

## Cronoestratigrafía (Palinología) del Triásico Sudpirenaico y del Pirineo Vasco-Cantábrico

F. Calvet\*, N. Solé de Porta\*\* y J.M. Salvany\*\*\*

\* Departament de Geoquímica, Petrologia i Projecció Geològica. Universitat de Barcelona. 08032, Barcelona.

\*\* Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona. 08032, Barcelona.

\*\*\* Departament d' Enginyeria del Terreny. Universitat Politècnica de Catalunya. 08034, Barcelona.

### RESUMEN

El Triásico sudpirenaico y el Triásico del País Vasco presenta cuatro unidades litoestratigráficas, que de base a techo son: Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper y Formación Isábena. Se ha realizado el estudio palinológico de 100 muestras procedentes de estas unidades, de las cuales 21 han dado resultados positivos.

En el Puerto de Otxondo (País Vasco) la Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas del Buntsandstein ha proporcionado un conjunto palinológico, que por la presencia de *Stellapollenites thiergartii* y la no presencia de *Praecirculina granifer*, determina una edad Anisiense inferior-medio. En Igtüerri, Sant Sebastia de Buseu y Bagà (Les Nogueres-Cadí) la Unidad de Lutitas del Buntsandstein ha proporcionado un conjunto palinológico, que por la presencia de *Illinites kosankeii* y *Stellapollenites thiergartii* y la no presencia de *Praecirculina granifer*, determina una edad Anisiense inferior.

En Hostalets (Les Nogueres) el Muschelkalk ha proporcionado un conjunto palinológico, que por la presencia de *Camerosporites secatus*, y la ausencia de las formas del Carniense, indican una edad Ladiense superior.

En Odèn (Cadí) la zona de tránsito entre la Unidad de Calizas y/o dolomías tableadas (Muschelkalk) y la Unidad de Lutitas grises y carbonatos (Keuper) ha proporcionado *Patinasporites densus*, *Partitispories quadruplicis* y *Staurosaccites quadrifidus*, los cuales determinan un Carniense, posiblemente Carniense medio-superior.

En Noguera de Tor y Adons (Les Nogueres) la parte superior de la Unidad de Lutitas grises y carbonatos de la base del Keuper ha proporcionado un conjunto palinológico formado por *Classopollis*, *Granuloperculatipollis rudis*, *Ovalipollis ovalis*, *Praecirculina granifer* y *Triadispora*. La gran abundancia de *Classopollis* y la presencia de *Granuloperculatipollis rudis* determinan una edad Noriense, posiblemente Noriense inferior-medio.

En La Nou (Pedraforca) la Unidad de Lutitas verdes y carbonatos de la parte alta del Keuper podría ser ya Retiense por haberse encontrado cf. *Deltaidospora* y cf. *Taeniaesporites*.

En Noves de Segre (Les Nogueres) la base de la Formación Isábena ha proporcionado un conjunto palinológico, que por la presencia de *Corollina zwolinskiae* y *Cerebropollenites pseudomassulae* determinan una edad Retiense.

La atribución cronoestratigráfica de las distintas unidades litoestratigráficas triásicas, a partir del análisis palinológico efectuados en nuestro estudio, y de los datos de los conodontos, foraminíferos, y bivalvos ponen de manifiesto la existencia de importantes hiatus estratigráficos en el superciclo triásico de los Pirineos.

**Palabras Clave:** Triásico, Pirineos, Estratigrafía, Conjuntos palinológicos.

## ABSTRACT

This paper presents a general chronostratigraphy of the south Pyrenean Triassic based on palynological studies. The Triassic in Les Noguères-Cadé and the Basque Country areas is divided into the Buntsandstein, Muschelkalk and Keuper facies and the Isábena Formation.

The Conglomeratic, sandstone and lutitic Unit of the Buntsandstein in the Puerto de Otxondo (Basque Country) presents *Stellapollenites thiergartii* and together with the absence of *Praecirculina granifer*, suggests a Lower-middle Anisian age. The Lutitic Unit of the Buntsandstein in Igüerri, Sant Sebastia de Buseu and Bagà (Les Noguères-Cadé) presents *Illinites kosankeii* and *Stellapollenites thiergartii*, and the absence of *Praecirculina granifer*, indicates a Lower Anisian age.

The Muschelkalk in Hostalets (Les Noguères) presents *Camosporites secatus*, suggesting an upper Ladinian age. The transit zone between the Muschelkalk and the Keuper facies in Odèn (Cadé) shows a palynological assemblage with *Patinasporites densus*, *Partitisporites quadruplicis* and *Staurosaccites quadrifidus*, indicating a Carnian age, possibly Middle-upper Carnian.

The lower part of the Keuper in Noguera de Tor and Adons, in the Les Noguères area, presents a palynological assemblage with *Classopollis*, *Granuloperculatipollis rudis*, *Ovalipollis ovalis*, *Praecirculina granifer* and *Triadisporea*. The abundance of *Classopollis* and the presence of *Granuloperculatipollis rudis* suggest a Norian age, possibly lower-middle. The upper part of the Keuper in La Nou (Pedraforca) is Rhaetian in age due to the presence of cf. *Deltaidosporea* and cf. *Taeniasporites*.

The base of the Isábena Formation in Noves de Segre presents *Corollina zwolinskae* and *Cerebropollenites pseudomassulae*, indicating a Rhaetian age.

The palynological studies, together with the foraminifera and conodont data, determine the existence of important stratigraphic hiatuses in the south Pyrenean Triassic supercycle.

**Key Words:** Triassic, Pyrennees, Stratigraphy, Palynological assemblages.

## INTRODUCCION

La mayoría de estudios palinológicos del Triásico sudpirenaico (Baudelot y Taugourdeau-Lantz, 1986; Broutin *et al.*, 1988; Vachard *et al.*, 1989, 1990) y del Triásico norpirenaico (Lucas *et al.*, 1982; Lucas, 1985; Peybernès *et al.*, 1988; Fréchengues *et al.*, 1991) analizan las asociaciones palinológicas en uno o algunos afloramientos. Fréchengues *et al.*, (1992) presentan distintos conjuntos palinológicos de la serie triásica, tanto de la zona nordpirenaica como sudpirenaica.

Baudelot y Taugourdeau-Lantz (1986) citan la presencia de un conjunto palinológico a techo de las facies Keuper en las cercanías de La Pobla de Lillet, que indica una edad Noriense-Retiense. Broutin *et al.*, (1988) presentan una asociación palinológica en la base de los materiales de la facies Buntsandstein en la localidad de Palanca de Noves que indica una edad Thuringiense, y una asociación palinológica en los niveles más pelíticos del Buntsandstein en la localidad de Baro, que determina una edad Anisiense inferior. Vachard *et al.*, (1989, 1990) citan un conjunto palinológico en Bac Grillera, que sugiere una edad Noriense-Retiense, para el techo de las facies Keuper.

En este artículo se expone una síntesis de los trabajos previos (Solé de Porta en Calvet y Anglada, 1987; Calvet *et al.*, 1988) y de trabajos en curso, realizados en el Triásico sudpirenaico y del Pirineo vasco-cantábrico.

Los objetivos de este trabajo són: (1) **Determinar los conjuntos palinológicos** de las facies Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper y de la Formación Isábena del Triásico pirenaico, y (2) **Establecer una escala cronostratigráfica** del superciclo del Triásico pirenaico.

## ENCUADRE ESTRUCTURAL

Los Pirineos se dividen (Fig. 1), mediante la Falla de Pamplona, en un Pirineo vasco-cantábrico, con predominio de estructuras vergentes hacia el N, y en un Pirineo Central-Oriental en el que se distingue una zona norpirenaica, con estructuras vergentes hacia el N, y una zona sudpirenaica con estructuras vergentes hacia el S (Muñoz *et al.*, 1983; Fontboté *et al.*, 1986 y Muñoz *et al.*, 1986).

La zona sudpirenaica está constituida por dos grandes conjuntos de mantos de corrimiento: Mantos Superiores y Mantos Inferiores (Muñoz *et al.*, 1986; Vergés y Martínez, 1988). Los Mantos Superiores (Sierras Marginales, Pedraforca,..) ocupan una gran extensión en el Pirineo Central, y están formados básicamente por una cobertera mesozoica. Los Mantos Inferiores (Unidades de Gavarnie, Les Noguères y Cadé) están compuestos por un zócalo paleozoico, una reducida cobertera mesozoica y una potente serie terciaria.

El Pirineo vasco-cantábrico presenta pliegues y cabalgamientos vergentes al NE, así como un gran desarrollo de diapíros constituidos básicamente por materiales triásicos.

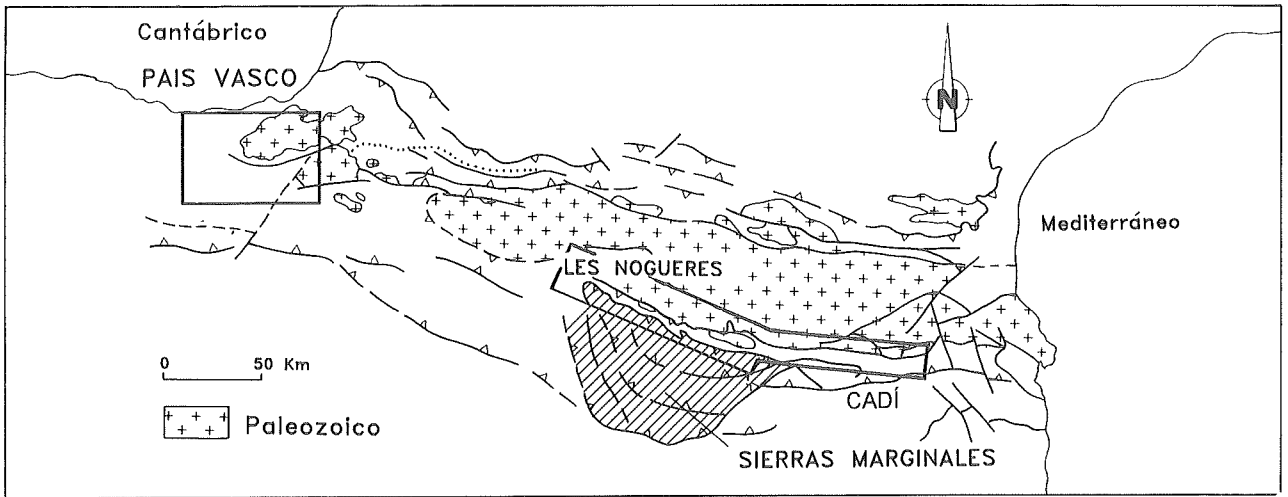


Figura 1. Esquema estructural de los Pirineos y situación de las áreas estudiadas.

Figure 1. Tectonic scheme of the Pyrenees and location of the areas studied.

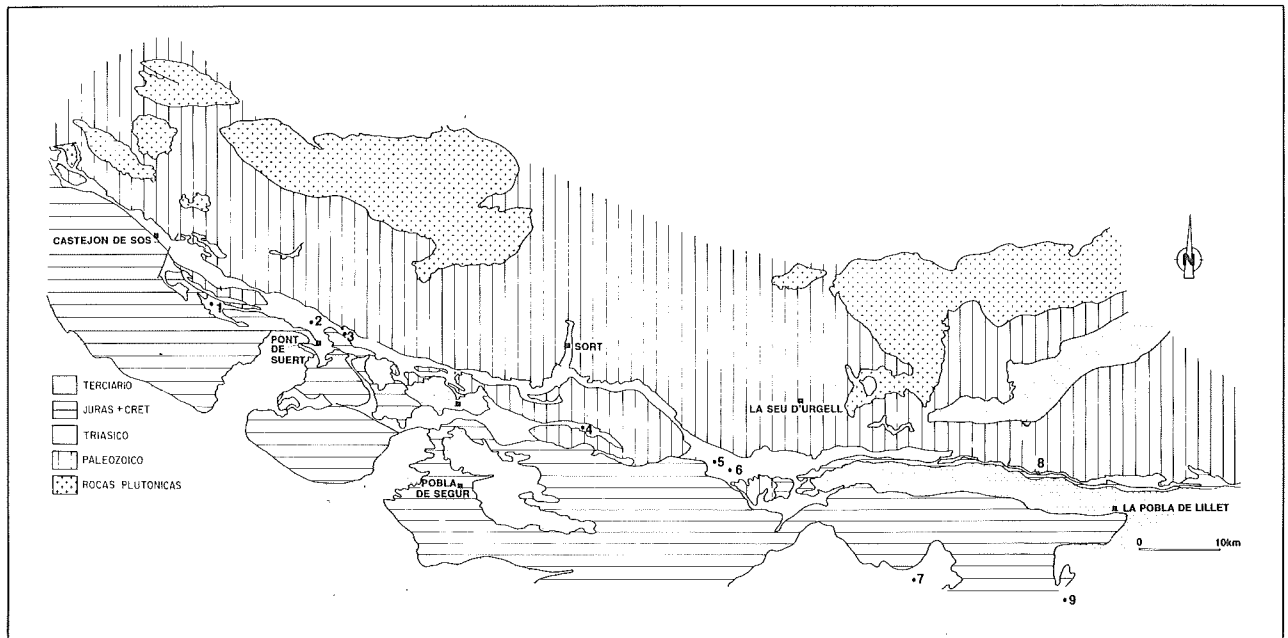


Figura 2. Mapa geológico del área de Les Nogueres-Cadí y situación de las columnas. 1: Adons. 2: Noguera de Tor. 3: Igüerri. 4: Sant Sebastia de Buseu. 5: Noves de Segre. 6: Hostalets. 7: Odèn. 8: Bagà. 9: La Nou.

Figure 2. Geological map of the Les Nogueres-Cadí area and location of the sections studied.

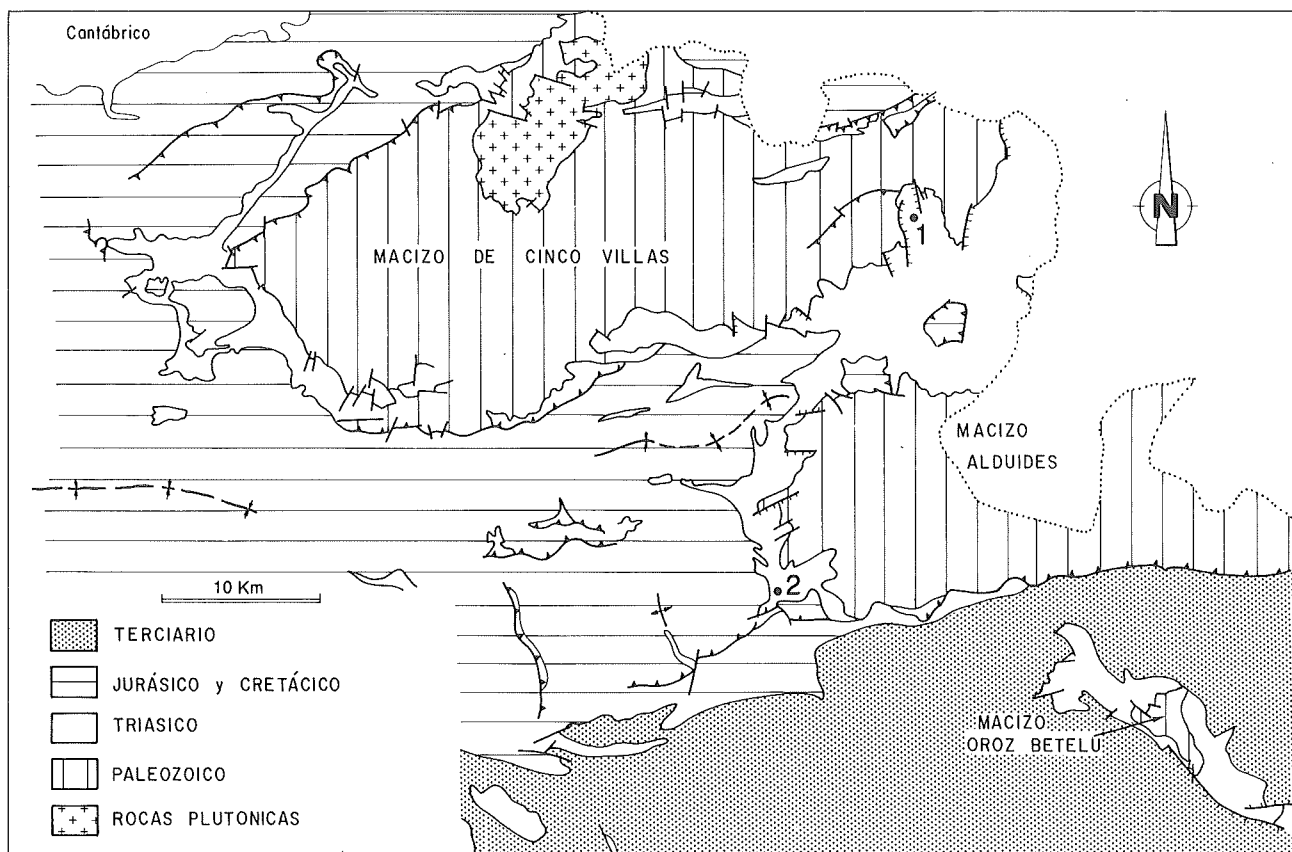


Figura 3. Mapa geológico del País Vasco y situación de los afloramientos. 1: Puerto de Otxondo. 2: Arizu.

Figure 3. Geological map of the Basque Country and location of the sections studied.

## RESULTADOS PALINOLOGICOS DEL TRIASICO PIRENAICO

Se han analizado un total de 100 muestras, de las cuales 33 corresponden a las facies Buntsandstein (mayoritariamente de la Unidad de Lutitas), 10 a las facies Muschelkalk, 50 a las facies Keuper y 7 en la Formación Isábena. El número de muestras positivas ha sido de 21. Las muestras recogidas abarcan una gran área geográfica, desde el Mediterráneo hasta la Cordillera Cantábrica.

### 1. Palinología del Buntsandstein

El estudio palinológico de las facies Buntsandstein ha proporcionado resultados positivos en el área de Les Nogueres-Cadí (Fig. 2) y en el área del País Vasco (Fig. 3). A. Palinología del Buntsandstein del área de Les Nogueres-Cadí

El Buntsandstein de esta área se dispone sobre las distintas formaciones paleozoicas y el Pérmico en "facies

saxoniense" mediante una discordancia angular. En el área de Les Nogueres-Cadí, el Buntsandstein presenta dos megasecuencias granodecrecientes (Gisbert *et al.*, 1985; Aso *et al.*, en prensa), las cuales presentan grandes variaciones de potencia y de asociaciones de facies.

La megasecuencia inferior presenta, en general, una Unidad de Conglomerados en la base y una Unidad de Areniscas y lutitas a techo. La Unidad de Conglomerados, de hasta 15 metros de potencia, está constituida por conglomerados masivos o en ciclos granodecrecientes. La Unidad de Areniscas y lutitas de hasta 60 metros de potencia, presenta mayoritariamente los niveles de areniscas en la base de la unidad, los cuales muestran estratificación cruzada. En Palanca de Noves Broutin *et al.*, (1988) citan una asociación palinológica en la base de esta unidad atribuible al Thuringiense.

La megasecuencia superior presenta en general una Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas en la base y una Unidad de Lutitas a techo. La Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas esta básicamente constituida

TABLA I. Conjuntos palinológicos de la Unidad de Lutitas del Buntsandstein en Les Nogueres-Cadé.

TABLE I. Palynological assemblages of the Lutitic Unit of the Buntsandstein in the Les Nogueres-Cadé area.

<p>• UNIDAD DE LUTITAS</p> <p>- Afloramiento de Igüerri (Muestras PNMI-1 Y PNMI-2)</p> <p><i>Triadispورا falcata</i> Klaus 1964</p> <p><i>Triadispورا crassa</i> Klaus 1964</p> <p><i>Triadispورا</i> sp.</p> <p><i>Illinites kosankei</i> Klaus 1964</p> <p><i>Jugasporites</i> sp.</p> <p><i>Angustisulcites klausii</i> Freudenthal 1964</p> <p><i>Alisporites grauvogelii</i> Klaus 1964</p> <p><i>Alisporites</i> sp.</p> <p>cf. <i>Vollziaeasporites heteromorpha</i> Klaus 1964</p> <p><i>Stellapollenites thiergartii</i> (Mädler) Clement-Westerhof et al. 1974</p> <p><i>Striatoabielites aytugii</i> (Visscher) Scheuring 1978</p> <p><i>Cycadopites</i> sp.</p> <p>Bialados indet.</p> <p>- Afloramiento de Sant Sebastia de Buseu (Muestras PNSS-1, PNSS-2 y PNSS-3)</p> <p>cf. <i>Cyclotriletes</i> sp.</p> <p><i>Triadispورا crassa</i> Klaus 1964</p> <p><i>Triadispورا falcata</i> Klaus 1964</p> <p><i>Triadispورا staplini</i> (Jansonius) Klaus 1964</p> <p><i>Triadispورا plicata</i> Klaus 1964</p> <p><i>Triadispورا</i> cf. <i>epigona</i> Klaus 1964</p> <p><i>Triadispورا</i> sp.</p> <p><i>Angustisulcites klausii</i> Freudenthal 1964</p> <p><i>Alisporites grauvogelii</i> Klaus 1964</p> <p><i>Alisporites</i> sp.</p> <p><i>Platysaccus</i> sp.</p> <p><i>Vollziaeasporites heteromorpha</i> Klaus 1964</p> <p><i>Stellapollenites thiergartii</i> (Mädler) Clement-Westerhof et al. 1974</p> <p><i>Lunatisporites</i> sp.</p> <p><i>Sulcatiporites</i> sp.</p> <p><i>Microcachrydites fastidioides</i> (Jansonius) Klaus 1964</p> <p><i>Chordasporites</i> sp.</p> <p><i>Falcisporites snopkovae</i> Visscher 1966</p> <p><i>Cuneatisporites</i> sp.</p> <p><i>Illinites kosankei</i> Klaus 1964</p> <p><i>Dyupetalum</i> cf. <i>vicentinense</i> Brugman 1983</p> <p><i>Cycadopites</i> sp.</p> <p>Monosaccate indet.</p> <p>Bialados indet.</p> <p>- Afloramiento de Bagà (Muestra PCBG-1)</p> <p><i>Triadispورا</i> sp.</p> <p>Bialados indet.</p>
--

por ciclos métricos granodecrecientes de conglomerados, areniscas y lutitas, y tiene hasta 100 metros de potencia. Broutin *et al.*, (1988) citan la presencia en Baro de un conjunto palinológico a techo de esta unidad que determina una edad Anisiense. La Unidad de Lutitas está formada básicamente por lutitas rojas, verdes, grises y negras, y su potencia varía de 16 a 22 metros. El límite inferior es un nivel de areniscas con cantos y/o un nivel de paleosuelos carbonatados. El límite superior, a escala de afloramiento, es un paso gradual a las facies carbonatadas del Muschelkalk. Esta unidad presenta dos tramos; uno inferior, de lutitas rojas con diferente proporción de areniscas rojas; y uno superior, de lutitas grises a negras, con niveles ondulados de potencia centimétrica de dolomías ocreas. En Igüerri, Sant Sebastia de Buseu y Bagà el tramo de lutitas grises de esta unidad (Fig. 4) ha

TABLA II. Conjuntos palinológicos de la Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas y de la Unidad de Lutitas del Buntsandstein del País Vasco.

TABLE II. Palynological assemblages of the Conglomeratic, sandstone and lutitic Unit and of the Lutitic Unit of the Buntsandstein in the Basque Country.

<p>• UNIDAD DE CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y LUTITAS</p> <p>- Afloramiento del Puerto de Otxondo (Muestra PBPO-5)</p> <p><i>Calamospora</i> sp.</p> <p><i>Triadispورا</i> sp.</p> <p><i>Alisporites</i> sp.</p> <p><i>Platysaccus</i> sp.</p> <p><i>Striatoabielites aytugii</i> Visscher 1966</p> <p><i>Stellapollenites thiergartii</i> (Mädler) Clement-Westerhof et al. 1974</p> <p>• UNIDAD DE LUTITAS</p> <p>- Afloramiento de Arizu (Muestra PBRI-1)</p> <p><i>Triadispورا</i> sp.</p>
--

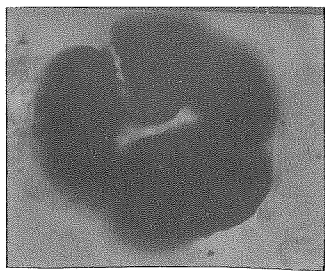
proporcionado distintos conjuntos palinológicos (Tabla I y Lámina I).

La presencia de *Illinites kosankei* y *Stellapollenites thiergartii* en la Unidad de Lutitas determina una edad Anisiense. Asimismo, la no presencia de ningún grano de *Praecirculina granifer*, que hace su primera aparición en el Anisiense superior, excluye la atribución del Anisiense superior para la Unidad de Lutitas, por lo que esta unidad es posiblemente de edad Anisiense inferior.

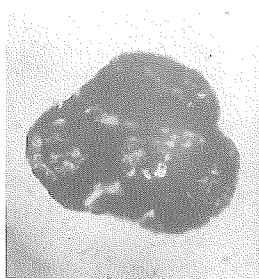
## B. Palinología del Buntsandstein del País Vasco.

Los depósitos del Buntsandstein se disponen sobre distintas formaciones paleozoicas mediante una discordancia angular, y presentan dos megasecuencias granodecrecientes. Las facies Buntsandstein del País Vasco, en concreto las del valle del Baztan, han sido divididas (Müller, 1969, 1973) en cuatro unidades, que de base a techo son: 1) Unidad de Conglomerados; 2) Unidad de Areniscas; 3) Unidad de Conglomerados, areniscas y Lutitas y 4) Unidad de Lutitas.

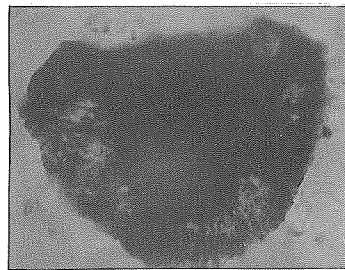
La megasecuencia inferior presenta una Unidad de Conglomerados en la base y una Unidad de Areniscas a techo. La Unidad de Conglomerados, de hasta 40 metros de potencia, se dispone en estratos métricos y presenta los cantos (principalmente de cuarzo y cuarcita) redondeados. La Unidad de Areniscas, con una potencia de 40 a 200 metros, está constituida básicamente por areniscas en estratos de 0.2 a 2 metros de potencia, con estratificación cruzada de gran escala.



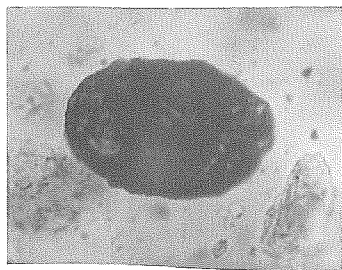
1



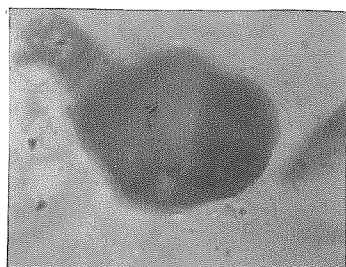
2



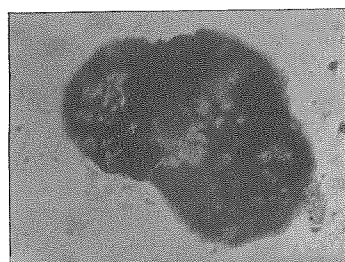
3



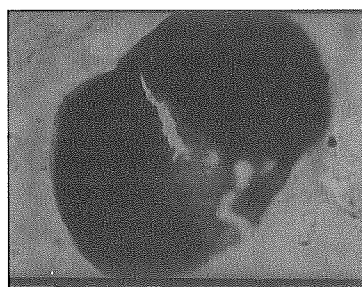
4



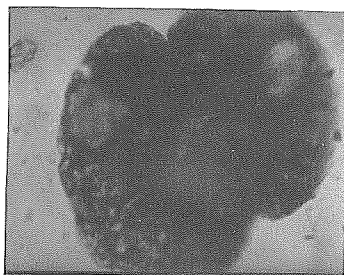
5



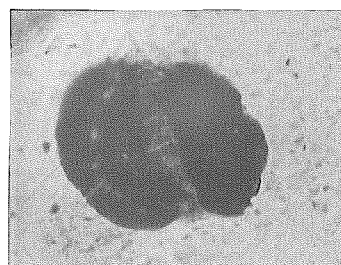
6



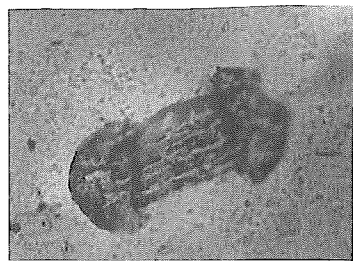
7



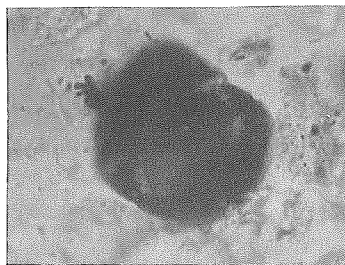
8



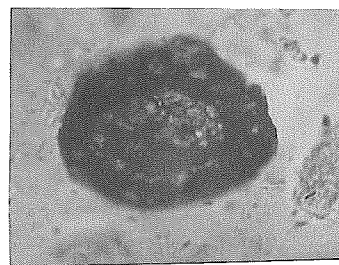
9



10



11



12

LAMINA I. Palinomorfos del Anisiense inferior-medio.

Todas las figuras x500.

1-2. *Stellapollenites thiergartii*

3. *Dyupetalum cf. vicentinense*

4. *Illinites kosankei*

5. *Alisporites grauvogeli*

6. *Triadispora falcata*

7. *Alisporites* sp.

8-9. *Angustisulcites klausii*

10. *Striatoabieites aytugii*

11. *Triadispora crassa*

12. Monosaccate indet.

PLATE I. Lower-middle Anisian. Magnification: x500.

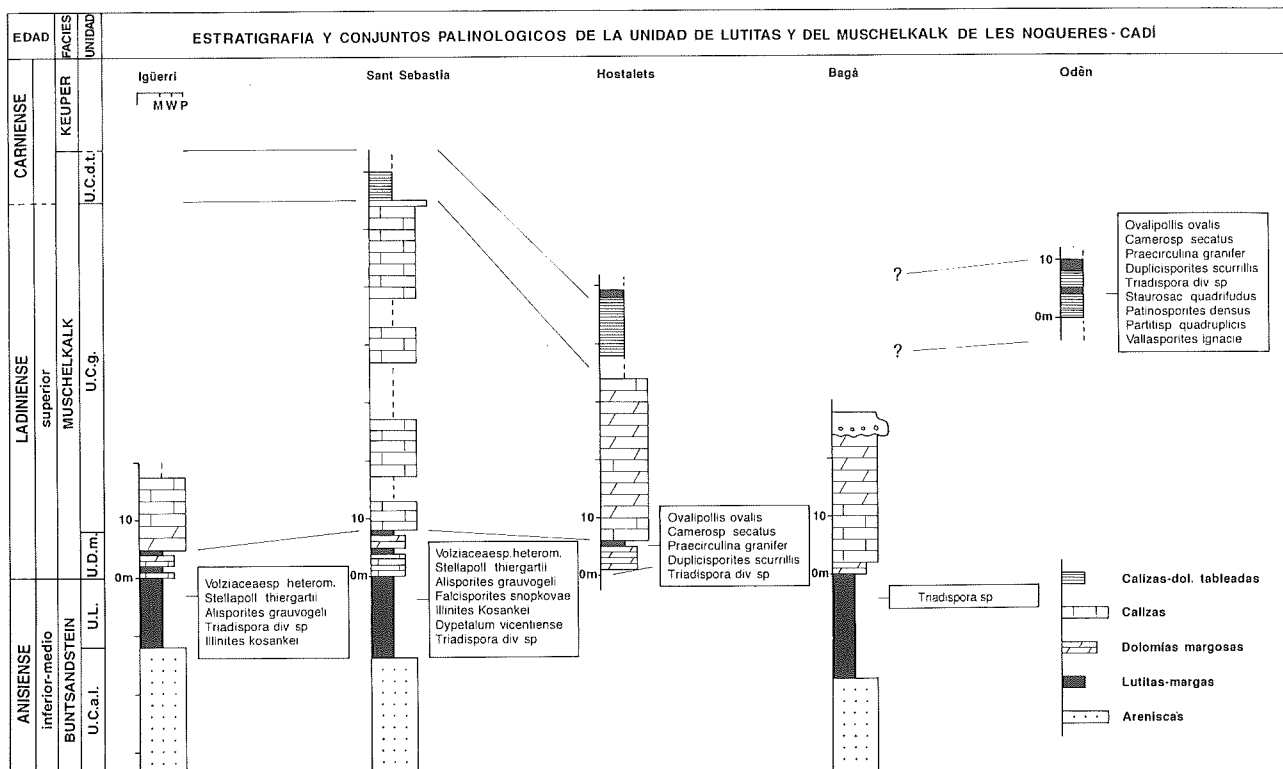


Figura 4. Estratigrafía de la Unidad de Lutitas del Buntsandstein y del Muschelkalk en el área de Les Nogueres-Cadif y situación de los principales conjuntos palinológicos. U.C.a.l.= Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas. U.L.= Unidad de Lutitas. U.D.m.= Unidad de Dolomías margosas. U.C.g.= Unidad de Calizas grises. U.C.d.t.= Unidad de Calizas y/o dolomías tableadas.

Figure 4. Stratigraphy of the Lutitic Unit of the Buntsandstein and of the Muschelkalk in the Les Nogueres-Cadif area, and location of the main palynological assemblages.

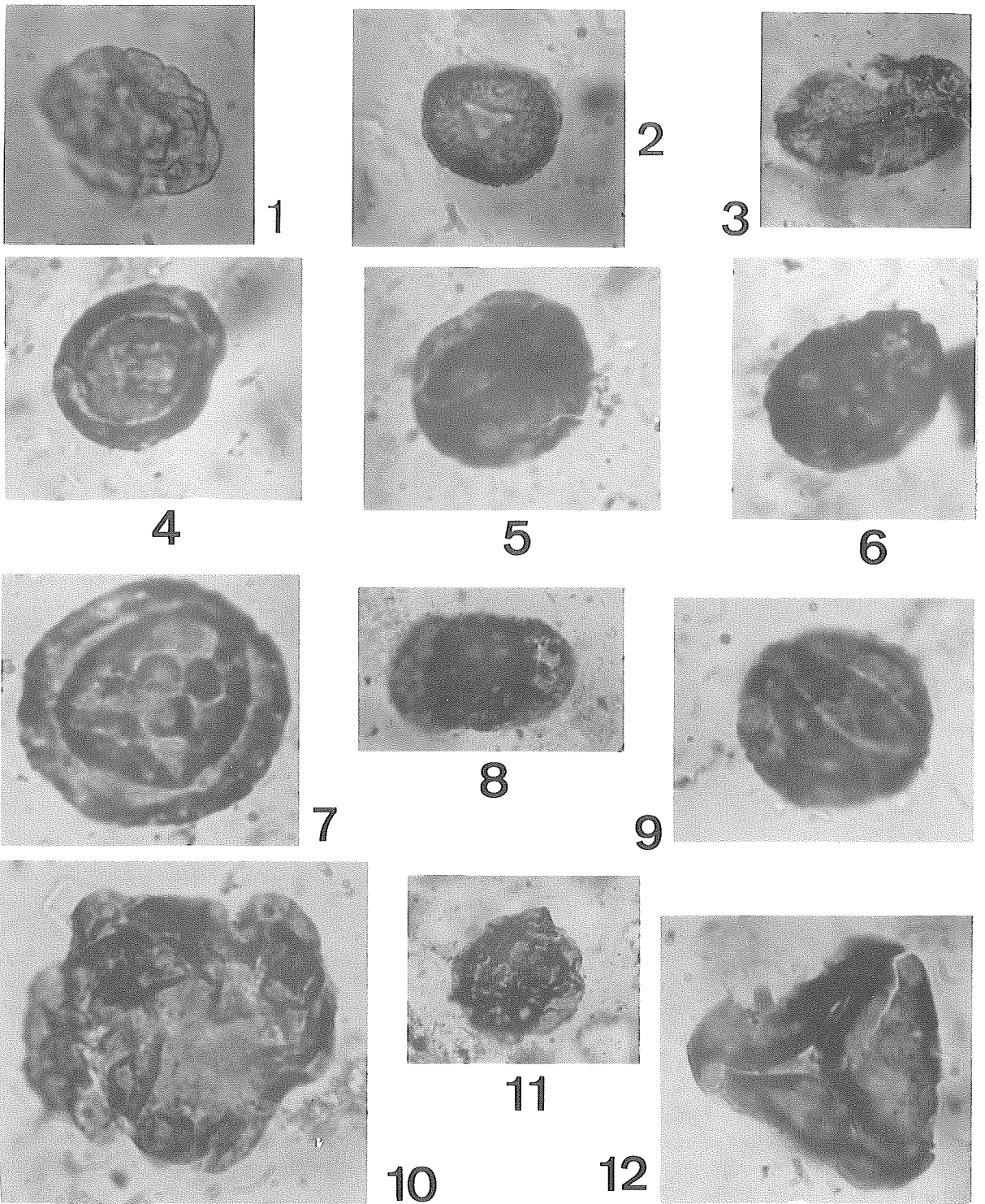
La megasecuencia superior está constituida por una Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas en la base y por una Unidad de Lutitas a techo. La Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas, se dispone en secuencias granodecreciente arenoso-lutíticas de 1 a 10 metros de potencia. Los niveles de areniscas presentan base erosiva con cantos blandos, y localmente niveles centimétricos de microconglomerados, y estratificación cruzada. Hacia la parte inferior de esta unidad los materiales son de color rojo, mientras que hacia la parte superior pueden presentar coloraciones verdosas o gris-verdosas. Estos últimos niveles presentan paleoflora (Müller, 1969, 1973; Igme, 1974), como el localizado en las cercanías del Puerto de Otxondo (Fig. 3). El estudio palinológico de este afloramiento ha proporcionado un conjunto palinológico (Tabla II), que por la presencia de *Stellapollenites thiergartii* y la ausencia de *Praecirculina granifer* permiten determinar una edad Anisiense inferior-media.

La Unidad de Lutitas, está constituida básicamente por

lutitas rojas, verdes y versicolores, y una potencia de 30 a 55 metros. El límite superior, a nivel de afloramiento, es un contacto gradual y muy rápido respecto a las facies carbonatadas del Muschelkalk. Esta unidad presenta tres tramos, más o menos diferenciados, que de base a techo son: i) tramo inferior de lutitas ocreas con niveles ondulados de potencia centimétrica de dolomías ocreas, interpretados como domos estromatolíticos; ii) tramo intermedio de lutitas rojas y iii) tramo superior de lutitas versicolores y gris-verdosas, que localmente presentan niveles de domos estromatolíticos, y que en la localidad de Arizu (Fig. 3) ha proporcionado solamente *Triadispora* sp.

## 2. Palinología del Muschelkalk

El estudio palinológico del Muschelkalk (Fig. 4) solamente ha proporcionado resultados positivos en el área de Les Nogueres-Cadif. En gran parte de esta área, el Muschelkalk está representado por una sola barra carbonatada aunque Fréchengues *et al.*, (1990, 1991, 1992) y Fréchengues y Peybernès (1991a,b) citan la presencia de



LAMINA II. Palinomorfos del Ladiniense, Noriense y Retiense. Todas las figuras x1000, excepto las que se indican.

1. *Camosporites secatus*. Ladiniense superior.
2. *Granuloperculatipollis rudis*. Noriense.
3. *Ovalipollis ovalis*. Retiense. x500.
- 4-5. *Corollina meyeriana*. Retiense.
- 6-9. *Corollina zwolinskae*. Retiense.
7. *Polycingulatisporites* sp. Retiense.

8. *Triadispora* sp. Retiense. x500.
10. *Cerebropollenites pseudomassulae*. Retiense.
11. *Cerebropollenites pseudomassulae*. Retiense. x500.
12. *Deltoidospora toralis*. Retiense.

PLATE II. Magnification: x1000; except: 3, 8, 11: x500.



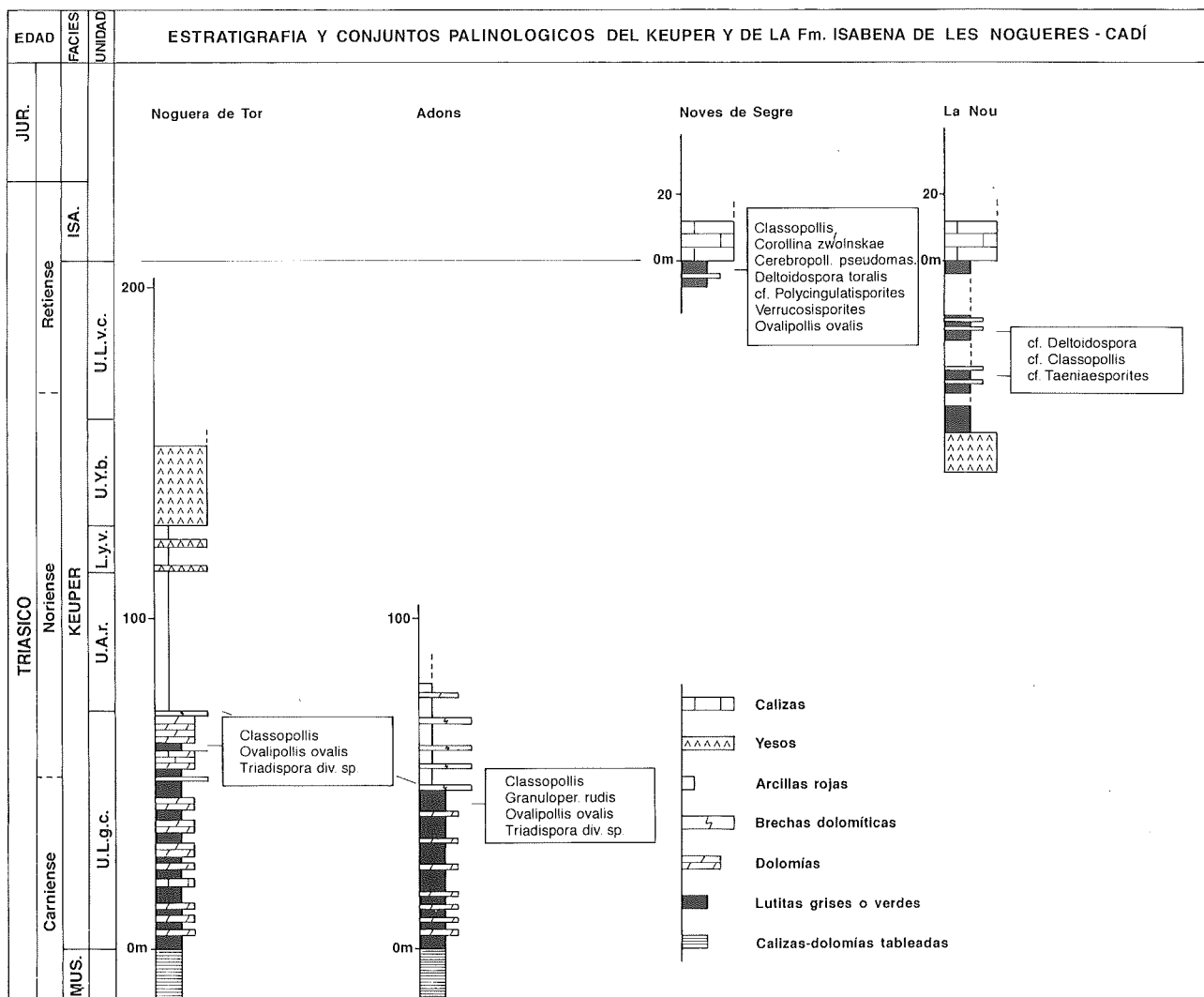


Figura 5. Estratigrafía del Keuper y de la Formación Isábena en el área de Les Nogueres-Cadé y situación de los principales conjuntos palinológicos. U.L.g.c.= Unidad de Lutitas grises y carbonatos. U.A.r.= Unidad de Arcillas rojas. U.L.y.v.= Unidad de Lutitas yesíferas versicolores. U.Y.b.= Unidad de Yesos blancos. U.L.v.c.= Unidad de Lutitas verdes y carbonatos. MUS.= Muschelkalk. ISA.= Formación Isábena.

Figure 5. Stratigraphy of the Keuper and of the Isábena Formation in the Les Nogueres area, and location of the main palynological ensembles.

dos barras carbonatadas al sur de Pont de Suert de edad Anisiense y Ladiniense respectivamente.

El Muschelkalk presenta, de la base a techo, las siguientes unidades litoestratigráficas (Calvet y Anglada, 1987): 1) Unidad de Dolomías margosas, de 2 a 8 metros de potencia, constituida por dolomías margosas ocreas con laminación milimétrica y lutitas. El límite superior de esta unidad suele estar representado por un nivel decimétrico de lutitas grises, el cual en Hostalets ha proporcionado un conjunto palinológico (Tabla III y Lámina II-1) que por la presencia de *Camerosporites seca-*

*tus* nos indicaría un Ladiniense superior, ya que faltan todas las formas del Carniense. 2) Unidad de Calizas grises, de 20 a 70 metros de potencia, constituida por una amplia variedad de facies, desde mudstones a grainstones oolíticos. Estas facies pueden estar parcialmente o totalmente dolomitizadas. 3) Unidad de Calizas y/o dolomías tableadas, de 15 a 30 metros de potencia, básicamente constituida por calizas y/o dolomicritas tableadas, que en la localidad de Odèn ha proporcionado, en el tránsito de esta unidad a las facies Keuper, un conjunto palinológico (Tabla III) que indica una edad Carniense, posiblemente medio-superior.

TABLA III. Conjuntos palinológicos del Muschelkalk del área de Les Nogueres-Cadé.

TABLE III. Palynological assemblages of the Muschelkalk in the Les Nogueres-Cadé area.

<p>• UNIDAD DE DOLOMIAS MARGOSAS</p> <p>- Afloramiento de Hostaletz (PCHO-1)</p> <p><i>Triadispora</i> cf. <i>suspecta</i> Scheuring 1970  <i>Triadispora</i> sp.  <i>Ovalipollis ovalis</i> (Krutzsch) Scheuring 1970  cf. <i>Microcachrydites fastidioides</i> (Jansonius) Klaus 1964  <i>Lunatisporites acutus</i> Leschik 1955  <i>Praecirculina granifer</i> (Leschik) Klaus 1970  <i>Duplicisporites scurrilis</i> Scheuring 1970  <i>Camerospirites secatus</i> Leschik 1955  Bialados indet.</p> <p>• UNIDAD DE CALIZAS Y/O DOLOMIAS TABLEADAS</p> <p>- Afloramiento de Odén (Muestra POCO-2)</p> <p><i>Ovalipollis ovalis</i> (Krutzsch) Scheuring 1970  <i>Ovalipollis cultus</i> Scheuring 1970  <i>Staurosaccites quadridius</i> Dolby 1976  <i>Triadispora plicata</i> Klaus 1964  <i>Triadispora</i> sp.  <i>Microcachrydites fastidioides</i> (Jansonius) Klaus 1964  <i>Praecirculina granifer</i> (Leschik) Klaus 1970  <i>Camerospirites secatus</i> Leschik 1955  <i>Duplicisporites scurrilis</i> Scheuring 1970  <i>Palinosporites densus</i> Leschik 1955  <i>Vallasporites ignacii</i> Leschik 1955  <i>Partitisporites quadruplicis</i> (Scheuring) Van der Eem 1983  Bialados indet.</p>
---

TABLA IV. Conjuntos palinológicos del Keuper del área de Les Nogueres-Cadé.

TABLE IV. Palynological assemblages of the Keuper in the Les Nogueres-Cadé area.

<p>• UNIDAD DE LUTITAS GRISES Y CARBONATOS</p> <p>- Afloramiento de Noguera de Tor (Muestra PNNT-4)</p> <p><i>Triadispora</i> sp.  <i>Ovalipollis ovalis</i> (Krutzsch) Scheuring 1970  <i>Ovalipollis</i> cf. <i>cultus</i> Scheuring 1970  <i>Classopollis</i> sp.  <i>Cycadopites</i> sp.  Bialados indet.</p> <p>- Afloramiento de Adons (Muestras ADO-17 y ADO-19)</p> <p><i>Triadispora crassa</i> Klaus 1964  <i>Triadispora</i> sp.  <i>Alisporites</i> sp.  <i>Ovalipollis ovalis</i> (Krutzsch) Scheuring 1970  <i>Classopollis</i> sp.  <i>Granuloperculatipollis rudis</i> Venk. &amp; Goczan 1964  Bialados indet.</p> <p>• UNIDAD DE LUTITAS VERDES Y CARBONATOS</p> <p>- Afloramiento de La Nou (Muestras PPLN-1, PPLN-2 y PPLN-3)</p> <p>cf. <i>Deltoidospora</i>  cf. <i>Classopollis</i>  cf. <i>Taeniaesporites</i>  Bialados indet.</p>
---

### 3. Palinología del Keuper

El estudio palinológico de las facies Keuper ha proporcionado resultados positivos en el área de Les Nogueres-Cadé (Figs. 5 y 6) y en la zona diapírica del Pirineo vasco-cantábrico.

#### A. Palinología del Keuper del área de Les Nogueres-Cadé.

El Keuper de esta área se ha dividido en cinco unidades (Salvany, 1990a) que de base a techo son: 1) Unidad de Lutitas grises y carbonatos, de 40 a 60 metros de potencia, constituida por una alternancia de lutitas grises y dolomías margosas. En Noguera de Tor la parte superior de esta unidad ha proporcionado (Tabla IV y Lámina II-2) distintos conjuntos palinológicos que por la gran abundancia de *Classopollis* y la presencia de *Granuloperculatipollis rudis* (cuya primera aparición se sitúa en el Noriense) determina una edad Noriense, posiblemente inferior-medio. 2) Unidad de Arcillas rojas, de 10 a 40 metros de potencia, y constituida por arcillas rojas y niveles carbonatados con sílex. 3) Unidad de Lutitas yesíferas versicolores, con una potencia de 50 a 80 metros, y constituida por arcillas versicolores y yesos. 4) Unidad

de Yesos blancos, de 50-60 metros de potencia, y básicamente constituida por yesos laminados blancos a grises. 5) Unidad de Lutitas verdes y carbonatos, de 13 a 45 metros de potencia, y constituida por lutitas, predominantemente verdes, carbonatos, y algún nivel de areniscas finas. El afloramiento de La Nou ha proporcionado cf. *Deltoidospora*, cf. *Classopollis* y cf. *Taeniaesporites*, lo que parece indicar un Retiense (Tabla IV).

#### B. Palinología del Keuper de la zona diapírica del Pirineo vasco-cantábrico.

Las características estratigráficas del Keuper de la región vasco-cantábrica son mal conocidas debido al carácter diapírico y tectonizado de los afloramientos. En Poza de La Sal se presenta uno de los cortes más completos de las facies Keuper donde, de base a techo, se han distinguido las siguientes unidades (Salvany, 1990b): 1) Unidad de Arcillas rojas (más de 50 m); 2) Unidad de Arcillas rojas con yeso nodular (20 m); 3) Unidad de Yesos laminados y nodulares con arcillas grises (60 m). Por encima, mediante un contacto neto, se disponen las carniolas del Lías inferior, entre las que se intercalan niveles volcanoclásticos.

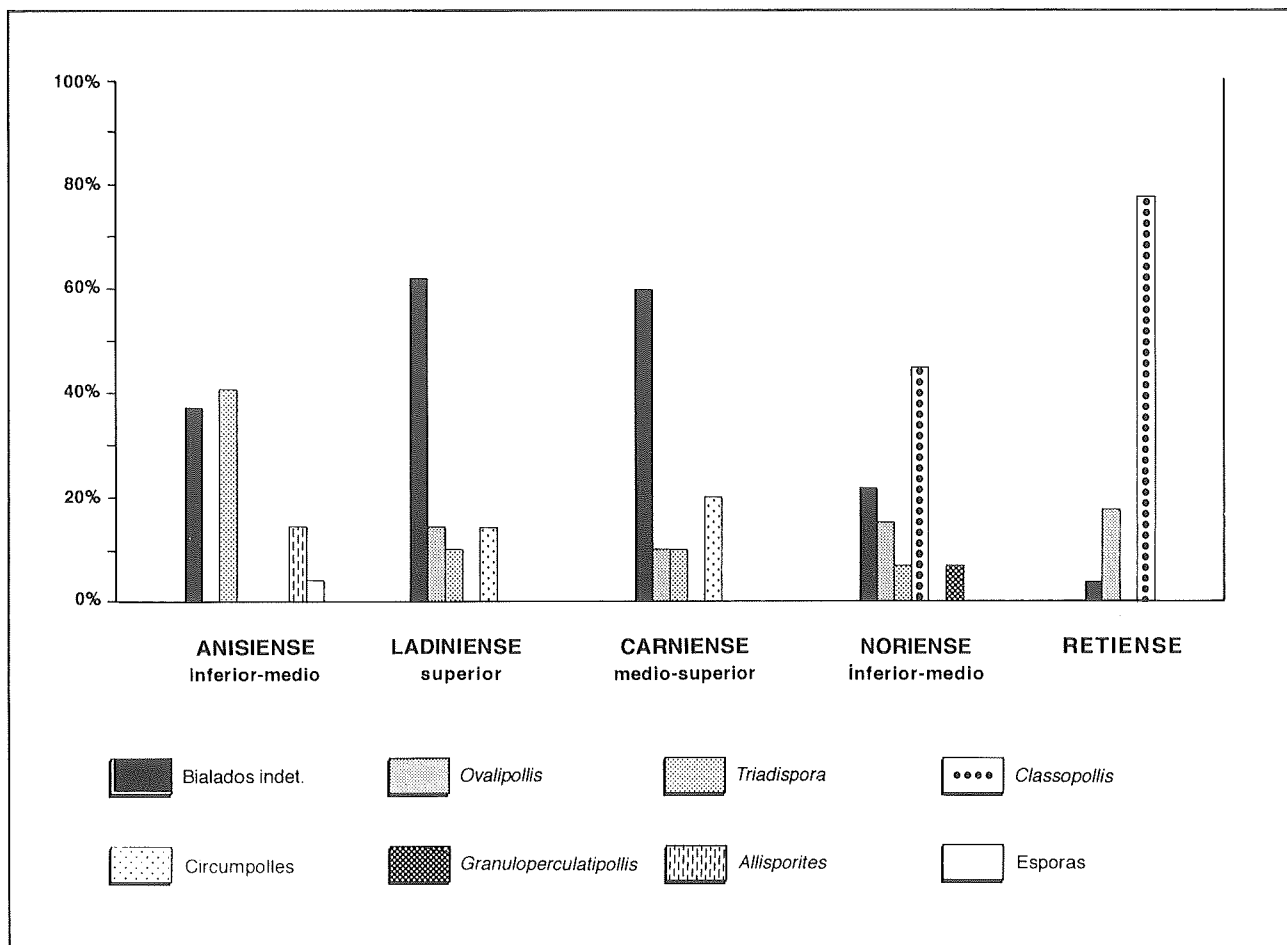


Figura 6. Proporciones entre los principales grupos de palinomorfos en el Triásico del área de Les Nogueres-Cadí.

Figure 6. Proportion of the main palynomorph groups in the Triassic of the Les Nogueres-Cadí area.

El corte de Poza de La Sal no permite reconocer la parte inferior del Keuper a la que probablemente corresponden los potentes tramos yesíferos, de hasta varios centenares de metros de espesor, aflorantes en diferentes puntos de la región vasco-cantábrica (Estella, Reinosa, Aguilar de Campoo, etc.). Estos tramos yesíferos basales del Keuper han proporcionado en Aguilar de Campoo y en Reinosa (Tabla V) distintos conjuntos palinológicos que por la gran abundancia de *Classopollis* y la presencia de *Granuloperculatipollis rudis* determinan una edad Noriense, posiblemente Noriense inferior-medio.

#### 4. Palinología de la Formación Isábena

Solamente en Noves de Segre a base de la Formación Isábena ha proporcionado un conjunto palinológico (Ta-

bla VI y Lámina II-4 a II-12) en el que destaca la presencia de *Cerebropollenites pseudomassulae* y de *Corollina zwolinskae* que indican una edad Retiense. Baudelot y Taugourdeau-Lantz (1986) citan en las cercanías de Poble de Lillet una asociación palinológica que determina una edad Noriense-Retiense a techo de las facies Keuper, y Vachard *et al.*, (1989, 1990) citan una asociación palinológica Retiense en Bac Grillera en la base de la Formación Isábena.

### ASOCIACIONES PALINOLOGICAS

#### 1. Asociación de edad Thuringense

En la localidad de Palanca de Noves (Les Nogueres) la parte inferior de la Unidad de Areniscas y lutitas de la megasecuencia inferior del Buntsandstein ha proporcionado

TABLA V. Conjuntos palinológicos del Keuper de la zona diapírica del Pirineo vasco-cantábrico.

TABLE V. Palynological assemblages of the Keuper in the diapiric zone of the Basque-Cantabrian Pyrenees.

<p>- Alforramiento de Reinosa (Muestra PPR-2)</p> <p><i>Alisporites</i> sp.  <i>Ovalipollis ovalis</i> (Krutzsch) Scheuring 1970  <i>Praecirculina granifer</i> Klaus 1960  <i>Duplicisporites granulatus</i> (Leschik) Scheuring 1970  <i>Classopollis</i> sp.  <i>Granuloperculatipollis rudis</i> Venk. &amp; Goczan 1964</p> <p>- Minas de Aguilar de Campoo ( Muestra PAC-2)</p> <p><i>Triadispora</i> sp.  <i>Ovalipollis ovalis</i> (Krutzsch) Scheuring 1970  <i>Praecirculina granifer</i> Klaus 1960  <i>Duplicisporites granulatus</i> (Leschik) Scheuring 1970  <i>Palinasporites densus</i> Leschik 1955  <i>Camosporites secatus</i> Leschik 1955  <i>Classopollis</i> sp.  <i>Granuloperculatipollis rudis</i> Venk. &amp; Goczan 1964  Bialados indet.</p>
--

nado según Broutin *et al.*, (1988) un conjunto palinológico, que según ellos indica una edad Thuringiense.

A pesar de ser la única datación, por comparación estratigráfica con el Buntsandstein de la Cordillera Ibérica (Doubringer *et al.*, 1990, López-Gómez y Arche, 1992), proponemos una edad Thuringiense para los materiales de la megasecuencia inferior del Buntsandstein sudpirenaico.

## 2. Asociaciones de edad Anisiense

La muestra (PBPO-5) de la Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas (megasecuencia superior) del País Vasco presenta los palinomorfos completamente negros, y solo se ha podido determinar un 4% de *Triadispora*, un 8% de granos referibles a *Voltziaceasporites*, y un 8% de *Stellapollenites thiergartii*, siendo el resto un 80% de Bialados indeterminados. Este conjunto palinológico es Anisiense, posiblemente inferior-medio, por la presencia de *Stellapollenites thiergartii*. Además no se ha encontrado ningún grano referible a *Praecirculina* ni a elementos más modernos.

Las muestras (PNMI-1, PNMI-2, PNSS-1, PNSS-2, PNSS-3 y PCBG-1) de la Unidad de Lutitas (megasecuencia superior del Buntsandstein) del área de Les Nogueres-Cadí presentan la siguiente media de los grupos de microflora: los Bialados indeterminados representan un 37%, el grupo *Triadispora* representa el 41%, *Alisporites grauvogeli* alcanza el 18% y el grupo de las Es-

TABLA VI. Conjuntos palinológicos de la Formación Isábena.

TABLE VI. Palynological assemblages of the Isábena Formation.

<p>- Alforramiento de Noves de Segre (Muestras PINO-1 y PINO-3)</p> <p><i>Calamospora</i> sp.  <i>Deltoidospora toralis</i> Leschik 1955  cf. <i>Polycingulatisporites</i>  <i>Varrucosporites</i> sp.  <i>Triadispora</i> sp.  <i>Ovalipollis ovalis</i> (Krutzsch) Scheuring 1970  <i>Alisporites</i> sp.  <i>Classopollis</i> sp.  <i>Corollina meyeriana</i> (Klaus) Venkatachala &amp; Goczan 1967  <i>Corollina zwolinskiae</i> Lund 1977  <i>Cerebropollenites pseudomassulae</i> (Madler) Boudelot &amp; Taugourdeau-Lantz 1986  Bialados indet.</p>
--

poras esta representado por un 4% (Fig. 6). Este conjunto palinológico es Anisiense, posiblemente inferior, por la presencia de *Illinites kosankei* y de *Stellapollenites thiergartii*. Además no se ha encontrado ningún grano referible a *Praecirculina* ni a elementos más modernos.

Asociaciones palinológicas similares a las descritas han sido citadas en el Complejo lutítico-carbonático-evaporítico de la parte alta del Buntsandstein de las Cordilleras Costero Catalanas (Solé de Porta *et al.*, 1987)

## 3. Asociación de edad Ladiniense

La muestra (PCHO-1) de la Unidad de Dolomías margosas de las facies Muschelkalk del área de Les Nogueres-Cadí, presenta un 62% de Bialados indeterminados, un 14% de *Ovalipollis*, un 10% de *Triadispora*, y un 14% de Circumpolles (Fig. 6). La baja proporción de *Triadispora* se atribuye a la dificultad de separarla de los Bialados indeterminados. Este conjunto palinológico es atribuible al Ladiniense superior, por la presencia de *Camosporites secatus* y la ausencia de las formas del Carniense.

## 4. Asociación de edad Carniense

La muestra (PPCO-2) de la zona de tránsito entre la Unidad de Calizas y/o dolomías tableadas del Muschelkalk y de la Unidad de Lutitas grises y carbonatos del Keuper presenta un 60% de Bialados indeterminados,

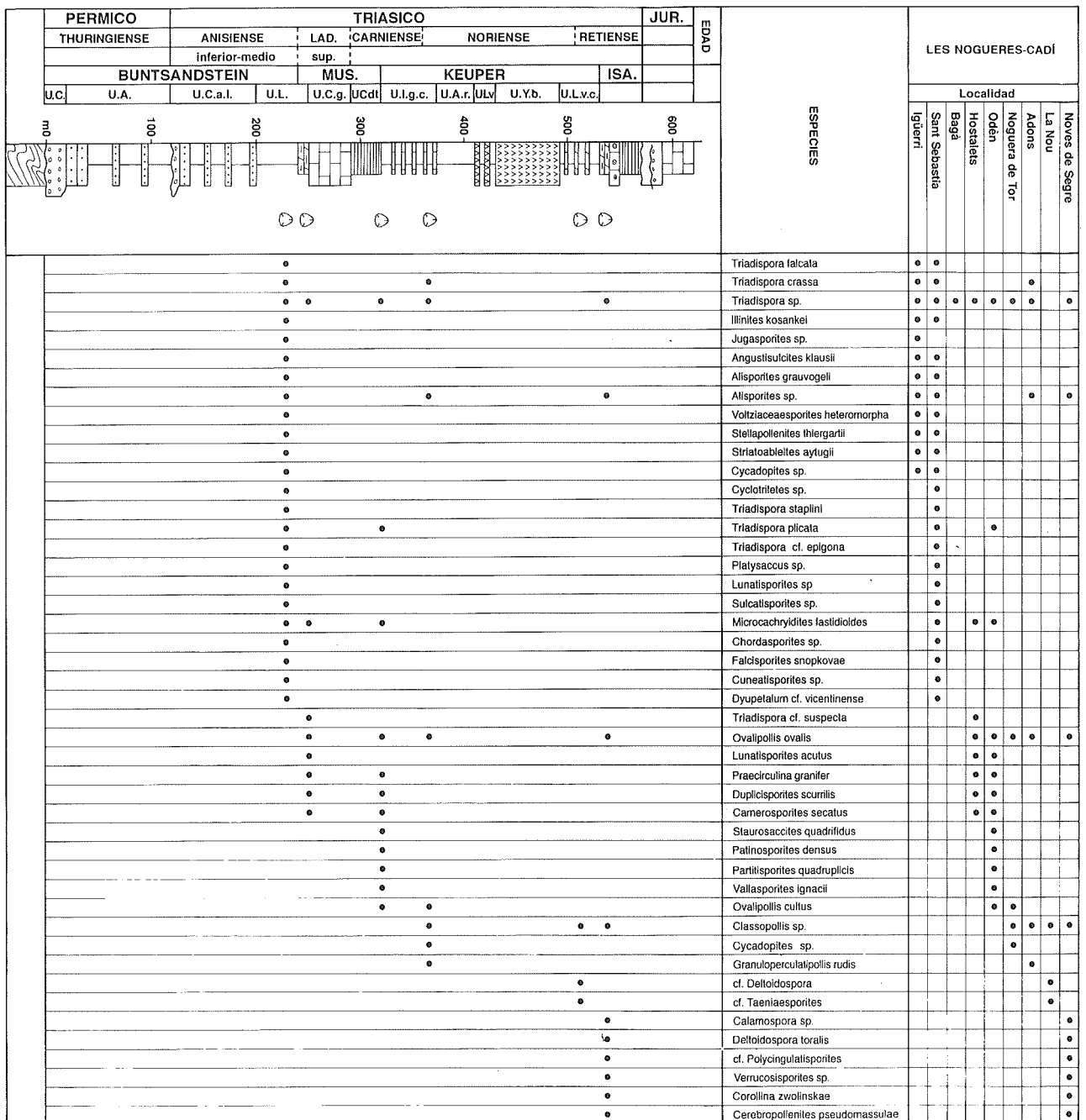


Figura 7. Serie estratigráfica sintética del Triásico en el área de Les Nogueres-Cadí y relación de las principales especies de microflora. LAD.= Ladinense. U.C.= Unidad de Conglomerados. U.A. Unidad de Areniscas. U.C.a.l.= Unidad de Conglomerados, areniscas y lutitas. U.L.= Unidad de Lutitas. U.C.G.= Unidad de Calizas grises. U.C.d.t.= Unidad de Calizas y/o dolomías tableadas. U.L.g.c.= Unidad de Lutitas grises y carbonatos. U.A.r.= Unidad de Arcillas rojas. U.L.v.= Unidad de Lutitas yesíferas versicolores. U.Y.b.= Unidad de Yesos blancos. U.L.v.c.= Unidad de Lutitas verdes y carbonatos.

Figure 7. Composite stratigraphic section of the Triassic in the Les Nogueres-Cadí area and its relation to the main microflora species.

un 10% de *Ovalipollis*, un 10% de *Triadispora* y un 20% de Circumpolles (Fig. 6). Este conjunto palinológico es atribuible al Carniense, posiblemente medio-superior, por la presencia de *Patinosporites densus*, *Patitisorites quadruplicis* y *Staurosaccites quadrifidus*.

## 5. Asociación de edad Noriense

Las muestras (PNNT-4, ADO-17, ADO-19) de la Unidad de Lutitas grises y carbonatos del Keuper del área de Les Nogueres-Cadí presentan un 22% de Bialados indeterminados, un 16% de *Ovalipollis*, un 7% de *Triadispora*, un 48% de *Classopollis*, y un 7% de *Granuloperculatipollis* (Fig. 6). Este conjunto palinológico determina una edad Noriense, posiblemente inferior-medio, por la gran abundancia de *Classopollis* y la presencia de *Granuloperculatipollis rudis*.

## 6. Asociación de edad Retiense

Las muestras (PPLN-1 y PPLN-2) de la Unidad de Lutitas verdes y carbonatos de la parte alta del Keuper presentan cf. *Deltoidospora* y cf. *Taeniaesporites* que indicarían posiblemente un Retiense.

Las muestras (PINO-1 y PINO-3) de la base de la Formación Isábena presentan un 4% de Bialados indeterminados, un 18% de *Ovalipollis*, y un 78% de *Classopollis* (Fig. 6). También en estas muestras se ha identificado *Triadispora* y posiblemente más que una forma resedimentada, sería una forma que continuaría presente durante parte o todo el Retiense en la cuenca triásica pirenaica. La presencia de *Corollina zwolinskae* y de *Cerebropollenites pseudomassulae*, y también la de *Deltoidospora*, *Verrucosisporites* y cf. *Polycingulatisporites* determinan una edad Retiense.

## CONCLUSIONES: CRONOESTRATIGRAFIA DE LAS UNIDADES ESTRATIGRAFICAS PERMO-TRIASICAS

El análisis palinológico de las distintas unidades litoestratigráficas del Triásico sudpirenaico (Fig. 7) ha permitido la datación cronoestratigráfica de muchas de ellas, así como la determinación de importantes hiatus estratigráficos en la serie triásica.

1. La megasecuencia inferior del Buntsandstein pirenaico es de edad Thuringiense (Broutin *et al.*, 1988). Los depósitos de esta megasecuencia inferior presenta grandes similitudes (geométricas, litológicas y palinológicas)

con los materiales de la Cordillera Ibérica (Doubinger *et al.*, 1990; López-Gómez y Arche, 1992).

La megasecuencia superior del Buntsandstein pirenaico es de edad Anisiense inferior-medio (Anisiense inferior-medio en el País Vasco, y Anisense inferior en Les Nogueres-Cadí) tal como se ha demostrado en este trabajo. También, Broutin *et al.*, (1988), citan en la localidad de Baro una asociación palinológica que indica una edad Anisiense inferior en la parte inferior de esta megasecuencia.

La atribución de la megasecuencia inferior al Thuringiense y de la megasecuencia superior al Anisiense inferior-medio, implica que en la cuenca triásica pirenaica exista un "hiatus" estratigráfico que comprende todo el Triásico inferior. Una disposición estratigráfica similar del Buntsandstein podría darse en parte de las cuencas triásicas de la Península Ibérica (Cordillera Ibérica, Cordilleras Costero Catalanas, etc.).

2. Las unidades basales del Muschelkalk (Unidad de Dolomías margosas y Unidad de Calizas grises) tienen una edad Ladiniense, y en concreto Ladiniense superior. Esta edad viene determinada por el conjunto palinológico del afloramiento de Hostalets, y sobre todo por las asociaciones de foraminíferos (Márquez *et al.*, 1990; Fréchengues y Peybernès, 1991a, b) y por las asociaciones de conodontos (March en Calvet y Anglada, 1987; Calvet *et al.*, 1988; March, 1991) de las facies Muschelkalk de los Pirineos.

La consecuencia estratigráfica de la atribución de la megasecuencia superior (Unidad de Areniscas y lutitas y Unidad de Lutitas) del Buntsandstein pirenaico al Anisiense inferior-medio, y de la atribución de la unidad inferior del Muschelkalk al Ladiniense superior, implica la existencia de un "hiatus" estratigráfico que comprende el Anisiense superior al Ladiniense inferior. Un "hiatus" similar es posible que exista en la zona oeste de la Cordillera Ibérica y de la Cuenca del Ebro, en concreto en el denominado triásico ibérico (Virgili *et al.*, 1977).

3. La atribución de la parte alta de la Unidad de Lutitas grises y carbonatos del Keuper al Noriense medio-superior implica que si realmente existe el Carniense en la cuenca triásica pirenaica, éste podría estar solamente representado por la Unidad de Calizas y/o dolomías tableadas de la parte alta del Muschelkalk y por el tramo inferior y medio de la Unidad de Lutitas grises y carbonatos de la base Keuper. Es posible que estas dos últimas unidades sean de edad Carniense, lo cual esta

apoyado por la determinación de una asociación palinológica de edad Carniense en la zona de tránsito entre ambas unidades, como la encontrada en Odèn.

4. La atribución de la parte media de la Unidad de Lutitas verdes y carbonatos de la parte alta del Keuper al Retiense, implica posiblemente que gran parte de la serie del Keuper pirenaico sea Noriense medio-superior.

5. La Formación Isábena es de edad Retiense, tanto por los resultados palinológicos de este trabajo y de Baudelot y Taugourdeau-Lantz (1986) y Vachard *et al.*, (1989, 1990), como por las asociaciones de foraminíferos (Vachard *et al.*, 1989, 1990; Márquez *et al.*, 1990).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración en el estudio de las facies Buntsandstein a Josep Gisbert, de la Formación Isábena a Isabel Arnal y la delineación de los gráficos a Bertha Andrés y Josep Agulló (Servei de Dibuix i Cartografia de la Universitat de Barcelona). Los autores agradecen las sugerencias y correcciones aportadas por la Dra. Isabel Zamarreño y el Dr. Mariano Marzo.

Este trabajo ha sido subvencionado en el marco del convenio I.G.M.E.-Universitat de Barcelona nº 96 y del convenio Servei Geològic-Universitat de Barcelona nº 1296 y el proyecto CICYT PB92-0041.

## BIBLIOGRAFIA

- ASO, E; GISBERT, J. y VALERO, B., en prensa: Buntsandstein. El Triásico sudpirenaico. In: A. Barnoles, J.C. Chiron y B. Guérangé. Síntesis Geológica de los Pirineos. I.T.G.E.-B.R.G.M.
- BAUDELLOT, S. y TAUGOURDEAU-LANTZ, J., 1986: Decouverte d'une microflore dans les Pyrénées Catalanes atribuible au Norien-Rhetien. *Revue de Paléobiologie*, 5: 5-9.
- BROUTIN, J.; DOUBINGER, J.; GISBERT, J. y SATTAPASINI, S., 1988: Premières datations palynologiques dans le faciès Buntsandstein des Pyrénées catalanes espagnoles. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 306: 159-163.
- CALVET, F. y ANGLADA, E., 1987: El Triásico del Pirineo: Análisis estratigráfico, cronoestratigráfico y sedimentológico. Informe del Instituto Geológico y Minero de España, 96 p. (Inédito).
- CALVET, F.; ANGLADA, E.; SOLE DE PORTA, N. y MARCH, M., 1988: Evolución sedimentaria del Triásico de los Pirineos. Symposium on the Geology of the Pyrennes and Betics, Barcelona, p.81.
- DOUBINGER, J.; LOPEZ-GOMEZ, J. y ARCHE, A., 1990: Pollen and spores from the Permian and Triassic sediments of the Southeastern Iberian ranges, Cueva de Hierro (Cuenca) to Chelva-Manzanera (Valencia-Teruel) region, Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 66: 25-45.
- FONTBOTÉ, J.M.; MUÑOZ, J.A. y SANTANACH, P., 1986: On the consistency of proposed models for the Pyrenees with the structure of the Eastern parts of the belt. *Tectonophysics*, 129: 291-301.
- FRÉCHENGUES, M. y PEYBERNÈS, B., 1991a: Associations de Foraminifères benthiques dans le Trias carbonaté (Anisien, Ladinien-Carnien et Rhéthien) des Pyrénées Espagnoles. *Acta Geol.Hispánica*, 26: 67-73.
- FRÉCHENGUES, M. y PEYBERNÈS, B., 1991b: Stratigraphie séquentielle du Trias moyen et supérieur des Pyrénées franco-espagnoles. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 313: 355-360.
- FRÉCHENGUES, M.; MARTINI, R.; PEYBERNÈS, B. y ZANNETTI, L., 1990: Mise en évidence d'associations de Foraminifères benthiques dans la séquence de dépôt ladino-carnienne du "Muschelkalk" des Pyrénées Catalanes (France, Espagne). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 310: 667-673.
- FRÉCHENGUES, M.; PEYBERNÈS, B.; THIÉBAUT, J.; DURAND-WACKENHEIM, C.; FOURNIER-VINAS, C. y LUCAS, C., 1991: Mise en évidence d'un volcanisme acide de type explosif dans le "Muschelkalk" des Pyrénées franco-espagnoles (Séquence de dépôt Sd 237, Anisien supérieur-Ladinien inférieur). *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse*, 127: 111-118.
- FRÉCHENGUES, M.; PEYBERNÈS, B.; LUCAS, C. y SOUQUET, P., 1992: Le Trias des Pyrénées centrales et orientales Franco-Espagnoles. *Livret-Guide. Strata*, 17, 90 p.
- GISBERT, J.; MARTI, J. y GASCON, J., 1985: Guia de la excursión al Stephaniense, Pérmico y Triásico inferior del Pirineo catalan. II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d' Urgell, 79 p.
- IGME, 1974: Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, 2ª serie, nº 66: Maya del Baztán. Madrid, Serv. Publ. Ministerio Industria, 33 p., 1 mapa pleg.
- LOPEZ-GOMEZ, J. y ARCHE, A., 1992: Paleogeographical significance of the Röt (Anisian, Triassic) Facies (Marines clays, muds and marls Fm.) in the Iberian Ranges, eastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 91: 347-361.
- LUCAS, C., 1985: Le gres rouge du versant nord des Pyrénées. Essai sur la géodynamique de dépôts continentaux du Permien et du Trias. Tesis doctoral. Universidad de Toulouse. 265 p.
- LUCAS, C.; TAUGOURDEAU-LANTZ, J.; TEFIANI, M. y FOURNIER-VINAS, C., 1982. Un repere palynologique dans le Trias des Corbieres (Aude, France). *C.R.Acad. Sc. Paris*, 294: 111-116.
- MARCH, M., 1991: Los Conodontos del Triásico Medio (Facies Muschelkalk) del Noreste de la Península Ibérica y de Menorca. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. 394 p.

- MARQUEZ, L.; TRIFONOVA, Ek. y CALVET, F., 1990: An Involutinidae (Foraminifera) Assemblage of Upper Ladinian (Muschelkalk Facies) of the Southern Pyrenees (Spain). *Studies in Benthic Foraminifera*. BENTHOS '90, Tokay University Press, 355-359.
- MÜLLER, D., 1969: Perm und Trias im Valle del Baztán (spanische westpyrenäen). Dissertation, Fak. Natur.- Geisteswiss. T.U. Clausthal-Zellerfeld, 128 p.
- MÜLLER, D., 1973: Perm und Trias im Valle del Baztán. *N.Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 142: 30-43.
- MUÑOZ, J.A.; PUIGDEFABREGUES, C. y FONTBOTE, J.M., 1983: El Pirineo. In: J.A. Comba. *Libro Jubilar J.M. Rios. Geología de España*.II. pp.161-205. I.G.M.E.
- MUÑOZ, J.A.; MARTINEZ, A. y VERGES, J., 1986: Thurst sequences in the Spanish Eastern Pyrénées. *Journal of Structural Geology*, 8: 399-405.
- PEYBERNÈS, B.; MARTINI, R.; TAUGOURDEAU-LANTZ, J. y ZANINETTI, L. 1988: Caracterisation micropaleontologique du Rhetien dans les Pyrénées Françaises entre Garonne et Méditerranée. *Revue de Paléobiologie*, 7: 137-161.
- SALVANY, J.M., 1990a: Introducción a las evaporitas triásicas de las cadenas periféricas de la Cuenca del Ebro: Catalánides, Pirineo y Región Cantábrica. In Ortí, F. y Salvany, J.M. *Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y Cadenas periféricas, y de la zona de Levante*. pp. 9-20. ENRESA-GPPG, Universitat de Barcelona.
- SALVANY, J.M., 1990b: El Keuper del diapiro de Poza de La Sal. In Ortí, F. y Salvany, J.M. *Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y Cadenas periféricas, y de la zona de Levante*. pp. 54-58. ENRESA-GPPG, Universitat de Barcelona.
- SOLE DE PORTA, N.; CALVET, F. y TORRENTO, L., 1987: Análisis palinológico del Triásico de los Catalánides. *Cuad. Geol. Ibérica*, 11: 237-254.
- VACHARD, D.; COLIN, J.P.; ROSELL, J. y HOCHULI, R.A., 1989: Incursions de microfaunes alpines dans le Trias des Iles Baléares et des Pyrénées espagnoles. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 308: 947-952.
- VACHARD, D.; COLIN, J.P.; HOCHULI, R.A. y ROSELL, J., 1990: Biostratigraphie: Foraminifères, palynoflores et Ostracodes du Rhétien de Bac Grillera (Pyrénées orientales espagnoles). *Geobios*, 23: 521-537.
- VERGÉS, J. y MARTINEZ, A., 1988: Corte compensado del Pirineo oriental: Geometría de las cuencas de antepaís y edades de emplazamiento de los mantos de corrimiento. *Acta Geol. Hispánica*, 23: 95-105.
- VIRGILI, C.; SOPEÑA, A.; RAMOS, A. y HERNANDO, S., 1977: Problemas de la cronoestratigrafía del Trias en España. *Cuad. Geol. Ibérica*, 4: 57-88.