italia, a *N. cf. aegyptiaca*, aunque en este trabajo se ha preferido dejarlo en nomenclatura abierta abierta (*Nezzazatinella* sp.) a la espera de su comparación con el material tipo de *N. adhami*. Las formas pirenaicas han sido clasificadas como *N. picardi*, la cual no ha sido encontrada en los depósitos turonienses de Italia, pero sí está presente en depósitos más recientes. Además, estas formas están ya presentes en las plataformas cenomanienses (e incluso en el límite CTB) por lo que se consideran supervivientes a través del CTB.

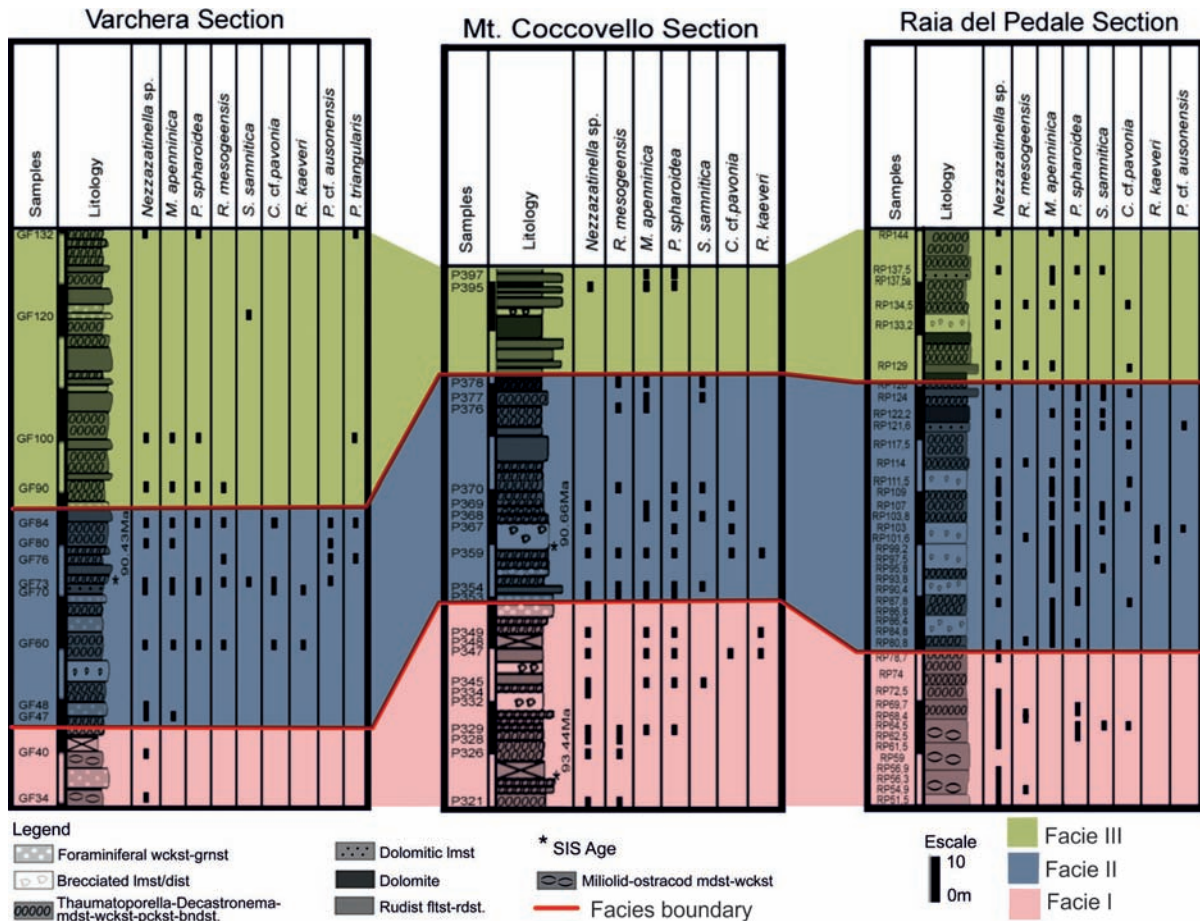


FIGURA 52. Repartición estratigráfica de los foraminíferos bentónicos de edad Turoniense de la Plataforma Apenínica.

Los especímenes atribuidos a *Pseudocyclammmina sphaeroidea* son similares a los de su localidad tipo; sin embargo, su aparición en el Turoniense inferior en Italia modifica el rango de la citada especie. Esta especie está presente tanto en los depósitos italianos como del Pirineo, por lo que se considera una especie con amplia distribución. En la mayoría de las secciones está asociada a *Montcharmontia appenninica*. Se trata de una especie, aunque definida en Italia, está también presente en los depósitos pirenaicos. *Montcharmontia appennínica* es un “newcomer” del Turoniense.

Otros taxones aglutinados, como *Cuneolina cf. pavonia*, *Dictyopsella cf. kiliani*, o el género indeterminado han sido dejados en nomenclatura abierta a la espera de posteriores estudios que permitan clarificar la relación entre las formas turonienses y las cenomanienses o incluso especies más antiguas. *Cuneolina cf. pavonia* se presenta, de manera abundante en ambas áreas. El género *Cuneolina* es un género ubicuista, que sobrevive al límite CTB (Caus et al., 2010).

Mención especial merece el taxón *Reticulinella kaeveri*, el cual se considera un marcador importante para los depósitos del Turoniense. Los datos de repartición sugieren que su aparición tuvo lugar durante el Turoniense medio, mientras que su desaparición ocurre durante

Los foraminíferos lamelar perforados están representados en ambas áreas por pequeños rotálidos del género *Rotorbinella*, género ya presente en el Cenomaniense con una amplia distribución. La especie *R. mesogeensis* típica del Cenomaniense de ambos dominios continua en el Turoniense, también en ambas áreas. En el Pirineo está además acompañada por pequeños ejemplares de *R. campaniola* y una tercera especie de *Rotorbinella* reportada anteriormente por Boix (2007) pero que no ha sido formalmente descrita hasta el momento.

La comparación entre ambas áreas sugiere que los elementos comunes aparecieron contemporáneamente en ambas áreas, aunque la presencia de facies distintas distorsiona los resultados. Sin embargo, durante el Turoniense inferior existe ya un inicio de diferenciación faunística entre las paleobioprovincias Pirenaica y Tethys.

La repartición estratigráfica de los taxones indica una edad más antigua (Turonense) para la mayoría de taxones descritos en la literatura como coniacienses o santonienses.

Tal como prevé el modelo de GCMC durante la fase inicial de un nuevo ciclo, se dan únicamente taxones de pequeño tamaño y morfología simple. No obstante, aparecen durante el Turoniense formas con estructuras relativamente complejas, que representan especies pequeñas de géneros que se desarrollaron posteriormente en tamaño y número de especies durante el Coniaciense y Santoniense.

CONCLUSIONES



6

CONCLUSIONES

1. El tránsito Cenomaniense-Turonense marca una profunda crisis en la evolución de los foraminíferos, que se aprecia en ambas paleobioprovincias estudiadas: Tetis central y Pirenaica. Los grandes y morfológicamente complejos foraminíferos del GCMC del Cretácico medio se extinguieron por completo cerca del límite Cenomaniense-Turonense. Sin embargo, muchas de las formas simples de pequeño tamaño así como algunos de los géneros de una relativa complejidad, tales como *Cuneolina*, *Dictyopsella* y *Rotorbinella* sobrevivieron.

2. En los Apeninos meridionales, donde la sedimentación carbonatada poco profunda se mantuvo a través del límite Cenomaniense-Turonense, se produjo una situación de “desierto ecológico” dominado por estructuras cianobacteriales y “algales”, entre las que únicamente vivieron algunos foraminíferos microbentónicos oportunistas. En los Pirineos meridionales no hay registro del tránsito Cenomaniense-Turonense en facies de plataforma somera.

3. Los datos cronostratigráficos de los Apeninos meridionales, obtenidos mediante la integración de la estratigrafía isotópica del Estroncio y el Carbono, indican que el inicio de la recuperación de la fauna de foraminíferos del GCMC del Cretácico superior empezó en el Turonense inferior con la presencia de pequeñas y simples especies de bentónicos heredadas del Cenomaniense, así como nuevas formas como *Montcharmontia apenninica* y *Pseudocyclammina sphaeroidea*; esta última, de pequeño tamaño pero con estructura compleja. A partir del Turonense medio aparecen *Scandonea sammitica* y *Reticulinella kaeveri*.

En los depósitos pirenaicos, los datos biostratigráficos derivados de organismos pelágicos indican que, tanto las especies heredadas del Cenomaniense, como las nuevas especies “aparecen” abruptamente cuando tiene lugar la recuperación de la sedimentación carbonatada en aguas poco profundas, lo que ocurre en el Turonense medio y superior.

4. La presencia de los géneros *Scandonea* y *Reticulinella* únicamente en los Apeninos meridionales, así como de *Eofallotia* en los Pirineos, indica la existencia de una fauna endémica en cada una de las áreas. Esto se traduce en el inicio de un bioprovincialismo (Tetis y Pirineo), que se desarrollará intensamente durante etapas más avanzadas del GCMC del Cretácico superior.

CONCLUSIONS

1. The Cenomanian-Turonian transition shows an important crisis in foraminifera evolution. Such crisis can be noticed in both studied areas: Tethys and Pyrenees. Morphologically complex and larger foraminifera from the mid-Cretaceous GCMC completely demise at the Cenomanian-Turonian boundary. However, many of the simple and small forms together with few relatively complex genus from Cenomanian, such as *Cuneolina*, *Dictyopsella* and *Rotorbinella*, survived.

2. In Southern Apennines, where the shallow carbonate sedimentation keeps up through CTB, an “ecological desert” colonized by cyanobacterial mats and “algae” took place, in which only some microbenthonic opportunistic foraminifera could live. There is not stratigraphic record of shallow carbonate sedimentation in the Pyrenees for the Cenomanian-Turonian transition.

3. The chronostratigraphic calibration in the Apennines is based on the integration of carbon and strontium-isotope stratigraphy. Such data indicates the lower Turonian as the beginning of faunal foraminifera recovery of the upper Cretaceous GCMC, with small and simple benthonic forms inherited from Cenomanian together with some newcomer species such as *Montcharmontia apenninica* and *Pseudocyclammina sphaeroidea*. This latest form as a small size but a complex structure. Is since the middle Turonian that *Scandonea sammitica* and *Reticulinella kaeveri* species occurs.

In the Pyrenees, biostratigraphic data from pelagic organisms indicates that the inherited species from Cenomanian, as well as the new forms, suddenly “appears” during the middle-upper Turonian, after the shallow carbonate sedimentation restart.

4. The fact that *Scandonea* and *Reticulinella* genus are present only in the Apennines, as for *Eofallotia* in the Pyrenees, evidences the existence of an endemic fauna in each of these areas. Such fact is marking the beginning of a bioprovincialism, which will heavily develop in further stages of the upper Cretaceous GCMC.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

7

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Albrich, S., Boix, C., & Caus, E. (2015). Selected agglutinated larger foraminifera from the Font de les Bagasses unit (Lower Campanian , southern Pyrenees). *Carnets Geol.*, 15(18), 245–267.
- Albrich, S., Frijia, G., Parente, M., & Caus, E. (2014). The evolution of the earliest representatives of the genus *Orbitoides*: Implications for Upper Cretaceous biostratigraphy. *Cretaceous Research*, 51, 22–34. <http://doi.org/10.1016/j.cretres.2014.04.013>
- Arnaud Vanneau, A. (1980). *Micropaléontologie, paléoécologie, et sédimentologie d'une plateforme carbonatée de la marge passive de la Téthys : l'Urgonien du Vercors septentrional et de la Chartreuse (Alpes occidentales)*. Université Scientifique et Médicale de Grenoble. Retrieved from <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00662977>
- Arriaga, M. E., Frijia, G., Parente, M., & Caus, E. (2016). Benthic foraminifera in the aftermath of the Cenomanian-Turonian boundary extinction event in the carbonate platform facies of the Southern Apennines (Italy). *Journal of Foraminiferal Research*, 46(1), 9–24.
- Arthur, M. a., Schlanger, S. O., & Jenkyns, H. C. (1987). The Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event, II. Palaeoceanographic controls on organic-matter production and preservation. *Geological Society, London, Special Publications*, 26(1), 401–420. <http://doi.org/10.1144/GSL.SP.1987.026.01.25>
- Babinot, J. F., Rodriguez-Lazaro, J., Floquet, M., & Jolet, P. (1998). Corrélations entre discontinuités sédimentaires majeures et crises biologiques chez les ostracodes du sud-ouest de l'Europe au Cénomanién. *Bulletin Du Centre de Recherches Elf Exploration Production*, 20, 349–362.
- Barrier, J. & Neumann, M. (1959). Contribution à l'étude de *Nonionina cretacea* SCHLUMBERGER. *Revue de Micropaléontologie*, 1, 223-229.
- Berástegui, X., Caus, E., & Puig, C. (2002). Pyrenees. In W. Gibbons & M. T. Moreno (Eds.), *The Geology of Spain* (pp. 265–272). London: Geological Society of London.
- Berastegui, X., Losantos, M., Muñoz, J. A., & Puigdefábregas, C. (1993). *Tall Geològic del Pirineu central 1: 2000.000*. Barcelona: Servei Geològic de Catalunya.
- Bernaus, J. M., Caus, E., & Arnaud-Vanneau, A. (2000). Aplicación de los análisis micropaleontológicos cuantitativos en estratigrafía secuencial: El Cretácico inferior de la cuenca de Organyà (Pirineos, España). *Sociedad Geológica de España*, 13(1), 55–63.
- Boix Martínez, C. (2007, October 5). *Foraminíferos Rotálicos del Cretácico Superior de la Cuenca Pirenaica*. Universitat Autònoma de Barcelona. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/3442>
- Boix, C. (2004). Los macroforaminíferos del Coniaciense superior-Santonense inferior

- de la Serra del Montsec (NE de España): un primer paso hacia una biozonación de macroforaminíferos (SBZ). Universitat Autònoma de Barcelona.
- Boix, C., Frijia, G., Vicedo, V., Bernaus, J. M., Di Lucia, M., Parente, M., & Caus, E. (2011). Larger foraminifera distribution and strontium isotope stratigraphy of the La Cova limestones (Coniacian-Santonian, “Serra del Montsec” , Pyrenees, NE Spain). *Cretaceous Research*, 32(6), 806–822. <http://doi.org/10.1016/j.cretres.2011.05.009>
- Boix, C., Villalonga, R., Caus, E., & Hottinger, L. (2009). Late Cretaceous rotaliids (Foraminiferida) from the Western Tethys. *Neues Jahrbuch Für Geologie Und Paläontologie - Abhandlungen*, 253(2), 197–227. <http://doi.org/10.1127/0077-7749/2009/0253-0197>
- Bonnefous, J., Hamaoui, M., & Tixier, M. (1970). Reticulinella, nom nouveau pour Reticulina Cuvillier, Bonnefous, Hamaoui and Tixier, 1969. *Bulletin Du Centre de Recherches PAU-SNPA*, 4, 39.
- Booler, J., & Tucker, M. E. (2002). Distribution and geometry of facies and early diagenesis: the key to accommodation space variation and sequence stratigraphy: Upper Cretaceous Congost Carbonate platform, Spanish Pyrenees. *Sedimentary Geology*, 146, 225–247. [http://doi.org/10.1016/S0037-0738\(01\)00120-8](http://doi.org/10.1016/S0037-0738(01)00120-8)
- Bosellini, A. (2002). Dinosaurs “re-write” the geodynamics of the eastern Mediterranean and the paleogeography of the Apulia Platform. *Earth-Science Reviews*, 59(1), 211–234. [http://doi.org/10.1016/S0012-8252\(02\)00075-2](http://doi.org/10.1016/S0012-8252(02)00075-2)
- Brasier, M. D. (1988). Foraminiferid extinction and ecological collapse during global biological events. In G. P. Larwood (Ed.), *Extinction and survival in the fossil record* (pp. 37–64). Oxford: Clarendon Press Systematics Association Special Volume.
- Bravi, S., Civile, D., Martino, C., Barone Lumaga, M. R., & Nardi, G. (2004). Geological and paleontological observations on an horizon in fossil plants in the Cenomanian of Mount Chianello (Southern Apennines). *Bollettino- Societa Geologica Italiana*, 123(1), 19–38. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/259922854_Osservazioni_geologiche_e_paleontologiche_su_di_un_orizzonte_a_piante_fossili_nel_Cenomaniano_di_Monte_Chianello_Appennino_meridionale-Geological_and_paleontological_observations_on_an_horizon_in_foss
- Bruno D’Argenio, Piero De Castro , Cesare Emiliani, L. S. (1975). Bahamian and Apenninic Limestones of Identical Lithofacies and Age: *AAPG Bulletin*, 59(3), 524–530.
- Butler, R. W. H., Mazzoli, S., Corrado, S., De Donatis, M., Di Bucci, D., Gambini, R., ... Zucconi, V. (2004). Applying thick-skinned tectonic models to the Apennine thrust belt of Italy: limitations and implications. *AAPG Memoir*, 82, 647–667. Retrieved from:
- Calonge, A., Caus, E., Bernaus, J. M., & Aguilar, M. (2002). Praealveolina (Foraminifera) species: a tool to date Cenomanian platform sediments. *Micropaleontology*, 48(1), 53–66.
- Carannante, G., Cherchi, A., & Simone, L. (1995). Chlorozoan versus foramol lithofacies in Upper Cretaceous rudist limestones. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*,

119(1-2), 137–154. [http://doi.org/10.1016/0031-0182\(95\)00065-8](http://doi.org/10.1016/0031-0182(95)00065-8)

- Carannate, G., Graziano, R., Ruberti, D., & Simone, L. (1997). Upper Cretaceous temperate-type open shelves from northern (Sardinia) and southern (Apennines-Apulia) Mesozoic Tethyan margins. In N. P. James & J. A. D. Clarke (Eds.), *Cool-Water Carbonates* (pp. 309–325). SEPM (Society for Sedimentary Geology). <http://doi.org/10.2110/pec.97.56.0309>
- Carpenter, W., Parker, W., & Jones, T. (1862). *Introduction to the study of foraminifera*. London: Ray Society.
- Casero, P., Roure, F., Endignoux, L., Moretti, I., Muller, C., Sage, L., & Vially, R. (1988). Neogene geodynamic evolution of the Southern Apennines. *Mem. Soc. Geol. It*, 41(1), 109–120.
- Castro, D. (1990). Thaumaporelle: conoscenze attuali e approccio all'interpretazione. *Bolletino Della Societa Dei Naturalisti in Napoli*, 29, 176–206.
- Caus, E. (1981). Structural analysis of larger foraminifera in random section as an instrument for rapid determination of rock age and environment. In J. Martinell (Ed.), *International Symposium on Concept and Method in Palaeontology* (pp. 223–232). Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Caus, E., & Cornella, A. (1983). Macroforaminifères du Crétacé supérieur du bassin sud-pyrénéen. *Géologie Méditerranéenne*, 10(3-4), 137–142.
- Caus, E., Bernaus, J. M., Calonge, E., & Martín-Chivelet, J. (2009). Mid-Cenomanian separation of Atlantic and Tethyan domains in Iberia by a land-bridge: The origin of larger foraminifera provinces? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 283(3-4), 172–181. <http://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.09.019>
- Caus, E., Gómez-Garrido, A., Simó, A., & Sofiano, K. (1993). Cenomanian-Turonian platform to basin integrated stratigraphy in the South Pyrenees (Spain). *Cretaceous Research*, 14(4-5), 531–551. <http://doi.org/10.1006/cres.1993.1038>
- Caus, E., Llompart, C., Rosell, J., & Bernaus, J. M. (1999). El Coniaciense superior -Santoniense inferior de la sierra del Montsec (Pirineos, NE de España). *Revista de La Sociedad Geológica de España*, 12(2), 269–280. Retrieved from [http://www.sociedadgeologica.es/archivos/REV/12\(2\)/Art11.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/REV/12(2)/Art11.pdf)
- Caus, E., Parente, M., & Hottinger, L. (2010). A biozonation (KSBZ) based on shallow benthic, mainly larger foraminifera from the Upper Cretaceous of the Pyrenees. In *International Symposium on Foraminifera* (p. 70). Bonn. Retrieved from http://www.forams2010.uni-bonn.de/sites/sessions/pdf/abstracts_forams_2010.pdf
- Caus, E., Parente, M., Vicedo, V., Frijia, G., & Martinez, R. (2013). *Broeckina gassoensis* sp. nov., a larger foraminiferal index fossil for the middle Coniacian shallow-water deposits of the Pyrenean Basin (NE Spain). *Cretaceous Research*, 45, 76–90. <http://doi.org/10.1016/j.cretres.2013.05.001>

cretres.2013.08.002

- Caus, E., Teixell, A., & Bernaus, J. M. (1997). Depositional model of a Cenomanian-Turonian extensional basin (Sopeira Basin, NE Spain): interplay between tectonics, eustasy and biological productivity. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 129(1-2), 23–36. [http://doi.org/10.1016/S0031-0182\(96\)00051-X](http://doi.org/10.1016/S0031-0182(96)00051-X)
- Channell, J., D'Argenio, B., & Horvath, F. (1979). Adria, the African promontory, in mesozoic Mediterranean palaeogeography. *Earth-Science Reviews*, 15(3), 213–292. [http://doi.org/10.1016/0012-8252\(79\)90083-7](http://doi.org/10.1016/0012-8252(79)90083-7)
- Cherchi, A., Radoičić, R., & Schroeder, R. (1989). *Reticulinella kaveri* n. sp. (Barkerinidae, Foraminiferida) aus der Oberkreide von Jugoslawien und Griechenland. *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, 69, 115–127.
- Cherif, O. H., Al-Rifaiy, I. A., Al Afifi, F. I., & Orabi, O. H. (1989). Foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of some Cenomanian-Turonian exposures in west-central Sinai (Egypt). *Revue de Micropaleontologie*, 31, 243–262. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0024485754&partnerID=40&md5=08a2783ac92e7db2f4aed19774aa55a6>
- Chiocchini, M. (2008). The new genus *Palaeocornuloculina* (Foraminiferida, Cornuspiracea) and its species from Cenomanian limestones of Southern Latium (Central Italy). *Memorie Descrittive Della Carta Geologica d'Italia*, 84, 203–224. Retrieved from <http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/periodicitecnici/memorie/memorieIxxxiv/mem-des-84-nuovo-genere.pdf>
- Chiocchini, M., & Mancinelli, A. (1977). Microbiostratigrafia del Mesozoico in facies di piattaforma carbonatica dei Monti Aurunci (Lazio meridionale). *Studi Geologici Camerti*, 3, 109–152.
- Chiocchini, M., Chiocchini, R. A., Didaskalou, P., & Potetti, M. (2008). Microbiostratigrafia del Triassico superiore, Giurassico e Cretacico in facies di piattaforma carbonatica del Lazio centro-meridionale e Abruzzo: revisione finale. *Memorie Descrittive Della Carta Geologica D'Italia. Torino*, 84, 5–170.
- Chiocchini, M., Farinacci, A., Mancinelli, A., Molinari, V., & Potetti, M. (1994). Biostratigrafia a foraminiferi, dasicladali e calpionelle delle successioni carbonatiche mesozoiche dell'Appennino centrale (Italia). In A. Mancinelli (Ed.), *Biostratigrafia a dell'Italia centrale: Studi Geologici Camerti* (Volume Spe, pp. 9–129).
- Chiocchini, M., Pampaloni, M. L., & Pichezzi, R. M. (2012). *Microfacies e microfossili delle successioni carbonatiche mesozoiche Lazio e Abruzzo*. (ISPRA, Ed.). Roma: Memorie per Servire alla descrizione della Carta Geologica d'Italia. Retrieved from <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/periodici-tecnici/memorie-per-servire-alla-descrizione-della-carta-geologica-ditalia/microfacies-e-microfossili-delle-successioni-carbonatiche-mesozoiche-lazio-e-abruzzo>

- Consorti, L., Boix, C., & Caus, E. (2016). Pseudorhapydionina bilottei sp. nov., an endemic foraminifera from the post-Cenomanian/Turonian boundary (Pyrenees, NE Spain). *Cretaceous Research*, 59, 147–154. <http://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.10.021>
- Consorti, L., Caus, E., Frijia, G., & Yazdi-moghadam, M. (2015). Praetaberina New Genus (Type Species : Taberina Bingistani Henson , 1948): a Stratigraphic Marker for the Late Cenomanian. *Journal of Foraminiferal Research*, 45(4), 378–389.
- Corbett, M. J., & Watkins, D. K. (2013). Calcareous nannofossil paleoecology of the mid-Cretaceous Western Interior Seaway and evidence of oligotrophic surface waters during OAE2. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 392, 510–523. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003101821300463X>
- Cuvillier, J., Bonnefous, J., Hamaoui, M., & Tixier, M. (1969). Reticulina reicheli, nouveau Foraminifere du Crétacé supérieur. *Bulletin de Centre de Recherches Pau-SNPA*, 3, 207–257.
- Cvetko Tešović, B., Gušić, I., Jelaska, V., & Bucković, D. (2001). Stratigraphy and microfacies of the Upper Cretaceous Pucisca Formation, Island of Brač. *Cretaceous Research*, 22, 591–613. <http://doi.org/10.1006/cres.2001.0279>
- D'Argenio, B., & Alvarez, W. (1980). Stratigraphic evidence for crustal thickness changes on the southern Tethyan margin during the Alpine cycle. *Geological Society of America Bulletin*, 91(12), 681. [http://doi.org/10.1130/0016-7606\(1980\)91<681:SEFCTC>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1130/0016-7606(1980)91<681:SEFCTC>2.0.CO;2)
- Darmoian, S. A. . (1976). Nezzazatinella adhami a new genus and species of imperforate foraminifera from the pre-coniacian of southern Iraq. *First International Symposium on Benthonic Foraminifera of Continental Margins, Special Publication, 1*, 523–528.
- De Castro, P. (1966). Sulla presenza di un nuovo genere di Endothyridae nel Cretacico superiore della Campania: Note biostratigrafiche sulla successione sedimentaria di età turoniana e senoniana, in facies di retroscogliera, in Campania. *Bollettino Della Società Dei Naturalisti in Napoli*, 75, 317–347.
- De Castro, P. (1969). Su alcune tallofite del Mesozoico in Campania. *Bollettino Della Società Dei Naturalisti in Napoli*, 78, 87–167.
- De Castro, P. (1971). Osservazioni su Raadshoovenia Van den Bold e i suoi rapporti col nuovo genere Scandonea. *Bollettino Della Società Dei Naturalisti in Napoli*, 80, 161–236.
- De Castro, P. (1975). Osservazioni su Aelisaccus kotori Radoičić 1959 (Cyanoschizophyta). *Bollettino Della Società Dei Naturalisti in Napoli*, LXXXIV, 1–23.
- Dercourt, J., Zonenshain, L. P., Ricou, L.-E., Kazmin, V. G., Le Pichon, X., Knipper, A. L., Biju-Duval, B. (1986). Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the LIAS. *Tectonophysics*, 123(1-4), 241–315. [http://doi.org/10.1016/0040-1951\(86\)90199-X](http://doi.org/10.1016/0040-1951(86)90199-X)

- Di Stefano, R., Fiorentino, A., Marino, M., & Perini, P. (2011). Verso uno schema litostratigrafico dell'Appennino meridionale. *Rendiconti Online Societa Geologica Italiana*, 12(SUPPL.), 59–61. Retrieved from <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84858159520&origin=inward&txGid=0>
- Douvillé, H. (1906). Évolution et enchainements des Foraminifères. *Bulletin de La Société Géologique de France*, 6(7), 588–602.
- Drzewiecki, P. A., & Simo, J. A. (1997). Carbonate platform drowning and oceanic anoxic events on a mid-Cretaceous carbonate platform, south-central Pyrenees, Spain. *Journal of Sedimentary Research*, 67, 698–714.
- Drzewiecki, P. a., & Simo, J. A. T. (1997). Carbonate Platform Drowning and Oceanic Anoxic Events on a Mid-Cretaceous Carbonate Platform, South-Central Pyrenees, Spain. *SEPM Journal of Sedimentary Research*. Retrieved from <http://jsedres.sepmonline.org/cgi/doi/10.1306/D426861C-2B26-11D7-8648000102C1865D>
- Dunham, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Memoir - American Association of Petroleum Geologists*, 1, 108–121.
- Eleson, J. W., & Bralower, T. J. (2005). Evidence of changes in surface water temperature and productivity at the Cenomanian/Turonian Boundary. *Micropaleontology*, 51(4), 319–332. Retrieved from <http://micropal.geoscienceworld.org/content/51/4/319.abstract>
- Erbacher, J., & Thurow, J. (1997). Influence of oceanic anoxic events on the evolution of mid-Cretaceous radiolaria in the North Atlantic and western Tethys. *Marine Micropaleontology*, 30(1-3), 139–158.
- Folk, R. L. (1959). Practical Petrographic Classification of Limestones. *AAPG Bulletin*, 43(1), 1–38. Retrieved from <http://archives.datapages.com/data/bulletns/1957-60/data/pg/0043/0001/0000/0001.htm?doi=10.1306%2F0BDA5C36-16BD-11D7-8645000102C1865D#>
- Forster, A., Schouten, S., Moriya, K., Wilson, P. A., & Damsté, J. S. S. (2007). Tropical warming and intermittent cooling during the Cenomanian/Turonian oceanic anoxic event 2: Sea surface temperature records from the equatorial Atlantic. *Paleoceanography*, 22(1), 1–14. <http://doi.org/10.1029/2006PA001349>
- Frijia, G., & Parente, M. (2008). *Reticulinella kaeveri* Cherchi, Radoičić & Schroeder: a marker for the middle–upper Turonian in the shallow-water carbonate facies of the periadriatic area. *Bollettino Della Società Geologica Italiana*, 127(2), 275–284.
- Frijia, G., & Parente, M. (2008). Strontium isotope stratigraphy in the upper Cenomanian shallow-water carbonates of the southern Apennines: Short-term perturbations of marine ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr during the oceanic anoxic event 2. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 261(1-2), 15–29. doi:10.1016/j.palaeo.2008.01.003

- Frijia, G., Parente, M., & Iannace, A. (2005). Thermal maturity of the southern Apenninic platform unit (southern Italy): constraints from rock-eval pyrolysis Tmax data. *Atti Ticinensi Di Scienze Della Terra*, 10, 95–98.
- Frijia, G., Parente, M., Di, M., & Mutti, M. (2015). Carbon and strontium isotope stratigraphy of the Upper Cretaceous (Cenomanian-Campanian) shallow-water carbonates of southern Italy : Chronostratigraphic calibration of larger foraminifera biostratigraphy. *Cretaceous Research*, 53, 110–139. doi:10.1016/j.cretres.2014.11.002
- Gale, A. ., Smith, A. ., Monks, N. E. ., Young, J. ., Howard, A., Wray, D. ., & Huggett, J. . (2000). Marine biodiversity through the Late Cenomanian-Early Turonian: palaeoceanographic controls and sequence stratigraphic biases. *Journal of the Geological Society*, 157(4), 745–757.
- Gallemí, J., Martínez, M., & Pons, J. M. (1982). Unidades del Cretácico superior en los alrededores de Sant Corneli (Provincia de Lérida). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 935–948.
- Gallemí, J., Martínez, M., & Pons, J. M. (1983). Coniaciane-Maastrichtian of the Tresp Area (South Central Pyrenees). *Newsletters on Stratigraphy*, 12(1), 1–17.
- Gendrot, C. (1968). Stratigraphie et micropaléontologie de la Région des Martigues près Marseille (Bouches-du-Rhône). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 61, 657–694.
- Golubic, S., Radoičić, R., & Lee, S.-J. (2006). Decastronema kotori: a mat-forming cyanobacterium on Cretaceous carbonate platforms and its modern counterparts. *Carnets de Géologie/Netbooks on Geology*, 02, 1–17.
- Golubic, S., Radoičić, R., & Lee, S.-J. (2006). Decastronema kotori: a mat-forming cyanobacterium on Cretaceous carbonate platforms and its modern counterparts. *Carnets de Géologie/Netbooks on Geology*, 02, 1–17.
- Golubic, S., Radoičić, R., & Seong-Joo, L. (2006). Decastronema kotori gen. nov, comb. nov.; a mat-forming cyanobacterium on Cretaceous carbonate platforms and its modern counterpart. *Carnets de Geologie*, 127(3), 285–297. Retrieved from <http://italianjgeo.geoscienceworld.org/content/127/3/285.abstract>
- Gomez-Garrido, A. (1981). Foraminíferos plantónicos de la Formación Reguard (Turonense) en el valle del Flamicell (Prepirineo de Lérida). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Gómez-Garrido, A. (1987). Foraminíferos planctónicos del Cretácico superior surpirenaico. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gradstein, F. M., Ogg, J. G., & Smith, A. G. (2004). *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hallam, A. (1992). *Phanerozoic sea-level changes*. New York: Columbia University Press.

- Hallock, P. (1984). Distribution of selected species of living algal symbiont-bearing foraminifera on two Pacific coral reefs. *Journal of Foraminiferal Research*, 14(4), 250–261. <http://doi.org/10.2113/gsjfr.14.4.250>
- Hallock, P. (1985). Why are Larger Foraminifera Large? *Paleobiology*, 11(2), 195–208. <http://doi.org/10.2307/2400527>
- Hallock, P. (1987). Fluctuations in the trophic resource continuum: A factor in global diversity cycles? *Paleoceanography*, 2(5), 457.
- Hallock, P. (1999). Symbiont-bearing foraminifera. In *Modern foraminifera* (pp. 123–139). Springer Netherlands.
- Hallock, P. (2000). Symbiont-bearing foraminifera: harbingers of global change? *Micropaleontology*, 46(1), 95–104.
- Hamaoui, M. (1973). Barkerina et forms voisines (Foraminifères). *Bulletin de Centre de Recherches Pau-SNPA*, 7, 337–359.
- Hamaoui, M., & Saint-Marc, P. (1970). Microfaunes et microfaciès du Cénomanién du Proche-Orient. *Bulletin Du Centre de Recherches Pau-SNPA*, 4, 257–352.
- Hancock, J. M., & Kauffman, E. G. (1979). The great transgressions of the Late Cretaceous. *Journal of the Geological Society*, 136(1977), 175–186.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., & Vail, P. R. (1987). Chronology of fluctuating sea levels since the triassic. *Science (New York, N.Y.)*, 235(4793), 1156–1167.
- Hardas, P., & Mutterlose, J. (2007). Calcareous nannofossil assemblages of Oceanic Anoxic Event 2 in the equatorial Atlantic: Evidence of an eutrophication event. *Marine Micropaleontology*, 66(1), 52–69.
- Harries, P. J., & Little, C. T. S. (1999). The early Toarcian (Early Jurassic) and the Cenomanian-Turonian (Late Cretaceous) mass extinctions: Similarities and contrasts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 154(1-2), 39–66. [http://doi.org/10.1016/S0031-0182\(99\)00086-3](http://doi.org/10.1016/S0031-0182(99)00086-3)
- Hart, M. B. (1996). Recovery of the food chain after the Late Cenomanian extinction event. *Geological Society, London, Special Publications*, 102, 265–277. <http://doi.org/10.1144/GSL.SP.1996.001.01.20>
- Hart, M. B., Callapez, P. M., Fisher, J. K., Hannant, K., Monteiro, J. F., Price, G. D., & Watkinson, M. P. (2005). Micropalaeontology and Stratigraphy of the Cenomanian / Turonian boundary in the Lusitanian Basin , Portugal. *Journal of Iberian Geology*, 31(2), 311–326.
- Hasegawa, T. (1997). Cenomanian-Turonian carbon isotope events recorded in terrestrial organic matter from northern Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 130(1-4), 251–273.

- Henson, F. R. S. (1948). New Trochamminidae and Verneuilinidae from the Middle East. *Annals and Magazine of Natural History, Series 11, 14*, 605–630.
- Hohenegger, J. (2000). Coenoclines of Larger Foraminifera. *Micropaleontology*, *46*, 127–151. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1486185>
- Hohenegger, J. (2011). *Large Foraminifera: Greenhouse Constructions and Gardeners in the Oceanic Microcosm*. Kagoshima University Museum. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=krhcMwEACAAJ>
- Hottinger, L. & Caus, E. (2009). Meandropsinidae, an ophtalmidid family of Late Cretaceous K-strategist foraminifera endemic in the Pyrenean Gulf. *Neues Jahrbuch Für Geologie Und Paläontologie - Abhandlungen*, *253(2)*, 249–279. <http://doi.org/10.1127/0077-7749/2009/0253-0249>
- Hottinger, L. & Rosell, J. (1973). El Cretácico superior del Montsec. In XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología (pp. 78–85).
- Hottinger, L. (1978). Comparative anatomy of elementary shell structures in selected larger foraminifera. In R. H. Hedley & C. G. Adams (Eds.), *Foraminifera v.3* (pp. 203–266). London: Academic Press.
- Hottinger, L. (1982). Larger foraminifera, giant cells with a historical background. *Naturwissenschaften*, *69(8)*, 361–371. <http://doi.org/10.1007/BF00396687>
- Hottinger, L. (1998). Shallow benthic foraminifera at the Paleocene-Eocene boundary. *Strata Ser.*, *9(1)*, 61–64.
- Hottinger, L. (2000). Functional Morphology of Benthic Foraminiferal Shells, Envelopes of Cells beyond Measure. *Micropaleontology*, *46*, 57–86. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1486181>
- Hottinger, L. (2001). Learning from the past. In R. Levi-Montalcini (Ed.), *Frontiers of Life 4, Discovery and spoliation of the Biosphere* (pp. 449–477). San Diego: Academic Press.
- Hottinger, L. (2006). The “face” of benthic foraminifera. *Bollettino Della Societa Paleontologica Italiana*. Retrieved from http://paleoitalia.org/media/u/archives/075_090_Hottinger.pdf
- Hottinger, L., & Caus, E. (2009). Meandropsinidae, an ophtalmidid family of Late Cretaceous K-strategist foraminifera endemic in the Pyrenean Gulf. *Neues Jahrbuch Für Geologie Und Paläontologie - Abhandlungen*, *253(2)*, 249–279. <http://doi.org/10.1127/0077-7749/2009/0253-0249>
- Jarvis, I., Carson, G. A., Cooper, M. K. E., Hart, M. B., Leary, P. N., Tocher, B. A., Rosenfeld, A. (1988). Microfossil Assemblages and the Cenomanian-Turonian (late Cretaceous) Oceanic Anoxic Event. *Cretaceous Research*, *9(1)*, 3–103.
- Jenkyns, H. C. (2010). Geochemistry of oceanic anoxic events. *Geochemistry, Geophysics*,

Geosystems, 11(3), n/a. <http://doi.org/10.1029/2009GC002788>

- Kaiho, K., & Hasegawa, T. (1994). End-Cenomanian benthic foraminiferal extinctions and oceanic dysoxic events in the northwestern Pacific Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 111(1-2), 29–43.
- Kaminski, M. A. (2004). The Year 2000 Classification of the Agglutinated Foraminifera. *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication*, 8, 237–255.
- Kaminski, M. A. (2014). The year 2010 classification of the agglutinated foraminifera. *Micropaleontology*, 60(1), 89–108.
- Korbar, T., Glumac, B., Tesovic, B. C., & Cadieux, S. B. (2012). Response of a carbonate platform to the Cenomanian-Turonian Drowning and OAE 2: a case study from the Adriatic Platform (Dalmatia, Croatia). *Journal of Sedimentary Research*, 82(3), 163–176. <http://doi.org/10.2110/jsr.2012/17>
- Kuypers, M. M. M., Richard, D., & Pancost, D. (2002). Enhanced productivity led to increased organic carbon burial in the euxinic North Atlantic basin during the late Cenomanian oceanic anoxic event. *Paleoceanography*, 17(4), 3–1–3–13. <http://doi.org/10.1029/2000PA000569>
- Leckie, R. M., Bralower, T. J., & Cashman, R. (2002). Oceanic anoxic events and plankton evolution: Biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous. *Paleoceanography*, 17(3), 13–1–13–29. <http://doi.org/10.1029/2001PA000623>
- Lee, J. (2006). Algal symbiosis in larger foraminifera. In *Workshop on Unicellular Symbionts* (Vol. 42, pp. 63–75).
- Linnert, C., Mutterlose, J., & Mortimore, R. (2011). Calcareous Nannofossils From Eastbourne (Southeastern England) and the Paleooceanography of the Cenomanian-Turonian Boundary Interval. *Palaios*, 26, 298–313.
- Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1988). *Foraminiferal Genera and their Classification*, vol.2. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Luperto Sinni, E. (1968). Nummofallotia apula n. sp. Foraminifero del Cretaceo superiore delle Murge. *Bolletino Della Societa Dei Naturalisti in Napoli* Società Dei Naturalisti in Napoli, 77, 93–102.
- Martin R. Langer, L. H. (2000). Biogeography of Selected “Larger” Foraminifera. *Micropaleontology*, 46, 105–126. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1486184>
- Martínez, R. (1982). Ammonoideos cretácicos del Prepirineo de la provincia de Lérida. *Publicaciones de Geología. Universitat Autònoma de Barcelona*, 17, 197.

- Maync, W. (1958). *Feurtillia frequens*, n. gen., n. sp. a new genus of Lituolid foraminifera. *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, 9, 1–3.
- Meletti, C., Patacca, E., & Scandone, P. (2000). Construction of a Seismotectonic Model: The Case of Italy. *Pure and Applied Geophysics*, 157(1), 11–35.
- Mey, P., Nagtegaal, P., Roberti, K. J., & Hartevelt, J. (1968). Litostratigraphic subdivision of Post-Hercynian deposits in the South-Central Pyrenees. *Leidse Geologische Mededelingen*, 41, 221–228.
- Mostardini, F., & Merlini, S. (1986). Appennino centro meridionale: sezione geologiche e proposta di modello strutturale. In 73 Congresso Società Geologica Italiana.
- Muñoz, J. A. (2002). Pyrenees. In W. Gibbons & M. T. Moreno (Eds.), *The Geology of Spain* (pp. 370–385). London: Geological Society of London.
- Muñoz, J. A., Puigdefàbregas, C. & Fontboté, J. M. (1984). Pirineo. In G. de E. 2 IGME (Ed.), *Orógenos Alpinos III* (pp. 161–205).
- Nagtegaal, P. J. C. (1972). Depositional history and clay minerals of the Upper Cretaceous basin in the south-central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, 47(2), 251–275. Retrieved from <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0000484547&origin=inward&txGid=0>
- Noguera, A. M. & Rea, G. (2000). Deep structure of the Campanian–Lucanian Arc (Southern Apennine, Italy). *Tectonophysics*, 324(4), 239–265. [http://doi.org/10.1016/S0040-1951\(00\)00137-2](http://doi.org/10.1016/S0040-1951(00)00137-2)
- Parente, M. & Iannace, A. (2003). Firmgrounds, hardgrounds and incipient drowning in the Upper Cretaceous of the Apenninic Platform (Southern Italy). In 12th Bathurst Meeting, International Conference of Carbonate Sedimentologists (p. Abstracts Volume (Vol. 76).). Durham (UK).
- Parente, M., Frijia, G., & Di Lucia, M. (2007). Carbon-isotope stratigraphy of Cenomanian-Turonian platform carbonates from the southern Apennines (Italy): a chemostratigraphic approach to the problem of correlation between shallow-water and deep-water successions. *Journal of the Geological Society*, 164(3), 609–620. <http://doi.org/10.1144/0016-76492006-010>
- Parente, M., Frijia, G., Di Lucia, M., Jenkyns, H. C., Woodfine, R. G., & Baroncini, F. (2008). Stepwise extinction of larger foraminifers at the Cenomanian-Turonian boundary: A shallow-water perspective on nutrient fluctuations during oceanic anoxic event 2 (Bonarelli event). *Geology*, 36(9), 715–718. <http://doi.org/10.1130/G24893A.1>
- Pearce, M. A., Jarvis, I., & Tocher, B. A. (2009). The Cenomanian-Turonian boundary event, OAE2 and palaeoenvironmental change in epicontinental seas: New insights from the dinocyst and geochemical records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 280(1-2), 207–234.

- Philip, J. M., & Airaud-Crumiere, C. (1991). The demise of the rudist-bearing carbonate platforms at the Cenomanian/Turonian boundary: a global control. *Coral Reefs*, 10(2), 115–125. <http://doi.org/10.1007/BF00571829>
- Philip, J., & Floquet, M. (1993). Late Cenomanian map. In J. Dercourt, M. Gaetani, B. Vrielynck, E. Barrier, B. Biju-DUval, M. F. Brunet, ... M. Sandulescu (Eds.), *Peri-Tethys Programme*, p. 11.
- Pia, J. (1927). Abteilung: Thallophyta. In R. Obenbourg Verlag (Ed.), *Hirmer, M. Handbuch der Paläobotanik* (pp. 31–136). München-Berlin.
- Piuz, A., & Meister, C. (2013). Cenomanian rotaliids (Foraminiferida) from Oman and Morocco. *Swiss Journal of Palaeontology*, 132(2), 81–97. <http://doi.org/10.1007/s13358-013-0054-2>
- Premoli Silva, I., & Sliter, W. V. (1999). Cretaceous paleoceanography: Evidence from planktonic foraminiferal evolution. *Special Paper of the Geological Society of America*. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-70349504115&partnerID=40&md5=cfa5b67cf19b82587e7756af0717bcaa>
- Radoičić, R. (1959). Nekoliko problematičnih mikrofosila iz dinarske Krede (Some problematic microfossils from the Dinaric Cretaceous). *Zavod Za Geološka I Geofizička Istraživanja, Vesnik, Beograd, (Serija A), XVII*, 87–92.
- Raineri, R. (1922). Alghe sifonee fossili della Libia. *Atti Della Società Italiana Di Scienze Naturali E Sel Museo Civico Si Storia Natural in Milano*, 61(1), 72–86.
- Raup, D., & Sepkoski, J. (1986). Periodic Extinction of Families and Genera. *Science*, 231(4740), 833 – 836. <http://doi.org/10.1126/science.11542060>
- Reichel, M. (1931). Sur la structure des Alvéolines. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 24, 289–303.
- Reichel, M. (1937). Étude sur les Alvéolines. *Mémoires de La Société Paléontologique Suisse, Bâle, LVII & LIX*, 147.
- Robles-Salcedo, R., Rivas, G., Vicedo, V., & Caus, E. (2013). Paleoenvironmental Distribution of Larger Foraminifera in Upper Cretaceous Siliciclastic-Carbonate Deposits (Arén Sandstone Formation, South Pyrenees, Northeastern Spain). *Palaios*, 28(9). <http://doi.org/10.2110/palo.2012.p12-125r>
- Said, R., & Kenawy, A. (1957). Foraminifera from the Turonian rocks of Abu-Roash, Egypt. *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, 8(2), 77–86.
- Sartoni, S., & Crescenti, U. (1962). Ricerche biostratigrafiche nel Meso-zoico dell'Appennino meridionale. *Giornale Di Geologia*, 29, 161–293. Retrieved from <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84969528411&origin=inward&txGid=0>
- Scandone, P. (1971). Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. *Serv. Geol. It., Fogli* 199–210.