

Las biozonas de nummulítidos del Paleoceno Superior -Eoceno Inferior de la Cuenca Pirenaica

JOSEP TOSQUELLA, JOSEP SERRA-KIEL, CARLES FERRÀNDEZ-CAÑADELL y JOSEP MARIA SAMSÓ

Departament d'Estratigrafia i Paleontologia, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona,

Zona Universitària de Pedralbes, 08071 - BARCELONA.

RESUMEN

Se propone una nueva biozonación de nummulítidos para el Paleoceno-Eoceno Inferior de la Cuenca Pirenaica. Las principales aportaciones son: a) caracterización de una nueva biozona para el Thanetiense inferior, b) redefinición de la biozona del Thanetiense superior, y c) división del Ilerdiense inferior en dos biozonas distintas.

Los datos disponibles de magnetoestratigrafía, de foraminíferos planctónicos y de nanoplancton calcáreo, han permitido correlacionar las biozonas de nummulítidos para el intervalo Paleoceno Superior-Eoceno Inferior pirenaico con las "Shallow Benthic Zones" (SBZ) y con la escala de tiempo estándar.

Las biozonas de nummulítidos definidas para el Paleoceno Superior-Eoceno Inferior pirenaico son las siguientes: *Nummulites heberti-Ranikothalia sindensis* o SBZ 3 (Thanetiense inferior), *N. catari-Assilina yvettae-A. azilensis* o SBZ 4 (Thanetiense superior), *N. gamardensis-A. dandotica* o SBZ 5 (Ilerdiense inferior 1), *N. bigurdensis-A. aff. prisca* o SBZ 6 (Ilerdiense inferior 2), *N. carcasonensis-A. arenensis* o SBZ 7 (Ilerdiense medio 1), *N. exilis-A. leymeriei* o SBZ 8 (Ilerdiense medio 2), *N. involutus-A. pomeroli* o SBZ 9 (Ilerdiense superior), *N. planulatus-N. burdigalensis burdigalensis-A. placentula* o SBZ 10 (Cuisiense inferior), *N. praelaevigatus-N. cantabricus-A. laxispira* o SBZ 11 (Cuisiense medio), y *N. manfredi-N. campesinus-A. maior* o SBZ 12 (Cuisiense superior).

Palabras Clave: Bioestratigrafía, Cronoestratigrafía, Macroforaminíferos, Paleógeno, Cuenca Pirenaica.

ABSTRACT

A nummulitid biozonation for the Upper Paleocene-Lower Eocene Pyrenean Basin is proposed in this work. The main contributions are: a) a new biozone proposed for the early Thanetian, b) a better characterization of the late Thanetian biozone, and c) the recognition of two different biozones within the Lower Ilerdian.

The nummulitid biozones established for the Pyrenean Upper Paleocene-Lower Eocene interval were correlated with the corresponding larger foraminiferal biozones Shallow Benthic Zones (SBZ) and integrated in the standard Paleocene-Eocene Time Scale on the basis of magnetostratigraphic data from the Pyrenean Basin and by correlation with the biozonation of calcareous nannoplankton and planktonic foraminifera in the Eastern and Central part of Tethys.

The new biozones defined for the Pyrenean Upper Paleocene-Lower Eocene are: *Nummulites heberti-Ranikothalia sindensis* (early Thanetian), *N. catari-Assilina yvettae-A. azilensis* (late Thanetian), *N. gamardensis-A. dandotica* (early Ilerdian 1), *N. bigurdensis-A. aff. prisca* (early Ilerdian 2), *N. carcasonensis-A. arenensis* (middle Ilerdian 1), *N. exilis-A. leymeriei* (middle Ilerdian 2), *N. involutus-A. pomeroli* (late Ilerdian), *N. planulatus-N. burdigalensis burdigalensis-A. placentula* (early Cuisian), *N. praelaevigatus-N. cantabricus-A. laxispira* (middle Cuisian), and *N. manfredi-N. campesinus-A. maior* (late Cuisian).

Key Words: Biostratigraphy, Chronostratigraphy, Larger Foraminifera, Paleogene, Pyrenean Basin.

UPPER PALEOCENE-LOWER EOCENE NUMMULITID BIOZONES OF THE PYRENEAN BASIN

A biozonation is proposed for the Upper Paleocene-Lower Eocene of the Pyrenean Basin from previous and new biostratigraphic data. This new biozonation improves the precision of previous nummulitid biostratigraphic scales (Nemkov and Barkhatova, 1961; Nemkov, 1967; Hottinger, 1977; Schaub, 1981; Isuman, 1983).

The biozones proposed here are correlated with the Shallow Benthic Zones (SBZ) of Serra-Kiel *et al.* (1998). From magnetostratigraphic data of the Lower Tertiary in the meridional sector of the Pyrenean Basin and biozonations based on calcareous nannoplankton and on planktonic foraminifers for the occidental sector of the Mesogea, the biozones are integrated in the Paleocene-Eocene Time Scale elaborated by Berggren *et al.* (1995).

BIOZONATION PROPOSAL

Thanetian *sensu* Hottinger (1960)

Biozone of *Nummulites heberti* and *Ranikothalia sindensis* or SBZ 3 (Early Thanetian *sensu* Schaub, 1981)

Defined by the presence of the first nummulitids in the Pyrenean Basin. It comprises the chronostratigraphic range of *Nummulites heberti* (ex *Operculina heberti* MUNIER-CHALMAS 1884) and that of *Ranikothalia sindensis*. The lower boundary is somewhat imprecise, located in the lower part of Chron 26r. This biozone corresponds to the interval NP5-NP8 and P4. For this biozone, the presence of *Glomalveolina primaeva*, *Coskinon rajkae*, *Fallotella alavensis*, *Cribrobulimina carniolica* and *Vania anatolica* characterizes the shallow shelf environments, whereas the middle shelf environments are characterized by the presence of *Discocyclusina seunesi*.

Biozone of *Nummulites catari*, *Assilina yvetteae* and *A. azilensis* or SBZ 4 (Late Thanetian)

Defined by the appearance of the first species of the genus *Assilina* in the Pyrenean Basin. This biozone comprises the chronostratigraphic range of *Nummulites catari*, *Assilina yvetteae* and *A. azilensis*. In this biozone, the presence of *Glomalveolina levis*, *Hottingerina lukasi* and *Daviesina garumnensis* characterizes the shallow shelf

environments. The lower boundary is located in the lower part of Chron 25r. The biozone is correlated to the upper part of NP8 and the lower part of NP9, and rides on the P4-P5 boundary.

Ilerdian *sensu* Hottinger and Schaub (1960)

Biozone of *Nummulites gamardensis* and *Assilina dandotica* or SBZ 5 (Early Ilerdian 1)

It is characterized by the chronostratigraphic range of *N. gamardensis*, *A. dandotica* and *A. prisca*. This biozone coincides with the lower part of the Biozone of *N. fraasi* of Schaub (1981), and is equivalent to the Biozone of *Alveolina cucumiformis*. In the same biozone, the presence of *Orbitolites gracilis* and *Daviesina tenuis* characterizes the shallow shelf environments. The lower boundary practically coincides with the base of Chron 25n, and is located within P5 and NP9.

Biozone of *Nummulites bigurdensis* and *Assilina aff. prisca* or SBZ 6 (Early Ilerdian 2)

Characterized by the appearance of *N. bigurdensis* and defined by the chronostratigraphical range of *N. minervensis* and *A. aff. prisca*. It corresponds to the upper part of the Biozone of *N. fraasi* and to the Biozone of *A. arenensis* of Schaub (1981), and is equivalent to the Biozone of *Alveolina ellipsoidalis*, as well. The lower boundary is located in the upper part of Chron 24.3r, and within NP9 and P5.

Biozone of *Nummulites carcaçonensis* and *Assilina arenensis* or SBZ 7 (Middle Ilerdian 1)

Defined by the chronostratigraphic range of *N. carcaçonensis*, *N. praecursor*, *N. oblaticus*, *N. mouratovi* and *A. arenensis*. At the base of the biozone occur *N. spirectypus*, *N. couisensis*, *A. pustulosa*, *A. subgranulosa*, *A. ammonia ammonia* and *A. custugensis*, with a chronostratigraphical distribution that ranges to the top of the next biozone. This biozone is equivalent to the Biozone of *N. robustiformis*-*A. aff. arenensis* of Schaub (1981) and to the Biozone of *Alveolina moussoulensis*. In the same biozone, the presence of *Orbitoclypeus schopeni neumannae* characterizes a middle shelf environment. The lower boundary is located in the upper part of Chron 24.3r. The lower part of the biozone rides the P5-P6a boundary. The biozone corresponds to the upper part of NP9 and the lower and middle part of NP10.

Biozone of *Nummulites exilis* and *Assilina leymeriei* or SBZ 8 (Middle Ilerdian 2)

It is equivalent to the biozone of Schaub (1981) and to the Biozone of *Alveolina corbarica*. It is defined by the chronostratigraphic range of *N. exilis*, *A. leymeriei*, *N. atacicus*, *N. ornatus*, and *A. canalifera*, and by the appearance of some species, such as *N. praevius* and *A. luterbacheri*, with a longer range. In this biozone, the group of *Nummulites globulus* is very well represented, with forms such as *N. globulus nanus*, *N. globulus latior*, *N. globulus laxiformis*, *N. subramondi* and *N. laxis*. There are also forms such as *N. aff. pustulosus*, *N. aff. increscens*, or *N. aff. crimensis*, precursors of phylums that develop from the late Ilerdian-Cuisian. Other species that form part of the characteristic association of this biozone are *N. spirectypus*, *N. pernotus*, *N. soerenbergensis* -appearing in the upper part of the biozone-, *N. couisensis*, *A. pustulosa*, *A. ammonaea ammonaea* and *A. custugensis*, which become extinct at the top of the biozone. The lower boundary is located at the lower part of Chron 24.3r. The lower part of the biozone rides the P6a-P6b boundary and corresponds to the upper part of NP10 and to NP11.

Biozone of *Nummulites involutus* and *Assilina pomeroli* or SBZ 9 (Late Ilerdian)

Defined by the chronostratigraphic range of these two species, as well as that of *N. crimensis*, and is equivalent to the Biozone of *N. involutus*-*A. adrianensis* of Schaub (1981) and to the Biozone of *Alveolina trempina*. The nummulitid association of this biozone is constituted basically by certain forms of the group of *N. globulus* that already occur in the previous biozone (mainly *N. globulus laxiformis*, *N. soerenbergensis*, *N. subramondi* and *N. laxis*). The top of this biozone is characterized by the last occurrence of *N. praevius*. The lower boundary is located at Chron 24.2r, and corresponds to P6b, and to the upper part of NP 11 and the lower part of NP12.

Cuisian sensu Hottinger (1960)

Biozone of *Nummulites planulatus*, *N. burdigalensis burdigalensis* and *Assilina placentula* or SBZ 10 (Early Cuisian)

It is equivalent to the biozone of Schaub (1981) of the same name, and to the Biozone of *Alveolina oblonga*. The base is characterized by the appearance of forms the *N.*

burdigalensis group with granules in the surface of the test. It is defined by the chronostratigraphic range of *N. planulatus*, *N. burdigalensis burdigalensis*, *N. aquitanicus*, *N. subramondi thalmani*, *N. praelucasi*, *N. pustulosus*, *N. aff. praelaevigatus*, *A. placentula* and *A. aff. luterbacheri*. At the base of the biozone *N. partschi*, *N. bombitus*, *N. pavloveci*, *N. brkiniensis*, *N. leupoldi*, *N. rotularius*, *N. escheri*, *N. vonderschmitti*, *N. haymannensis*, *A. escheri* and *A. karreri* also occur, with a chronostratigraphic range that reaches the middle Cuisian. In the same biozone, the presence of *Discocyclusina archiaci archiaci* characterizes the marine environments of the middle shelf. The lower boundary is located at the lower part of Chron 24.1r, near the top of Chron 24.1n. This biozone corresponds to NP12, and to P6b, and P7.

Biozone of *Nummulites praelaevigatus*, *N. cantabricus* and *Assilina laxispira* or SBZ 11 (Middle Cuisian)

This biozone is equivalent to the biozone of Schaub (1981) of the same name, and to the Biozone of *Alveolina dainellii*. It is characterized by the chronostratigraphic range of *N. praelaevigatus*, *N. cantabricus*, *N. burdigalensis pergranulatus*, *N. kapelloi* and *N. tauricus*. With regard to the genus *Assilina*, the base of the biozone is characterized by the appearance of *A. laxispira*, whereas in the upper part of the biozone *A. aff. laxispira* occurs, a transitional form towards *A. maior*, a species characteristic of the next biozone. Other species of *Assilina* characteristic in this biozone are *A. aff. cuvillieri*, *A. reicheli* and *A. aff. parva*, with more imprecise chronostratigraphic ranges. In the same biozone, the presence of *Discocyclusina fortisi simferopolensis* characterizes the middle shelf environments. The lower boundary is located in the uppermost part of Chron 22r, practically coinciding with the base of Chron 23.1n. The biozone corresponds to NP13 and the lower part of NP14, and to P8 and P9.

Biozone of *Nummulites manfredi*, *N. campesinus* and *Assilina maior* or SBZ 12 (Late Cuisian)

This biozone is equivalent to the biozone of Schaub (1981) of the same name, and to the Biozone of *Alveolina violae*. It is characterized by the chronostratigraphic range of *N. manfredi*, *N. campesinus*, *N. quasilaevigatus*, *N. aff. escheri*, *A. maior* and *A. cuvillieri*. At the base other taxa also occur, including *N. praelorioli*, *N. praediscorbinus* and *N. britannicus*, which range into the Lutetian. The lower boundary is located in the middle part of Chron 22n. It is located within NP14 and P9.

DISCUSSION

The new biozonation proposed here differs from previous biozonations in the following features:

1) The appearance of the genus *Nummulites* in the Thanetian, and the proposal of 2 nummulitid biozones for the Paleocene: the Biozone of *Nummulites heberti-Ranikothalia sindensis* for the early Thanetian, and the Biozone of *Nummulites catari-Assilina yvettae-A. azilensis* for the late Thanetian. 2) The subdivision of the Biozone of *N. fraasi*, proposed by Schaub (1981) for the whole Ilerdian, into two biozones: the Biozone of *Nummulites gamardensis-Assilina dandotica*, which characterizes the early Ilerdian 1, and the Biozone of *N. bigurdenensis-A. aff. prisca*, which characterizes the early Ilerdian 2. 3) The change in the name of certain biozones with respect to the biozonation of Schaub (1981): the name we propose for the biozones is that of the main taxa in each biozone as found in the sediments of the Pyrenean Basin.

INTRODUCCIÓN

La utilización bioestratigráfica de los nummulítidos en los sedimentos marinos del Terciario inferior se inició a partir de mediados del siglo pasado, gracias a los trabajos de los paleontólogos franceses en la Cuenca de Aquitania, Alpes marítimos y Cuenca de París. En estos primeros trabajos se efectuaron las descripciones sistemáticas de las especies más abundantes y los primeros ensayos de caracterización bioestratigráfica. La importancia de los nummulítidos en la bioestratigrafía del Paleógeno fue reconocida de inmediato, de modo que Renevier (1897) en el *Congrès Géologique Internationale* (6ème session) propuso reemplazar el término «Paleógeno» por el de «système Nummulitique».

En este trabajo se presenta la biozonación de nummulítidos que se ha establecido para el Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de la Cuenca Pirenaica, y con ella se pretende aportar una mayor precisión a las escalas bioestratigráficas de nummulítidos establecidas hasta el momento (Nemkov y Barkhatova, 1961; Nemkov, 1967; Hottinger, 1977; Schaub, 1981; Isuman, 1983). Esta biozonación es parcialmente equivalente a la propuesta por Schaub (1981) a partir de *Nummulites* y *Assilina*, y se ha complementado con los resultados del Proyecto I.G.C.P. n° 286 “Early Paleogene Benthos”, que ha permitido estudiar y comparar las asociaciones de nummulítidos de diferentes partes de la Mesogea, desde las costas atlánticas más orientales (Cuencas de París y Pirenaica) hasta el

sector central del Tethys (Pakistán). La biozonación que presentamos se ha elaborado fundamentalmente a partir de material procedente de la Cuenca Pirenaica estudiado por Serra-Kiel (1984), Tosquella *et al.*, (1990) y Tosquella (1995). Las biozonas que se presentan se correlacionan con la nueva biozonación de macroforaminíferos (“Shallow Benthic Zones” o SBZ) propuesta por Serra-Kiel *et al.* (1998), y se integran en la Escala de Tiempo del Paleoceno-Eoceno elaborada por Berggren *et al.* (1995).

BIOZONAS DE MACROFORAMINÍFEROS

Las biozonas que han sido utilizadas tradicionalmente para los macroforaminíferos son biozonas politáxicas (cenozonas) de tipo “Oppelzone”, definidas -según el Código Internacional de Nomenclatura Estratigráfica- a partir de “un conjunto de taxones seleccionados y de extensión vertical delimitada, en parte coincidente, que establecen una contemporaneidad en un área o cuenca determinada”. El resultado son biozonaciones de tipo discontinuo (Guex, 1987), con biozonas no contiguas separadas por intervalos y no por límites precisos, en las que las asociaciones de macroforaminíferos de la localidad tipo representan el acmé de cada biozona. Ello refleja un hecho objetivo como es la repetida presencia de rupturas sedimentarias entre las asociaciones de macroforaminíferos, dado que la mayor parte de depósitos donde abunda este grupo de organismos se forman en contextos transgresivos separados por hiatos sedimentarios de duración relativamente larga (Hottinger y Schaub, 1960). Al ser los macroforaminíferos organismos que se desarrollan en los medios de plataforma relativamente cercanos al continente, sus hábitats son fácilmente afectados por los cambios relativos del nivel del mar. Así, este tipo de biozonación refleja los ciclos sedimentarios en los medios de plataforma interna y media de una cuenca, a diferencia de las biocronozonas continuas especialmente utilizadas para los foraminíferos planctónicos y el nanopláncton calcáreo en medios de plataforma externa y en medios pelágicos. Si se considera también que los macroforaminíferos son organismos característicos de medios pobres en nutrientes (meso-oligotróficos), y que estas condiciones se generalizan en una cuenca durante los episodios transgresivos, se concluye, como muestra el registro fósil, que la máxima diversidad y abundancia de los macroforaminíferos se da en los intervalos de nivel relativo del mar alto, mientras que en los intervalos de nivel del mar bajo se produce un incremento de las extinciones y por lo tanto una reducción de la diversidad (Serra-Kiel y Martín-Closas, 1989). Por su carácter integrado y su estrecha relación con los estratotipos de

diferentes pisos del Paleógeno, estas biozonas definidas tipológicamente han mostrado ser bastante estables, lo que ha permitido su correlación con las biozonaciones estándar basadas en microfósiles planctónicos (p.e., Kapellos y Schaub, 1973; Schaub, 1981). Además, como estas biozonas son de hecho oppelzonas, no son zonas bioestratigráficas simples, y poseen un importante valor cronoestratigráfico (Sigal, 1984).

Por su parte, las nuevas biozonas SBZ ("Shallow Benthic Zones") se corresponden con "Total Range Zones" de diversos taxones de macroforaminíferos que han sido definidas integrando los datos disponibles sobre las

primeras apariciones (FA, "first appearance") y datos sobre los últimos registros (LO, "last occurrence") de los taxones presentes en medios neríticos, en correlación con la magnetoestratigrafía, que a su vez está correlacionada con las biozonaciones estándar de microfósiles planctónicos.

La figura 1 muestra la escala bioestratigráfica en la que se ha basado la elaboración de las nuevas biozonaciones de nummulítidos. Dicha escala, elaborada por Schaub (1981), presenta la correlación entre las biozonas de los géneros *Nummulites* y *Assilina* de Schaub (1981), las biozonas de *Alveolina* de Hottinger (1960) y Hottinger y Drobne (1988), y el nanoplancton calcáreo según Kapellos (1973).

SERIES	PISOS	BIOZONAS							
		Nummulites			Assilina	Alveolina	Nanoplancton		
		Grupo de <i>N. brongniarti</i>	Grupo de <i>N. perforatus</i>	Otros					
OLIGOCENO	inferior			fichteli					
EOCENO	superior	Priaboniense				(Neoalveolina)	Er. subdisticha l. pseudoradians l. recurvus		
	medio	Biarritziense	brongniarti	perforatus	ptukhiani		elongata	Ch. oamaruensis	
		Luteciense	sup.	herbi	aturicus	bullatus	gigantea		Disc. tani nodifer
			med. 2	sordensis	crassus		planospira	prorrecta	
			med. 1	gratus	beneharnensis		spira spira	munieri	
			inf. 2	laevigatus	obesus		spira abrardi	stipes	Chiph. alatus
	inf. 1 = basal			gallensis					
	(1) inferior	Cuisiense	sup.	manfredi	campesinus	formosus	maior	violae	Disc. sublodoensis
			med.	praelaevigatus	burd.cantabricus	nitidus	laxispira	dainellii	Disc. lodoensis
		inf. 2	planulatus	burdigalensis		plana	oblonga		
inf. 1 = basal			burdigalensis	aff. laxus				Marth. tribrachiatius	
(2) superior (1)		Ilerdiense	sup.	involutus	pernotus	laxus	adrianensis	trepina	
	med. 2		exiliis	globulus		leymeriei	corbarica	Disc. binodosus	
	med. 1		robustiformis		carcasonensis	aff.arenensis	moussoulensis	Marth. contortus	
	inf. 2		fraasi	solitarius	minervensis	arenensis	ellipsoidalis		
inf. 1				deserti	prisca	cucumiformis	Disc. multiradiatus		
(2) medio (1) superior (2)	Tanetiense	sup.				yvettae	levis		
		inf.					primaeva	Hel. riedeli Disc. gemmeus Hel. kleinpelli Gasc. tympaniformis	
	Daniense							Ell. macellus Chiasm. danicus Crucipl. tenuis Markal. inversus	

Figura 1. Esquema de correlación entre las biozonas de *Nummulites* y *Assilina* según Schaub (1981), de *Alveolina* según Hottinger (1960) y Hottinger y Drobne (1988), y de nanoplancton calcáreo según Kapellos (1973). En la columna de Series se representan las dos posibilidades del límite Paleoceno-Eoceno: (1) entre el Tanetiense y el Ilerdiense [según la "Séance spécialisée de la Société géologique de France, 18-11-1974, Bull. Soc. géol. France 1975, 17 (2): 125-223]; (2) límite entre las biozonas de foraminíferos planctónicos P4 y P5 según Berggren *et al.* (1995).

Figure 1. Correlation between *Nummulites* and *Assilina* biozones according to Schaub (1981), *Alveolina* biozones according to Hottinger (1960) and Hottinger & Drobne (1988), and calcareous nannoplankton zones according to Kapellos (1973). In the Series column two possibilities for the Paleocene-Eocene boundary are represented: (1) between the Thanetian and the Ilerdian [according to the "Séance spécialisée de la Société géologique de France, 18-11-1974, Bull. Soc. géol. France 1975, 17 (2): 125-223]; (2) boundary between planktonic foraminiferal zones P4 and P5 according to Berggren *et al.* (1995).

La figura 2 muestra la integración de las SBZ del Paleoceno Superior-Eoceno Inferior en la Escala de Tiempo elaborada por Berggren *et al.* (1995), donde se incluyen además los pisos Ilerdiense y Cuisiense, de gran interés en macroforaminíferos, y el "Span Time Boundary" o "Intervalo de Límite" para el límite Paleoceno-Eoceno según Molina *et al.* (1992).

Las figuras 3-4 muestran las primeras apariciones (FA) y los últimos registros (LO) de los nummulítidos utilizados para la elaboración de la nueva biozonación. La figura 3 registra las especies del género *Nummulites*, mientras que la figura 4 registra las especies de los géneros *Ranikothalia* y *Assilina*. Los rangos cronoestratigráficos de los taxones se han tomado de Tosquella (1995).

TIEMPO (Ma)	Cron	Polaridad	Época	Edad	BIOZONAS PLANCTON								Macroforaminíferos Shallow Benthic Zones Serra-Kiel <i>et al.</i> (en prensa)	
					Foraminíferos				Nanoplancton calcáreo					
					Berggren & Miller (1988)		Berggren <i>et al.</i> (1995)		Martini (1971)		Bukry (1973, 1975)			
50	C 21		EOCENO	MEDIO	LUTECIENSE	P10		P10		NP15	a	CP13	a	SBZ 13
	C 22			INFERIOR	YPRESIENSE	CUISIENSE	P9		P9		NP14	b	CP12	
	C 23		P8				P8		NP12	a		CP11		a
	C 24		P7				P7			NP11	CP9		b	a
	C 24		Intervalo de Límite				ILERDIENSE	P6	c			P6		
	C 24					b			a	NP9	CP8		b	a
	C 25		PALEOCENO			SUPERIOR	TANETIENSE	P6	a			P5		
	C 25								b	c	NP7		CP6	b
	C 25							P4	a	P4		c		
	C 26			P4	a						P4		b	NP5
C 26		P3						a	P3	c		NP4		
C 26				P3	a						P3		b	NP3
C 26		P3	a			P3	b	NP3	CP2	a		b		

Figura 2. Correlación entre las "Shallow Benthic Zones" (SBZ) según Serra-Kiel *et al.* (1998), y la escala temporal para el Paleoceno-Eoceno según Berggren *et al.* (1995).

Figure 2. Correlation between "Shallow Benthic Zones" (SBZ) according to Serra-Kiel *et al.* (1998), and the chronological scale for the Paleocene-Eocene according to Berggren *et al.* (1995).

Shallow Benthic Zones	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Nummulites heberti</i>								
<i>N. catari</i>								
<i>N. gamardensis</i>								
<i>N. bigurdensis</i>								
<i>N. fraasi</i>								
<i>N. roselli</i>								
<i>N. aff. praecursor</i>								
<i>N. praecursor</i>								
<i>N. aff. atacicus</i>								
<i>N. mouratovi</i>								
<i>N. carcasonensis</i>								
<i>N. aff. exilis</i>								
<i>N. oblativus</i>								
<i>N. couisensis</i>								
<i>N. spirectypus</i>								
<i>N. pernotus</i>								
<i>N. atacicus</i>								
<i>N. ornatus</i>								
<i>N. aff. crimensis</i>								
<i>N. globulus nanus</i>								
<i>N. globulus latior</i>								
<i>N. aff. laxis</i>								
<i>N. aff. pustulosus</i>								
<i>N. aff. increscens</i>								
<i>N. exilis</i>								
<i>N. aff. praelucasi</i>								
<i>N. laxis</i>								
<i>N. subramondi subramondi</i>								
<i>N. globulus laxiformis</i>								
<i>N. soerenbergensis</i>								
<i>N. crimensis</i>								
<i>N. praevius</i>								
<i>N. involutus</i>								

Shallow Benthic Zones	9	10	11	12	13
<i>N. increscens</i>					
<i>N. subramondi thalmani</i>					
<i>N. burdigalensis burdigalensis</i>					
<i>N. pavloveci</i>					
<i>N. brkiniensis</i>					
<i>N. partschi</i>					
<i>N. praelucasi</i>					
<i>N. escheri</i>					
<i>N. aff. praelaevigatus</i>					
<i>N. planulatus</i>					
<i>N. aquitanicus</i>					
<i>N. vonderschmitti</i>					
<i>N. haymanensis</i>					
<i>N. aff. bombitus</i>					
<i>N. leupoldi</i>					
<i>N. rotularius</i>					
<i>N. pustulosus</i>					
<i>N. burdigalensis kuepperi</i>					
<i>N. bombitus</i>					
<i>N. aff. planulatus</i>					
<i>N. cantabricus</i>					
<i>N. kapelloi</i>					
<i>N. burdigalensis pergranulatus</i>					
<i>N. aff. ornatus</i>					
<i>N. tauricus</i>					
<i>N. praelaevigatus</i>					
<i>N. aff. manfredi</i>					
<i>N. campesinus</i>					
<i>N. aff. escheri</i>					
<i>N. quasilaevigatus</i>					
<i>N. manfredi</i>					
<i>N. praelorioli</i>					
<i>N. britannicus</i>					

Figura 3. Distribución cronoestratigráfica de los taxones del género *Nummulites* utilizados para la elaboración de la biozonación propuesta en este trabajo.

Figure 3. Chronostratigraphic distribution of *Nummulites* taxa used in defining the biozones proposed here.

Shallow Benthic Zones	3	4	5	6	7	8
<i>Ranikothalia sindensis</i>						
<i>Assilina yoettae</i>						
<i>A. azilensis</i>						
<i>A. dandotica</i>						
<i>A. ornata</i>						
<i>A. ammonia tectosaga</i>						
<i>A. aff. prisca</i>						
<i>A. aff. pustulosa</i>						
<i>A. aff. subgranulosa</i>						
<i>A. arenensis</i>						
<i>A. pustulosa</i>						
<i>A. subgranulosa</i>						
<i>A. ammonia ammonia</i>						
<i>A. custugensis</i>						
<i>A. leymeriei</i>						
<i>A. aff. leymeriei</i>						

Shallow Benthic Zones	8	9	10	11	12
<i>A. canalifera</i>					
<i>A. luterbacheri</i>					
<i>A. pomeroli</i>					
<i>A. aff. ammonia</i>					
<i>A. aff. karreri</i>					
<i>A. aff. placentula</i>					
<i>A. aff. luterbacheri</i>					
<i>A. placentula</i>					
<i>A. escheri</i>					
<i>A. karreri</i>					
<i>A. laxispira</i>					
<i>A. aff. cuvillieri</i>					
<i>A. reicheli</i>					
<i>A. aff. parva</i>					
<i>A. aff. laxispira</i>					
<i>A. maior</i>					
<i>A. cuvillieri</i>					

Figura 4. Distribución cronoestratigráfica de los taxones de los géneros *Ranikothalia* y *Assilina* utilizados para la elaboración de la biozonación propuesta en este trabajo.

Figure 4. Chronostratigraphic distribution of *Ranikothalia* and *Assilina* taxa used for the elaboration of the biozones proposed in this work.

PROPUESTA DE BIOZONACIÓN

Tanetiense *sensu* Hottinger (1960)

Biozona de *Nummulites heberti* y *Ranikothalia sindensis* o SBZ 3 (Tanetiense inferior *sensu* Schaub, 1981)

Esta biozona está caracterizada por la presencia de los primeros nummulítidos de la Cuenca Pirenaica. Comprende el rango cronoestratigráfico de *Nummulites heberti* MUNIER-CHALMAS 1884 (ex *Operculina heberti*), y de *Ranikothalia sindensis* (DAVIES 1927). Los nummulítidos de esta biozona habían sido ya descritos por Barut *et al.* (1967), Tambareau (1972) y Hottinger (1977) en el flanco septentrional de la Cuenca Pirenaica.

El límite inferior de la biozona es impreciso, localizado en la parte inferior del Cron 26r (Serra-Kiel *et al.*, 1994). Esta biozona se corresponde con el intervalo NP5-NP8 (Seyve, 1984 *in* Tambareau, 1994; Schaub, 1973, 1981) y P4 (Hillebrandt, 1965 *in* Schaub, 1969; Robador, Orue-Etxebarria y Serra-Kiel, 1991).

Para la misma biozona, la presencia de *Glomalveolina primaeva* (REICHEL 1937), *Coskinon rajkae* HOTTINGER & DROBNE 1980, *Fallotella alavensis* MANGIN 1954, *Cribrbulimina carniolica* HOTTINGER & DROBNE 1980, y *Vania anatolica* SIREL & GÜNDÜZ 1985, caracteriza los medios marinos someros, mientras que los medios de plataforma media se caracterizan por la presencia de *Discocyclusina seunesi* (DOUVILLÉ 1922).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Tena (Robador *et al.*, 1991; Tosquella, 1995) y Campo (Hottinger, 1960; Schaub, 1973; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón, y Urrobi (Robador *et al.*, 1991; Tosquella, 1995) en Navarra.
- Sur de Francia: Aurignac, Belbèze (Tambareau y Villatte, 1977), Sabarat (Tambareau, Crochet, Villatte y Déramond, 1994), Nouts-Oraas (Tambareau *et al.*, 1994).

Biozona de *Nummulites catari*, *Assilina yvetteae* y *A. azilensis* o SBZ 4 (Tanetiense superior)

Biozona equivalente a la Biozona de *Operculina* (*Assilina*) *yvetteae* de Schaub (1981), en ella se observa la aparición de las primeras especies de *Assilina* en la Cuenca Pirenaica. Los nummulítidos de esta biozona habían sido ya observados con anterioridad por Tambareau (1966, 1972), Tambareau y Villatte (1974) y Hottinger (1977) en el flanco septentrional de la Cuenca Pirenaica. Para la misma biozona, la presencia de *Glomalveolina levis* (HOTTINGER 1960), *Hottingerina lukasi* DROBNE 1975, y *Daviesina garumnensis* TAMBAREAU 1972, caracteriza los medios marinos someros.

El límite inferior de la biozona se localiza en la parte inferior del Cron 25r (Serra-Kiel *et al.*, 1994). La biozona se correlaciona con la parte superior de NP8 y con la parte inferior de NP9 (Kapellos y Schaub, 1973; Schaub, 1973, 1981), sobrepasando el límite P4-P5 (Hillebrandt, 1965 *in* Schaub, 1969; Hillebrandt, 1975 *in* Tambareau, 1994; Tambareau, 1972; Tambareau y Toumarkine, 1974; Robador, Orue-Etxebarria y Serra-Kiel, 1991).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Tena (Robador *et al.*, 1991; Tosquella, 1995) y Campo (Hottinger, 1960; Schaub, 1973, 1981; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón, Urrobi (Robador *et al.*, 1991; Tosquella, 1995) en Navarra, y Korres (Pujalte *et al.*, 1994) en el País Vasco.
- Sur de Francia: Larue cerca de Fabas (Hottinger, 1960; Tambareau, 1972), Le Quillet en las proximidades de Laffitte-Toupière (Tambareau, 1972; Schaub, 1981; Tosquella, 1995), Pradals, Carla-de-Roquefort (Tambareau, 1972).

Ilerdiense *sensu* Hottinger y Schaub (1960)

Biozona de *Nummulites gamardensis* y *Assilina dandotica* o SBZ 5 (Ilerdiense inferior 1)

Se caracteriza por el rango cronoestratigráfico de *N. gamardensis* KAPELLOS & SCHAUB 1973, *A. dandotica* DAVIES 1937, y *A. prisca* SCHAUB 1981. Esta biozona coincide con la parte inferior de la Biozona de *N. fraasi* de Schaub (1981), y es equivalente a la Biozona de *Alveolina cucumiformis*. Para la misma biozona, la presencia de *Orbitolites gracilis* (LEHMANN 1962) y

Daviesina tenuis (TAMBAREAU 1967) caracteriza los medios marinos someros.

El límite inferior de la biozona coincide prácticamente con la base del Cron 25n (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994). La biozona está localizada dentro de P5 (Hillebrandt, 1965 *in* Schaub, 1969; Robador, Orue-Etxebarria y Serra-Kiel, 1991; Pujalte *et al.*, 1994), y de NP9 (Kapellos y Schaub, 1973; Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tambareau, 1994).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Mataplana-Montgrony (Tosquella, 1995), Mur y Puigmasana (Hottinger, 1960) en Cataluña, y Campo (Hottinger, 1960; Schaub, 1973, 1981; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995), Tena (Robador *et al.*, 1991; Tosquella, 1995) y Serraduy (Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón.
- Sur de Francia: Larue cerca de Fabas (Hottinger, 1960; Tambareau, 1972), Aurignac, Pradals, Villeneuve du Bosc (Tambareau, 1972).

Biozona de *Nummulites bigurdensis* y *Assilina aff. prisca* o SBZ 6 (Ilerdiense inferior 2)

Caracterizada por la aparición de *N. bigurdensis* SCHAUB 1981, y definida por el rango bioestratigráfico de *N. minervensis* SCHAUB 1981, y *A. aff. prisca* SCHAUB 1981. Esta biozona se corresponde con la parte alta de la Biozona de *N. fraasi* y con la Biozona de *A. arenensis* de Schaub (1981), presentando un rango cronoestratigráfico equivalente al de la Biozona de *Alveolina ellipsoidalis*.

El límite inferior de la biozona se localiza en la parte superior del Cron 24.3r (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994). La biozona se sitúa en el interior de NP9 (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994) y de P5 de Berggren *et al.* 1995 (=P6a de Berggren y Miller, 1988) según Molina *et al.* (1992) y Serra-Kiel *et al.* (1994).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Campo (Hottinger, 1960; Schaub, 1973, 1981; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) y Serraduy (Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón.

- Sur de Francia: Larue cerca de Fabas, Minerve, Mont Cayla (Hottinger, 1960; Schaub, 1981).

Biozona de *Nummulites carcasonensis* y *Assilina arenensis* o SBZ 7 (Ilerdiense medio 1)

Biozona definida por el rango bioestratigráfico de *N. carcasonensis* SCHAUB 1981, *N. praecursor* DE LA HARPE 1883, *N. oblaticus* HOTTINGER 1977, *N. mou-ratovii* NEMKOV & BARKHATOVA 1961, y *A. arenensis* ALMELA 1949. En la base de la biozona aparecen *N. spirectypus* DONCIEUX 1926, *N. couisensis* D'ARCHIAC 1966, *A. pustulosa* DONCIEUX 1926, *A. subgranulosa* (D'ORBIGNY 1850), *A. ammonaea ammonaea* (LEYMERIE 1846) y *A. custugensis* (MASSIEUX 1973), con un rango bioestratigráfico que abarca hasta el techo de la biozona siguiente. Esta biozona corresponde a la Biozona *N. robustiformis*-*A. aff. arenensis* de Schaub (1981) y a la Biozona de *Alveolina moussoulensis*. Para la misma biozona la presencia de *Orbitoclypeus schopeni neumannae* (TOUMARKINE 1967) caracteriza los medios marinos de plataforma media.

El límite inferior de la biozona está ubicado en la parte superior del Cron 24.3r (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994). La parte inferior de esta biozona colinda con el límite P5-P6a de Berggren *et al.*, 1995 (=P6a-P6b de Berggren y Miller, 1988). Asimismo esta biozona se corresponde con la parte alta de NP9 y con la parte inferior y media de NP10 (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Puente de Montañana (Hottinger, 1960; Luterbacher, 1973), Tremp (Serra-Kiel *et al.*, 1994) o Claret-Fígols (Tosquella, 1995), e Iscles (Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Cataluña, y Campo (Hottinger, 1960; Schaub, 1973, 1981; Samsó *et al.*, 1990; Tosquella *et al.*, 1990; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón.
- Sur de Francia: Moussoulens, Aragon, Mont Cayla (Hottinger, 1960; Schaub, 1981).

Biozona de *Nummulites exilis* y *Assilina leymeriei* o SBZ 8 (Ilerdiense medio 2)

Biozona equivalente a la homónima de Schaub (1981), y a la Biozona de *Alveolina corbarica*. La biozona se ca-

racteriza por el rango bioestratigráfico de *N. exilis* DOUVILLÉ 1919, *A. leymeriei* (D'ARCHIAC & HAIME 1853), *N. atacicus* LEYMERIE 1846, *N. ornatus* SCHAUB 1951, *A. canalifera* (D'ARCHIAC 1853), y por la aparición de *N. praeivius* SCHAUB 1951, y *A. luterbacheri* SCHAUB 1981, con un rango que sobrepasa el de la biozona. En esta biozona se encuentra muy bien representado el grupo de *Nummulites globulus* con formas como: *N. globulus nanus* SCHAUB 1981, *N. globulus latior* SCHAUB 1981, *N. globulus laxiformis* SCHAUB 1981, y *N. latus* SCHAUB 1951. Se encuentran también formas como *N. aff. pustulosus* DOUVILLÉ 1919, *N. aff. increscens* SCHAUB 1951, *N. aff. crimensis* NEMKOV & BARKHATOVA 1961, precursoras de filums que se desarrollan a partir del Ilerdiense superior-Cuisiense. Otras especies que forman parte de la asociación característica de esta biozona son *N. spirectypus* DONCIEUX 1926, *N. pernotus* SCHAUB 1951, *N. soerenbergensis* SCHAUB 1951, que aparece en la parte alta de la biozona, *N. couisensis* D'ARCHIAC 1966, *A. pustulosa* DONCIEUX 1926, *A. ammonaea ammonaea* (LEYMERIE 1846) y *A. custugensis* (MASSIEUX 1973) que se extinguen en el techo de la biozona.

La parte inferior de la biozona colinda con el límite P6a-P6b de Berggren *et al.* 1995 (=P6b-P6c de Berggren y Miller, 1988) según Molina *et al.* (1992) y Serra-Kiel *et al.* (1994). Asimismo esta biozona se corresponde con la parte alta de NP10 y con NP11 (Kapellos y Schaub, 1973; Schaub, 1981).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Puente de Montañana (Hottinger, 1960; Luterbacher, 1973), Tremp (Serra-Kiel *et al.*, 1994) o Claret-Fígols (Tosquella, 1995), y Puigmasana (Hottinger, 1960; Luterbacher, 1973) en Cataluña, y Campo (Hottinger, 1960; Schaub, 1973, 1981; Samsó *et al.*, 1990; Tosquella *et al.*, 1990; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón.
- Sur de Francia: Laroque d'Olmes (Tambareau y Villatte, 1977; Tambareau, Crochet, Villatte y Déramond, 1994), Couiza, Coustouge (Hottinger, 1960; Schaub, 1981).

Biozona de *Nummulites involutus* y *Assilina pomeroli* o SBZ 9 (Ilerdiense superior)

Se caracteriza por el rango cronoestratigráfico de estas dos especies así como de *N. crimensis*, y es equivalente a

la Biozona de *N. involutus*-*A. adrianensis* de Schaub (1981) y a la Biozona de *Alveolina trempina*. La asociación de nummulítidos de esta biozona está constituida principalmente por formas del grupo de *N. globulus* que ya aparecen en la biozona anterior, como son *N. globulus laxiformis*, *N. soerenbergensis* y *N. latus*. El techo de la biozona se caracteriza por la desaparición de *N. praevius*, especie que proviene de la base de la biozona anterior.

El límite inferior de la biozona está ubicado dentro del Cron 24.2r (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994). Esta biozona se corresponde con la parte superior de NP11 y con la parte baja de NP12 (Kapellos y Schaub, 1973; Schaub, 1981; Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994), y con P6b de Berggren *et al.* 1995 (=P6c de Berggren y Miller, 1988) según Molina *et al.* (1992) y Serra-Kiel *et al.* (1994).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Puente de Montañana (Hottinger, 1960; Luterbacher, 1973), Tremp (Serra-Kiel *et al.*, 1994) o Claret-Fígols (Tosquella, 1995), Iscles (Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995), y Sant Adrià (Schaub, 1981) en Cataluña, y Sant Esteve del Mall (Samsó *et al.*, 1990; Tosquella *et al.*, 1990; Tosquella, 1995) en Aragón.
- Sur de Francia: Aurignac (Schaub, 1981), Sabarat, Le Villa (Tambareau, Crochet, Villatte y Déramond, 1994).

Cuisiense *sensu* Hottinger (1960)

Biozona de *Nummulites planulatus*, *N. burdigalensis burdigalensis* y *Assilina placentula* o SBZ 10 (Cuisiense inferior)

Biozona equivalente a la definida por Schaub (1981) con la misma denominación y a la Biozona de *Alveolina oblonga*. La base de la biozona se caracteriza por la aparición de las formas del grupo de *N. burdigalensis*, caracterizadas por la presencia de gránulos en la superficie. La biozona está definida por el rango bioestratigráfico de *N. planulatus* (LAMARCK 1804), *N. burdigalensis burdigalensis* DE LA HARPE: SCHAUB 1951, *N. aquitanicus* BENOIST 1889, *N. subramondi thalmani* SCHAUB 1981, *N. praelucasi* DOUVILLÉ 1924, *N. pustulosus* DOUVILLÉ 1919, *N. aff. praelaevigatus* SCHAUB 1951, *A. placentula* (DESHAYES 1838), y *A. aff. luterbacheri* SCHAUB 1981. También aparecen en la

base de esta biozona las especies *N. partschi* DE LA HARPE 1880, *N. bombitus* HOTTINGER 1977, *N. pavloveci* SCHAUB 1981, *N. brkiniensis* KHAN & PAVLOVEC 1975, *N. leupoldi* SCHAUB 1951, *N. rotularius* DESHAYES 1838, *N. escheri* SCHAUB 1981, *N. vonderschmitti* SCHAUB 1951, *N. haymanensis* SCHAUB 1981, *A. escheri* HOTTINGER 1977, y *A. karrereri* (PENECKE 1885), que presentan un rango cronoestratigráfico que llega hasta el Cuisiense medio. Para la misma biozona, la presencia de *Discocyclina archiaci archiaci* (SCHLUMBERGER 1903), caracteriza los medios marinos de plataforma media.

El límite inferior de la biozona está ubicado en la parte inferior del Cron 24.1r, cerca del techo del Cron 24.1n, a partir de la integración de los datos suministrados por Bentham y Burbank (1996) y Tosquella *et al.* (1990). Esta biozona se corresponde con NP12 (Kapellos y Schaub, 1973; Schaub, 1981; Serra-Kiel *et al.*, 1994), con P6b de Berggren *et al.* 1995 (=P6c de Berggren y Miller, 1988) y P7 (Molina *et al.*, 1992; Serra-Kiel *et al.*, 1994).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Sant Esteve del Mall (Samsó *et al.*, 1990; Tosquella *et al.*, 1990; Tosquella, 1995) y Campo (Schaub, 1973, 1981; Samsó *et al.*, 1990; Tosquella *et al.*, 1990; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón, y San Vicente de la Barquera (Schaub, 1981) en Cantabria.
- Sur de Francia: Gan, Bosdarros (Schaub, 1981), Horsarrieu (Schaub, 1981).

Biozona de *Nummulites praelaevigatus*, *N. cantabricus* y *Assilina laxispira* o SBZ 11 (Cuisiense medio)

Biozona equivalente a la definida por Schaub (1981) con la misma denominación y a la Biozona de *Alveolina dainelli*. La biozona se caracteriza por el rango cronoestratigráfico de *N. praelaevigatus* SCHAUB 1951, *N. cantabricus* SCHAUB 1951, *N. burdigalensis pergranulatus* SCHAUB 1951, *N. kapellosi* SCHAUB 1981, y *N. tauricus* DE LA HARPE 1926. Respecto al género *Assilina*, la base de la biozona se caracteriza por la aparición de *A. laxispira* DE LA HARPE: ROZLOZSNIK 1926, y la parte alta de la Biozona se caracteriza por la presencia de *A. aff. laxispira*, forma de tránsito a *A. maior* HEIM 1908, típica de la biozona siguiente. Otras especies de *Assilina* características en esta biozona son: *A. aff. cuvillieri* SCHAUB 1981, *A. reicheli* SCHAUB 1951, y *A. aff.*

parva (DOUVILLÉ 1930) con rangos cronoestratigráficos más imprecisos, pero básicamente restringidos a los de la biozona. Para la misma biozona la presencia de *Discocyclina fortisi simferopolensis* I.ESS 1987, caracteriza los medios de plataforma media.

El límite inferior de la biozona está ubicado en la parte más alta del Cron 22r, coincidiendo prácticamente con la base del Cron 23.1n, a partir de la integración de los datos suministrados por Bentham y Burbank (1996) y Tosquella *et al.* (1990). Esta biozona se corresponde con NP13 y con la parte inferior de NP14 (Kapellos y Schaub, 1973; Schaub, 1981), y con P8 y P9 (Hillebrandt, 1975 *in* Tambareau, 1994; Cavelier y Pomerol, 1986).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Terrades (Tosquella, 1995) en Cataluña, Campo (Schaub, 1966, 1973, 1981; Samsó *et al.*, 1990; Tosquella *et al.*, 1990; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón, y San Vicente de la Barquera (Schaub, 1981) en Cantabria.

Biozona de *Nummulites manfredi*, *N. campesinus* y *Assilina maior* o SBZ 12 (Cuisiense superior)

Biozona equivalente a la definida por Schaub (1981) con la misma denominación y a la Biozona de *Alveolina violae*. Se caracteriza por el rango bioestratigráfico de *N. manfredi* SCHAUB 1966, *N. campesinus* SCHAUB 1966, *N. quasilaevigatus* PAVLOVEC 1974, *N. aff. escheri* SCHAUB 1981, *A. maior* HEIM 1908, y *A. cuvillieri* SCHAUB 1981. También aparecen en la base de la biozona otros taxones como *N. praelorioli* HERB & SCHAUB 1963, *N. praediscorbinus* SCHAUB 1981, y *N. britannicus* HANTKEN: HOTTINGER & SCHAUB 1964, cuyo rango continúa hasta el Luteciense.

El límite inferior de la biozona está ubicado en el interior del Cron 22n, a partir de la integración de los datos suministrados por Bentham y Burbank (1996) y Tosquella *et al.* (1990). Esta biozona se halla en el interior de NP14 (Kapellos y Schaub, 1973; Schaub, 1981) y de P9 (Cavelier y Pomerol, 1986).

Secciones de referencia y localidades tipo:

- Norte de España: Terrades (Tosquella, 1995) en Cataluña, y Campo (Schaub, 1966, 1973, 1981; Robador *et al.*, 1991; Serra-Kiel *et al.*, 1994; Tosquella, 1995) en Aragón.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta nueva propuesta de biozonación de nummulíticos para el intervalo Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de la Cuenca Pirenaica, se diferencia de las biozonas anteriores por:

- 1) La aparición del género *Nummulites* en el Tanetiense (Paleoceno) y la propuesta formal de 2 biozonas de nummulíticos para este piso: la Biozona de *Nummulites heberti-Ranikothalia sindensis* para el Tanetiense inferior, y la Biozona de *Nummulites catari-Assilina yvetteae-A. azilensis* que es equivalente a la Biozona *Assilina yvetteae* de Schaub (1981) para el Tanetiense superior. Estas biozonas equivaldrían respectivamente a las Biozonas de alveolínidos de *Glomalveolina primaeva* y de *G. levis* de Hottinger (1960). La mayor parte de los nummulíticos de ambas biozonas habían sido ya observados y descritos con anterioridad por diversos autores como Barut *et al.* (1967), Hottinger (1977), Tambareau (1966, 1972) y Tambareau y Villatte (1974) en el flanco septentrional de la Cuenca Pirenaica.
- 2) La división de la Biozona de *N. fraasi*, propuesta por Schaub (1981) para la totalidad del Ilerdiense inferior, en 2 biozonas diferenciadas: la Biozona de *Nummulites gamardensis-Assilina dandotica*, que caracteriza el Ilerdiense inferior 1, y la Biozona de *N. bigurdensis-A. aff. prisca*, que caracteriza el Ilerdiense inferior 2. Estas biozonas serían equivalentes a las Biozonas de alveolínidos de *Alveolina cucumiformis* y de *A. ellipsoidalis*, respectivamente.

El cambio en la denominación de algunas de las biozonas respecto la propuesta de biozonación efectuada por Schaub (1981) se ha efectuado según los taxones más abundantes en cada una de ellas.

Por último, estas biozonas elaboradas a partir de nummulíticos de la Cuenca Pirenaica, se han correlacionado con las "Shallow Benthic Zones" (SBZ) de Serra-Kiel *et al.* (1998) y se han integrado a la escala de tiempo estándar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las sugerencias y comentarios realizados por los revisores E. Caus y J. Pignatti, y por el editor

de la revista Ll. Cabrera. Este trabajo ha sido subvencionado por el proyecto de investigación PB95-0883 de la DGICYT (Dirección General de Investigación Científica y Técnica), y se ha realizado en el marco de los proyectos P.I.C.G. (Programa Internacional de Correlación Geológica) números 286 y 393.

BIBLIOGRAFÍA

- Barut C., Bouroullec, J., Villatte J., 1967. Sur la présence de Nummulitoides sindensis (DAVIES, 1927) dans le Thanétien de l'Ariège (Pyrénées Centrales, France). Bull. Centre Rech., Pau-SNPA, 1 (2), 383-403.
- Bentham, P., Burbank, D.W., 1996. Chronology of Eocene foreland basin evolution along the western oblique margin of the South-Central Pyrenees. In P.F. Friend y C.J. Dabrio (ed.). Tertiary Basin of Spain. Cambridge University Press, Chapter E 11, 144-152.
- Berggren, W.A., Miller, K. G., 1988. Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. Micropaleontology, 34, 362-380.
- Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher, C.C., Aubry, M.P., 1995. A Revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. In W.A. Berggren, D.V. Kent, M.P. Aubry y J. Hardenbol (ed.). Geochronology, Time Scale and Global Correlations: a unified temporal framework for an historical Geology. Soc. Econ. Pal. Miner. Spec. Public., Tulsa, 54, 129-212.
- Cavelier, C., Pomerol, Ch., 1986. Stratigraphy of the Paleogene. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, 2, 255-265.
- Guex, J., 1987. Corrélations biochronologiques et associations unitaires. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 244 pp.
- Hillebrandt, A., von, 1965. Foraminiferen-Stratigraphie im Alltertiär von Zumaya (Provinz Guipuzcoa, NW-Spanien) und ein vergleich mit anderen Tethys gebieten. Bayer. Akad. Wiss. math.-nat. Abh., München, 123 pp.
- Hillebrandt, A., von, 1975. Corrélation entre les biozones de grands Foraminifères et de Foraminifères planctoniques de l'Ilerdien. Bull. Soc. géol. Fr., Paris, (7), 17, 162-167.
- Hottinger, L., 1960. Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène. Mém. suisses Pal., Basel, 75/76, 243 pp.
- Hottinger, L., 1977. Les Foraminifères Operculiniformes. Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris, XL, 159 pp.
- Hottinger, L., Schaub, H., 1960. Zur Stufeneinteilung des Paleocaens und des Eocaens. Einführung der Stufen Ilerdien und Biarritzen. Eclogae geol. Helv., Basel, 53, 453-480.
- Hottinger, L., Drobne, K., 1988. Alvéolines tertiaires: Quelques problèmes liés à la conception de l'espèce. Rev. Paléobiologie, Genève, v. spéc. 2, 665-685.
- Isuman, N., 1983. Mikropaläontologische Untersuchungen von Großforaminiferen (Nummuliten und Assilinen) im Alltertiär von Südostspanien (Aspe und Agost in der Provinz Alicante). Berliner geowiss. Abh., Berlin, A, 49, 61-170.
- Kapellos, C., 1973. Biostratigraphie des Gurnigelflysches mit besonderer Berücksichtigung der Nummuliten und des Nannoplanktons der Krim (U.d.S.S.R.). Mém. suisses Paléont., Basel, 9, 128 pp.
- Kapellos, C., Schaub, H., 1973. Zur korrelation von Biozonierungen mit Grossforaminiferen und Nannoplankton im Palaogen der Pyrenaen. Eclog. geol. Helv., Basel, 66, 687-737.
- Luterbacher, H.P., 1973. La sección tipo del piso Ilerdiense. XIII Col. Europ. Micropaleontol., Ed. ENADIMSA, 113-140.
- Molina, E., Canudo, J.I., Guernet, C., McDougall, K., Ortiz, N., Pascual, J.O., Parés, J., Samsó, J.M., Serra-Kiel, J., Tosquella, J., 1992. The stratotypic Ilerdian revisited: integrated stratigraphy across de Paleocene/Eocene boundary. Rev. Micropaléontologie, 35/2, 143-156.
- Nemkov, G.I., 1967. Nummulitides of the Soviet Union and their biostratigraphic significance (versión original en ruso). Acad. Ciencias U.R.S.S., Ed. Nauka, Moscú, 312 pp.
- Nemkov, G.I., Barkhatova, N.N., 1961. Nummulites, Assilina y Operculina de Crimea (versión original en ruso). Acad. Ciencias U.R.S.S., Ed. Nauka, Moscú, 124 pp.
- Pujalte, V., Baceta, J.I., Payros, A., Orue-Etxebarria, X., Serra-Kiel, J., 1994. Late Cretaceous-Middle Eocene sequence stratigraphy and biostratigraphy of the SW and W Pyrenees (Pamplona and Basque Basins, Spain). Field Seminar: G.E.P & I.G.C.P 286 ("Early Paleogene Benthos"), 118 pp.
- Renevier, E., 1897. Chronographe géologique. 12 grands tableaux en couleurs (gamme internationale). Texte explicatif suivi d'un répertoire stratigraphique polyglotte. C.R. du Congrès Géologique Internationale, 6ème session, 520-695.
- Robador, A., Orue-Etxebarria, X., Serra-Kiel, J., 1991. The correlation between biozonation of benthonic and planktonic foraminifera. In Introduction to the early Paleogene of the South Pyrenean Basin. First Meeting IGCP 286: Early Paleogene Benthos, Jaca, Instituto Tecnológico Geomin. España, Madrid, 97-100.
- Robador, A., Samsó, J.M., Serra-Kiel, J., Tosquella, J., 1991. Field Guide. In Introduction to the early Paleogene of the South Pyrenean Basin, First Meeting IGCP 286: Early Paleogene Benthos, Jaca, Inst. Tecnol. Geomin. España, Madrid, 131-159.
- Samsó, J.M., Tosquella, J., Serra-Kiel, J., 1990. Los géneros Alveolina y Nummulites (Macroforaminíferos) del Ilerdiense Medio - Cuisiense Medio de la Cuenca de Graus, Huesca. I. Sistemática de Alveolina. Bol. Geol. Min., Madrid, 101 (2), 219-252.
- Schaub, H., 1966. Über die Grossforaminiferen im Untereocaen von Campo (Ober Aragonien). Eclog. Geol. Helvetiae, Basel, 59 (1), 355-377.
- Schaub, H., 1969. L'Ilerdien, état actuel du problème. Mém. B.R.G.M., Orléans, 69, 259-266.
- Schaub, H., 1973. La sección de Campo (provincia de Huesca). XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología, ENADIMSA, Madrid, 151-170.
- Schaub, H., 1981. Nummulites et Assilina de la Téthys paléogène. Taxinomie, Phylogénèse et biostratigraphie. Mém. suisses Pal., Basel, 104-106, 236 pp.
- Serra-Kiel, J., 1984. Estudi dels Nummulites del grup de N. perforatus (Montfort) (Conques aquitana, catalana i balear). Treb. Inst. Cat. Hist. Nat., Barcelona, 11, 244 pp.
- Serra-Kiel, J., Martín-Closas, C., 1989. Relaciones entre los cambios secuenciales y la evolución biológica en los Nummulites del Eoceno y las Carófitas del Cretácico. In J.A. Vera (ed.). División de unidades estratigráficas en el análisis de cuencas. Rev. Soc. Geol. España, Madrid, 2 (3-4), 251-267.
- Serra-Kiel, J., Canudo, J.I., Dinarés, J., Molina, E., Ortiz, N., Pascual, J.O., Samsó, J.M., Tosquella, J., 1994. Cronostratigrafía de los sedimentos marinos del Terciario inferior de la Cuenca de Graus-Tremp (Zona Central Pirenaica). Rev. Soc. Geol. España, Madrid, 7/3-4, 273-297.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrández, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J., Zakrevskaya, E., 1998. Larger foraminiferal Biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. Bull. Soc. géol. France. 169, (2), 281-299.

- Seyve, Ch., 1984. Étude micropaléontologique du passage Crétacé/Tertiaire, du Paléocène et de l'Yprésien au Sud de Pau. Thèse 3ème cycle, Paris, 187 pp.
- Sigal, J., 1984. La zone en biostratigraphie: quelques réflexions et conventions. *Rev. Micropaléontologie*, Paris, 27 (1), 61-79.
- Tambareau, Y., 1966. Sur une nouvelle espèce d'operculine cordelée, *Operculina* (*Nummulitoides*) *azilensis* nov. sp. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 102 (1), 301-307, 1 text-fig.
- Tambareau, Y., 1972. Thanétien supérieur et Ilerdien inférieur des Petites Pyrénées, du Plantaurel et des Chaînon audois. *Travaux Laboratoire Géologie-Petrologie, Université Paul Sabatier, Toulouse*, 377 pp.
- Tambareau, Y., 1994. Paleocene/Eocene boundary in the platform deposits of the Northern Pyrenees. *Bull. Soc. belge géol., Bruxelles*, 103 (3-4), 293-299.
- Tambareau, Y., Canudo, J., Gruas-Cavagnetto, C., Hottinger, L., Molina, E., 1994. Excursion to Béarn: Narp, Nouts-Oraas, gave d'Oloron Valley. In *Introduction to the Early Paleogene of the North Pyrenean Basin. IGCP 286 "Early Paleogene Benthos", Fourth Meeting in Aspet (France)*. Laboratoire de Géologie Structurale et Tectonophysique, Université Paul-Sabatier, Toulouse, 33-39.
- Tambareau, Y., Crochet, B., Villatte, J., Déramond, J., 1994. Eastern end of the Petites Pyrénées and Plantaurel. In *Introduction to the Early Paleogene of the North Pyrenean Basin. IGCP 286 "Early Paleogene Benthos", Fourth Meeting in Aspet (France)*. Laboratoire de Géologie Structurale et Tectonophysique, Université Paul-Sabatier, Toulouse, 15-32.
- Tambareau, Y., Toumarkine, M., 1974. Position de l'Ilerdien des Petites Pyrénées et du Plantaurel dans la zonation des Foraminifères planctoniques. Signification de sa limite inférieure. *Bull. Soc. géol. Fr., Paris*, (7), 17/2, 183-186.
- Tambareau, Y., Villatte, J., 1974. Le passage Thanétien-Ilerdien dans la région de Campo: comparaison avec les Petites Pyrénées. *Bull. Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 110 (3-4), 340-361.
- Tambareau, Y., Villatte, J., 1977. L'Eocène marin du domaine sous-pyrénéen. In *Pyrénées orientales, Corbières, Guides géologiques régionaux*. Masson Ed., Paris, 106-117.
- Tosquella, J., 1995. Els Nummulitinae del Paleocè-Focè inferior de la Conca Sudpirinenca. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, 581 pp.
- Tosquella, J., Samsó, J.M., Serra-Kiel, J., 1990. Los géneros *Alveolina* y *Numulites* (macroforaminíferos) del Ilerdiense medio-Cuisiense medio de la Cuenca de Graus, Huesca. II. Sistemática de Nummulites. *Bol. Geol. Min.*, 101, 351-403.