

3.1.1. — NANNOFOSSILI CALCAREI E FORAMINIFERI
PLANCTONICI NELLA SEZIONE CRETACICO-PA-
LEOGENICA DELLA VALLE DELLA CONTESSA
S. Monechi

Nannofossili calcarei — L'associazione a nannofossili calcarei riconosciuta è generalmente abbondante; purtroppo lo stato di conservazione non è molto buono per via di fenomeni di ricristallizzazione e dissoluzione che aumentano passando dalla Scaglia Variegata alla Scaglia Cinerea. Per questo motivo in alcuni intervalli la definizione zonale è incerta. Fenomeni di rimaneggiamento sono riconoscibili in tutta la successione anche se rappresentano un aspetto di secondaria importanza ed interessano soprattutto forme paleoceniche e più raramente cretache.

Ciononostante è stato possibile riconoscere una successione completa dei markers più importanti del Paleogene; in figura 45 e 46 sono riportati gli eventi riconosciuti e le zonazioni di MARTINI (1971), definite su «land sections» con le sigle NP e NN, e di BUKRY (1975), definite con le sigle CP e CN di OKADA e BUKRY (1980), queste ultime definite soprattutto su pozzi a basse latitudini. Nelle figure 47 e 48 sono riportate le tabelle di distribuzione delle forme più importanti: la prima per l'intervallo Paleocene-Eocene superiore e la seconda dall'Eocene superiore all'Oligocene superiore (MONECHI e MADILE in PREMOLI SILVA ed altri, 1988).

L'associazione del Paleocene basale, immediatamente sopra il limite Cretacico-Terziario e per i primi due metri di successione, è abbastanza rara e mal conservata a causa della litologia sfavorevole (calcarei compatti) nonché delle piccole dimensioni delle prime forme terziarie. L'abbondanza e lo stato di conservazione aumenta e migliora negli strati marnosi successivi.

Sono state riconosciute le seguenti prime compare: *Cruciplacolithus tenuis* al metro 2, base della zona CP1b; *C. danicus* (CP2) al metro 4; *E. macellus* (CP3) al metro 10; *F. tympaniformis* (CP4) al metro 15; *H. kleinpellii* al metro 21; *D. mohleri* (CP6) al metro 23.5; *D. nobilis* (CP7) al metro 28 e *D. multiradiatus* (CP8) al metro 30. In corrispondenza del metro 31 si nota uno «slump» intraformazionale che forse riduce in parte lo spessore della zona CP8.

L'associazione del Paleocene è soprattutto caratterizzata dai generi *Coccolithus*, *Ericsonia*, *Cruciplacolithus* e nella parte alta da *Sphenolithus* e *Fasciculithus*; in genere le specie del genere *Discoaster* non sono molto abbondanti nell'associazione. Al metro

3.1.1. — LATE CRETACEOUS TO EARLY OLIGOCENE
CALCAREOUS NANNOFOSSILS AND PLANKTONIC
FORAMINIFERA IN THE CONTESSA SECTION
S. Monechi

Calcareous nannofossils — The calcareous nannofossil assemblages are generally abundant, though preservation is poor because of advanced recrystallization and dissolution. In particular, the degree of preservation worsens with the passage from the Scaglia Variegata to the Scaglia Cinerea. For this reason, in some intervals the biozonal definitions are uncertain. Reworking is evident throughout the section, even though it is of secondary importance and affects mainly Paleocene and, more rarely, Cretaceous forms.

We were however able to identify the complete sequence of the most important Paleogene markers. Figures 45 and 46 show the events identified and the zonations defined by MARTINI (1971) on "land sections" using the symbols NP and NN, and those defined by BUKRY (1975), defined with the symbols CP and CN by OKADA and BUKRY (1980), who based their zones for the most part on wells drilled at low latitudes. Figures 47 and 48 give the distribution charts for the most important forms; 47 covers the Paleocene to Late Eocene interval, while 48 covers the Late Eocene to Late Oligocene interval (MONECHI and MADILE, in PREMOLI SILVA and others, 1988).

The lowermost Paleocene assemblage, which begins immediately above the Cretaceous-Tertiary boundary and extends for the first two meters of the section, is fairly poorly preserved, due both to the unfavorable lithology (dense limestones) and to the small size of the first Tertiary forms. Both the abundance and the preservation increase in the overlying marly beds.

The following first occurrences were noted: *Cruciplacolithus tenuis*, base of the CP1b Zone, at meter 2; *C. danicus* (CP2) at meter 4; *E. macellus* (CP3) at meter 10; *F. tympaniformis* (CP4) at meter 15; *H. kleinpellii* at meter 21 (CP5); *D. mohleri* (CP6) at meter 23.5; *D. nobilis* (CP7) at meter 28, and *D. multiradiatus* (CP8) at meter 30. At meter 31 there is an intraformational slump that may somewhat reduce the thickness of Zone CP8.

The Paleocene assemblage for the most part consists of the genera *Coccolithus*, *Ericsonia*, *Cruciplacolithus*, and in the upper part, *Sphenolithus* and *Fasciculithus*. Species belonging to the genus *Discoaster* are not particularly abundant in the assemblage. At meter 35 the first occurrence of

35 abbiamo la prima comparsa di *D. dyastipus* che identifica la zona CP9, nella quale avviene l'estinzione dei *Fasciculithus* sp. (forme queste che generalmente scompaiono all'incirca al limite Paleocene-Eocene) e la prima comparsa di *Z. bijugatus* al metro 38 e di *T. orthostylus* al metro 39.

È stata inoltre riconosciuta la tradizionale successione di specie marker particolarmente delicate dell'Eocene inferiore e medio, ma la cattiva conservazione e la presenza discontinua di questi taxa fa sì che le loro prime comparse e le loro scomparse siano eventi poco attendibili. In particolare la prima comparsa di *D. subladoensis* al metro 70 e l'estinzione di *C. grandis* al metro 138.5.

Le specie appartenenti al genere *Chiasmolithus* sono sempre rare.

La prima comparsa di *I. recurvus* avviene al metro 160: questa forma, molto rara alla sua prima comparsa, diventa più abbondante in corrispondenza del limite Eocene-Oligocene. La sezione «Contessa highway» finisce in corrispondenza del metro 161 e la sezione successiva, «Contessa Highway III» è stata campionata nella cava usando come punto di riferimento per la correlazione il livello argilloso Q. Le analisi magnetostratigrafiche e biostratigrafiche sono state eseguite, sugli stessi campioni litologicamente rappresentati da calcari marnosi e marne grige. La sezione si interrompe al m 198.9 a causa di una faglia.

I sedimenti componenti la sezione «Contessa Highway III» si estendono dalla prima comparsa di *I. recurvus* (CP15b) alla zona CP18 (prima comparsa di *S. distentus*). Studi dettagliati ed analisi quantitative sono stati eseguiti in corrispondenza del limite Eocene-Oligocene per migliorare la risoluzione biostratigrafica: in particolare si nota che l'estinzione dei *Discoaster* a rosetta (*D. barbadiensis* e *D. saipanensis*) è simultanea in corrispondenza del m 167.7, e che *D. saipanensis* è sempre meno abbondante di *D. barbadiensis*. *C. reticulatum* e *C. kingii* (= *C. protoannula*) scompaiono prima dell'estinzione di *D. barbadiensis* che avviene in corrispondenza del m 163.3 (MONECHI, 1986; PERCH-NIELSEN, 1986; NOCCHI ed altri, 1986).

Il limite Eocene-Oligocene, definito per mezzo dei foraminiferi planctonici, corrisponde all'estinzione delle Hantkeninidae e si correla al più recente dei tre livelli normali del Chron 13R. L'estinzione dei *Discoaster* a rosetta, coincidente con l'estinzione di *G. index*, si realizza prima del limite Eocene-Oligocene. In corrispondenza di questo limite si notano le seguenti variazioni nell'abbondanza di alcune importanti specie: aumen-

D. dyastipus marks the beginning of Zone CP9, during which *Fasciculithus* sp. becomes extinct (these forms generally disappear at the approximate limit between the Paleocene and the Eocene); the first occurrence of *Z. bijugatus* occurs at metre 38, and that of *T. orthostylus* at meter 39.

The traditional sequence of especially delicate Early and Middle Eocene marker species was also found, though because of the poor preservation and discontinuity of these taxa, neither their first nor their last occurrences are sure. In particular, the first occurrence of *D. subladoensis* at meter 70 and the last occurrence of *C. grandis* at meter 138.5 are uncertain.

Species belonging to the genus *Chiasmolithus* are always rare.

The first occurrence of *I. recurvus* is at meter 160. This form, which is initially quite rare, becomes more abundant at the Eocene-Oligocene boundary. The Contessa Highway section finishes at meter 161. The next, Contessa Highway III was sampled in the quarry, using horizon Q as a reference point. The samples, mainly limestones and grey marls, were subject to magnetostratigraphic and biostratigraphic analyses. The section is interrupted at m 198.9 by a fault.

The sediments that make up the Contessa Highway III section extend from the first occurrence of *I. recurvus* (CP15b) to the CP18 Zone (first occurrence of *S. distentus*). Detailed studies and quantitative analyses were carried out around the Eocene-Oligocene boundary to better its biostratigraphic resolution. In particular, we noted that the rosette shaped *Discoasters* (*D. barbadiensis* and *D. saipanensis*) became extinct simultaneously at m 167.7, and that *D. saipanensis* is always much less abundant than *D. barbadiensis*. *C. reticulatum* and *C. kingii* (= *C. protoannula*) become extinct before *D. barbadiensis*, at m 163.3 (MONECHI, 1986; PERCH-NIELSEN, 1986; NOCCHI and others, 1986).

The Eocene-Oligocene boundary, defined through planktonic foraminifera, is set at the extinction of the Hantkeninidae, which correlates with the most recent of the three normal intervals of Chron 13R. The extinction of rosette shaped discoasters, coincident with the extinction of *G. index*, occurs before the Eocene-Oligocene boundary. At the boundary there are the following variations in the abundance of some important species: increases in the abundance of *I. recurvus* (a form indicative of cold waters), *E. subdisticha*/*E. obruta*, *L. minutus*, and *Z. bijugatus*, while *E. formosa* decreases in abundance. The increase in the abundance of *E.*

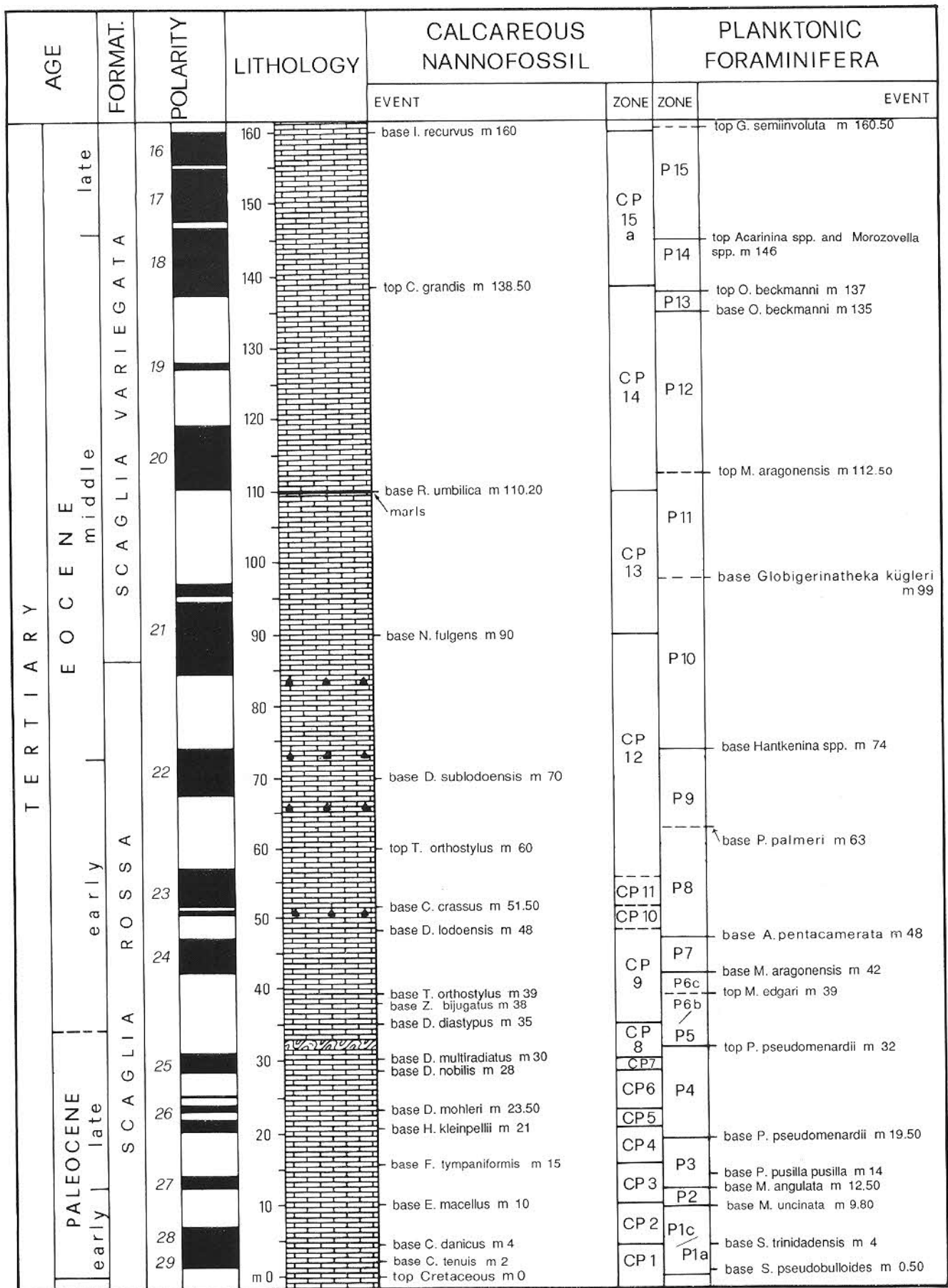


Fig. 45. - Colonna stratigrafica di dettaglio dei sedimenti paleoceno-eocenici della sezione della Contessa con l'indicazione dei principali eventi nella distribuzione di nannofossili calcarei e foraminiferi planctonici (da MONECHI e THIERSTEIN, 1985, modificato e da PREMOLI SILVA e SCARSELLI, in prep.).

- Detailed stratigraphic column of the Paleocene-Eocene sediments of the Contessa Section, showing the main calcareous nannofossil and planktonic foraminiferal events (after MONECHI and THIERSTEIN, 1985, modified, and after PREMOLI SILVA and SCARSELLI, in prep.).

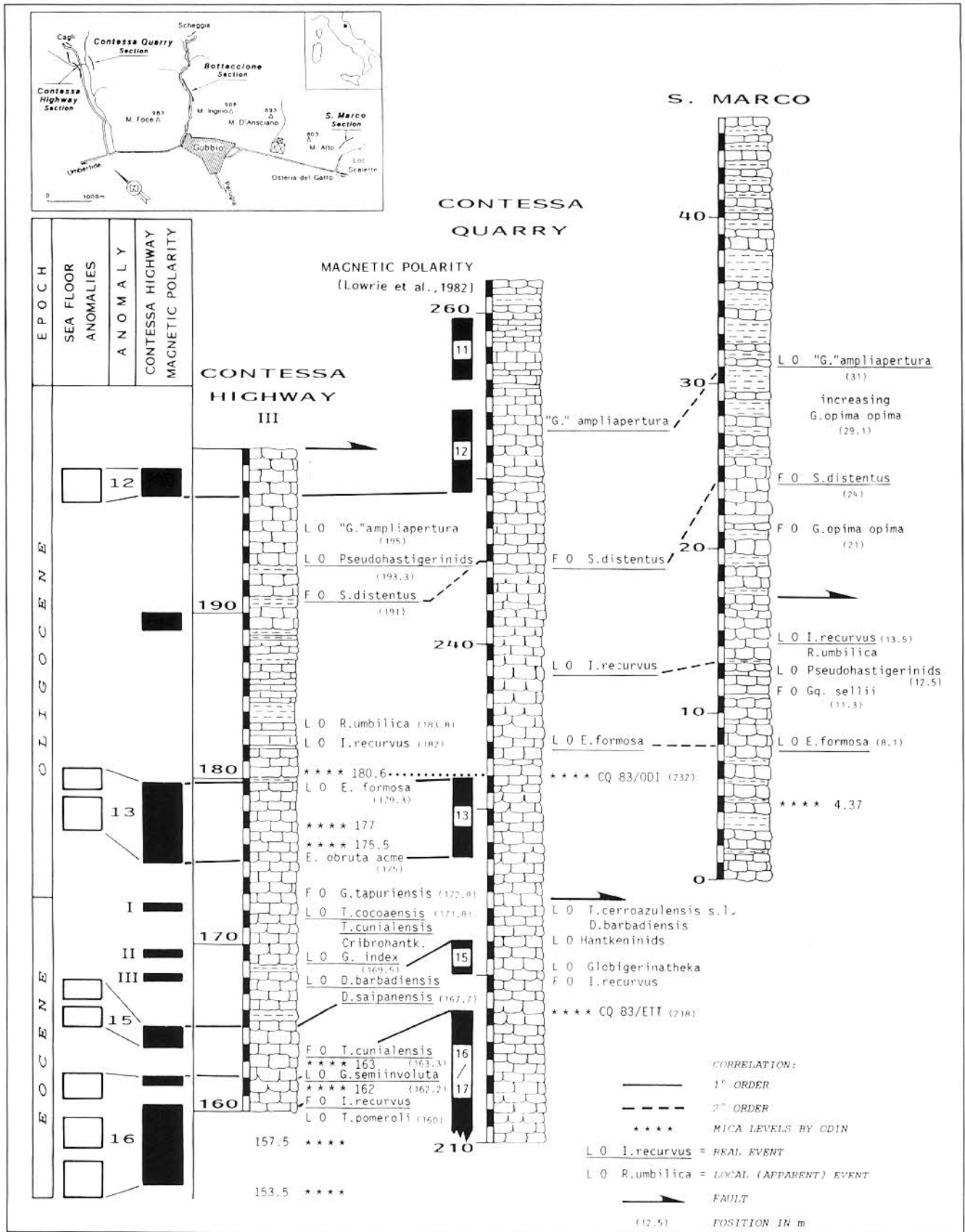


Fig. 46. - Correlazione stratigrafica di tre sezioni eo-oligoceniche campionate sui monti cugubini. I dati riguardanti la «Contessa quarry» sono tratti da LOWRIE ed altri (1982) (da PREMOLI SILVA ed altri, 1988, modificato).

- Stratigraphical correlation between three Eocene-Oligocene sections sampled in the Eugubine Mountains. Data on the "Contessa quarry" after LOWRIE and others (1982), (after PREMOLI SILVA and others, 1988, modified).

to nell'abbondanza di *I. recurvus* (forma indicativa di acque fredde), di *E. subdisticha*/*E. obruta*, di *L. minutus* e di *Z. bijugatus*, nonchè la diminuzione nell'abbondanza di *E. formosa*. L'aumento nell'abbondanza di *E. subdisticha*/*E. obruta* e di *I. recurvus* sembra essere un riferimento importante nell'individuazione del limite Eocene-Oligocene (MONECHI, 1986; BACKMAN, 1987).

subdisticha/*E. obruta* and *I. recurvus* seems to be an important indicator of the Eocene-Oligocene boundary (MONECHI, 1986; BACKMAN, 1987; MADILE and MONECHI, in press).

The following Oligocene events were identified: the peak in *E. obruta* that defines the CP16a/b Subzone; the last occurrence of *E. formosa* (CP16c) at meter 179.3; the last occurrence of *I. recurvus*

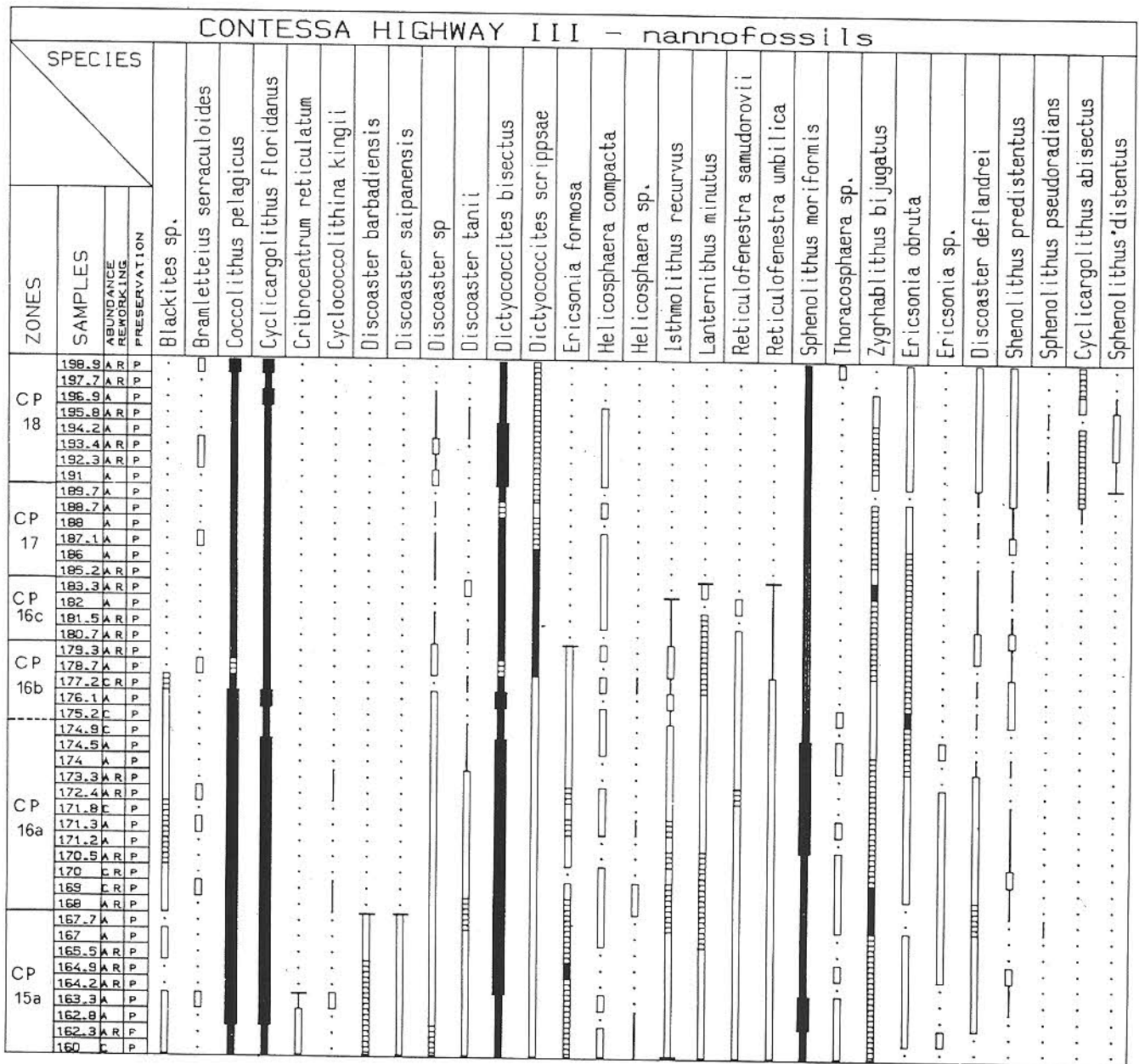


Fig. 48. - Tabella di distribuzione delle specie di nanofossili calcarei riconosciute nella sezione della «Contessa highway» (CH III). A (abbondanti) = 60% dell'associazione totale (t.a.) (1 esemplare per «field of view»); c (comune) = 60-40% t.a. (0.5-1 esemplare per «field of view»); F (pochi) = 40-10% t.a. (1-4 esemplari per 10 «field of view»); R (rari) = < 10% t.a. (0.2-0.9 esemplari per 10 «field of view»); RR (molto rari); + specie rimaneggiate (da PREMOLI SILVA ed altri, 1988, modificato).

- Distribution chart of calcareous nanofossil species identified in the «Contessa highway» (CH-III) section. A, abundant assemblages = > 60% of the total assemblage (t.a.) (1 specimen per one field of view); c (common) = 60-40% t.a. (0.5-1 specimen per one field of view); F, few = 40-10% t.a. (1-4 specimens per 10 fields of view); R, rare = < 10% t.a. (0.2-0.9 specimens per 10 fields of view); RR, very rare; +, reworked species (after PREMOLI SILVA and others, 1988, modified).

Nell'Oligocene sono stati riconosciuti i seguenti eventi: il picco di *E. obruta* che definisce la sottozona CP16a/b; la scomparsa di *E. formosa* (CP16c) al m 179.3; la scomparsa di *I. recurvus* (CP17) al m 182 e l'estinzione di *R. umbilica* al m 183.8. L'estinzione di quest'ultima specie è considerato un evento poco affidabile data la rarità di questa forma: per definire la base della zona CP17 è stata quindi usata in sostituzione la scomparsa di *I. recurvus*. L'ultimo evento riconosciuto nella serie è la prima comparsa di *S. distentus* in corrispondenza del m 191.

La parte superiore della Scaglia Cinerea è stata studiata nella sezione «Contessa quarry». In figura 46 sono riportati gli eventi a nannofossili calcarei riconosciuti in questa sezione da PERCH-NIELSEN in LOWRIE ed altri (1982) per l'intervallo Eocene me-

(CP17) at m 182, and the extinction of *R. umbilica* at m 183.3. The extinction of this last species is not considered to be as reliable an event as the others, owing to the rarity of the form; for this reason the last occurrence of *I. recurvus* was used to define the base of the CP17 Zone. The last event noted in the series was the first occurrence of *S. distentus* at m 191.

The upper part of the Scaglia Cinerea was studied in the Contessa Quarry section. Figure 46 shows the calcareous nannofossil events occurring over the Middle Eocene-Miocene interval, as reported by PERCH-NIELSEN in LOWRIE and others (1982). Most of the events correlate satisfactorily with those defined in the Contessa Highway Section (see PREMOLI SILVA and others, 1988, fig. 4). It is worth noting that the extinction of *S. distentus* in

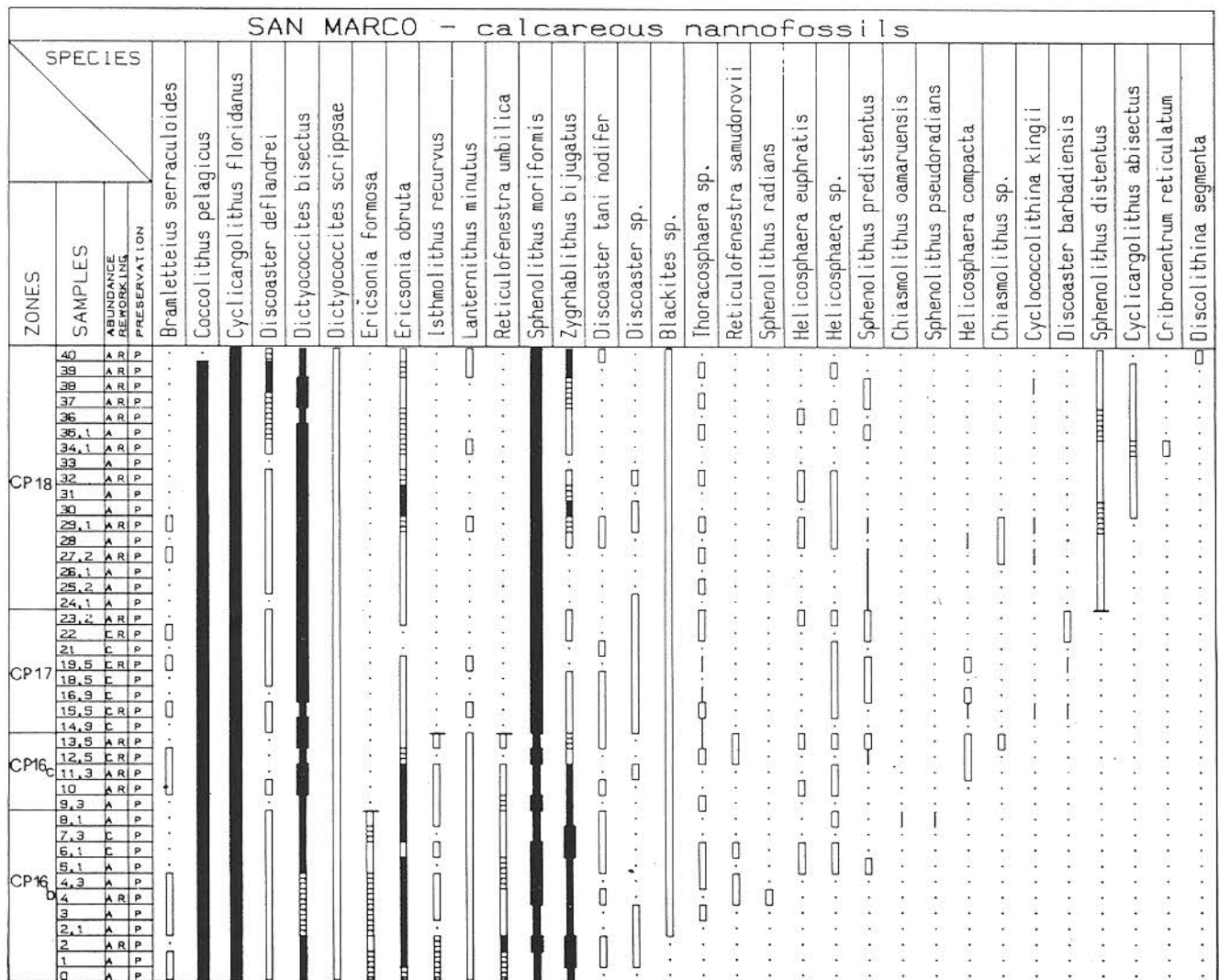


Fig. 49. - Tabella di distribuzione delle specie di nannofossili calcarei riconosciute nella sezione di S. Marco. Per la legenda vedi figura 48 (da PREMOLI SILVA ed altri, 1988, modificato).

- Distribution chart of calcareous nannofossil species identified in the San Marco Section. For explanation see caption of figure 48 (after PREMOLI SILVA and others, 1988, modified).

dio-Miocene. La maggior parte degli eventi riconosciuti si correlano in maniera soddisfacente con quelli definiti nella sezione «Contessa Highway» (v. PREMOLI SILVA ed altri, 1988, fig. 4). Nell'Oligocene superiore è da notare che l'estinzione di *S. distentus* è anteriore alla prima comparsa di *S. ciproensis*, il che è contrario a quanto si nota normalmente. Questa inversione può essere spiegata con il fatto che gli Sfenoliti, importanti stratigraficamente, sono molto rari durante tutto l'Oligocene.

Il limite Oligocene-Miocene è stato posizionato in correlazione con l'estinzione di *Cycligargolithus abisectus* e cade nell'intervallo a polarità negativa appena prima dell'anomalia 6C. Questa posizione, in accordo con quanto detto da NESS ed altri (1980), differisce dalla quella indicata sulla scala cronologica da LA BREQUE ed altri (1977) che hanno interpolato questo limite al di sotto dell'anomalia 6B.

Foraminiferi planctonici – L'associazione a foraminiferi planctonici è sempre piuttosto mal conservata e la maggior parte degli eventi è stata definita in base allo studio di sezioni sottili. In particolare i sedimenti dell'intervallo Eocene medio-Oligocene medio mostrano un grado di dissoluzione notevole che ha reso impossibile la maggior parte delle determinazioni; sopra e sotto questo intervallo la conservazione dei microfossili migliora leggermente. La cattiva conservazione non ha consentito di effettuare delle analisi quantitative realistiche. Ciononostante sono stati riconosciuti gli eventi biostratigrafici più importanti dell'intervallo Paleocene inferiore-Oligocene superiore correlati con lo schema zonale proposto da BLOW (1969) con le modifiche apportate dal NOCCHI ed altri (1986). Per maggiori dettagli, si faccia riferimento ai lavori di LOWRIE ed altri (1982), ORLANDO (1983), PREMOLI SILVA ed altri (1988).

I più importanti eventi per l'intervallo Paleocene-Eocene superiore sono riportati in figura 45. La Zona a *P. eugubinus* è riconoscibile nei primi livelli immediatamente successivi al limite Cretacico-Terziario per uno spessore di circa 50 cm. Tutte le zone del Paleocene sono state riconosciute ed è da notare al m 31 uno «slump» che riduce di molto lo spessore della Zona a *M. velascoensis*. La distribuzione delle forme planctoniche più importanti è riportata in figura 50; in figura 46 sono riportati gli eventi, le zone e le correlazioni con i nannofossili calcarei e la magnetostratigrafia per la sezione «Contessa Highway III». In particolare si può notare che la zona P15 è caratterizzata da un'associa-

zione che è prior to the first occurrence of *S. ciproensis*; this is the reverse of what is normally seen. This inversion may be because Sphenoliths, which are stratigraphically important, are very rare throughout the Oligocene.

The Oligocene-Miocene boundary, set in relation to the extinction of *Cycligargolithus bisectus*, falls in the negative polarity interval immediately before anomaly 6C. This position agrees with NESS and others (1980), and differs from that shown on the chronologic scale by LA BREQUE and others (1977), who interpolated the limit to be below anomaly 6B.

Planktonic foraminifera – The planktonic foraminiferal assemblages are always fairly poorly preserved, and the majority of the events were defined through the study of thin sections. In particular, the sediments of the Middle Eocene-Middle Oligocene interval are considerably dissolved, rendering the majority of the determinations impossible. Above and below this interval the situation improves somewhat, though the poor preservation did not allow realistic quantitative analyses. Even so, we were able to identify the most important biostratigraphic events of the Early-Paleocene-Late Oligocene and correlate them with the zonation proposed by BLOW (1969) and modified by NOCCHI and others (1986). For further details the reader is referred to the work of LOWRIE and others (1982), ORLANDO (1984), and PREMOLI SILVA and others (1988).

The most important events during the Paleocene-Late Eocene interval are shown in figure 45. The *P. eugubinus* Zone falls in the first beds immediately overlying the Cretaceous-Tertiary boundary, and is about 50 cm thick. All of the zones of the Paleocene were identified. It is worth noting that a slump at m 31 greatly reduces the thickness of the *M. velascoensis* Zone. The distribution of the most important planktonic forms is given in figure 50; figure 46 shows the events, zones, and correlations with calcareous nannofossils and magnetostratigraphy in the Contessa Highway III Section. In particular, one can note that the P15 Zone has a very rare assemblage made up of small sized acarininids and globigerinathekids which, with the exception of *G. index*, are hard to identify. In the absence of *G. inflata*, the P15-P16 limit was arbitrarily placed between the first occurrence of the calcareous nannofossil *I. recurvus* and the last occurrence of *G. semivoluta*.

zione molto rara, da Acarinine di piccole dimensioni e da Globigerinatheke che, a parte *G. index*, sono di difficile definizione. In assenza di *C. inflata* il limite P15-P16 è stato posizionato arbitrariamente tra la prima comparsa della specie *I. recurvus* (nannofossile calcareo) e l'ultima comparsa di *G. semivoluta*.

Il limite tra le zone P17-P18 è stato definito, in corrispondenza del m 171.8, in base alle estinzioni di *Hantkenina* e *Cribohantkenina*, che marca il limite Eocene-Oligocene (NOCCHI ed altri, 1986).

The boundary between Zones P17-P18 was set at m 171.8, on the basis of the extinctions of *Hantkenina* and *Cribohantkenina*, which indicate the Eocene-Oligocene boundary (NOCCHI and others, 1986).

With the exception of *Subbotina gortanii* and other species belonging to this high spiraled genus, the base of the Lower Oligocene features dwarf forms. After this very peculiar dwarf assemblage, which has been found in various parts of the world (NOCCHI and others, 1986, BOERSMA and

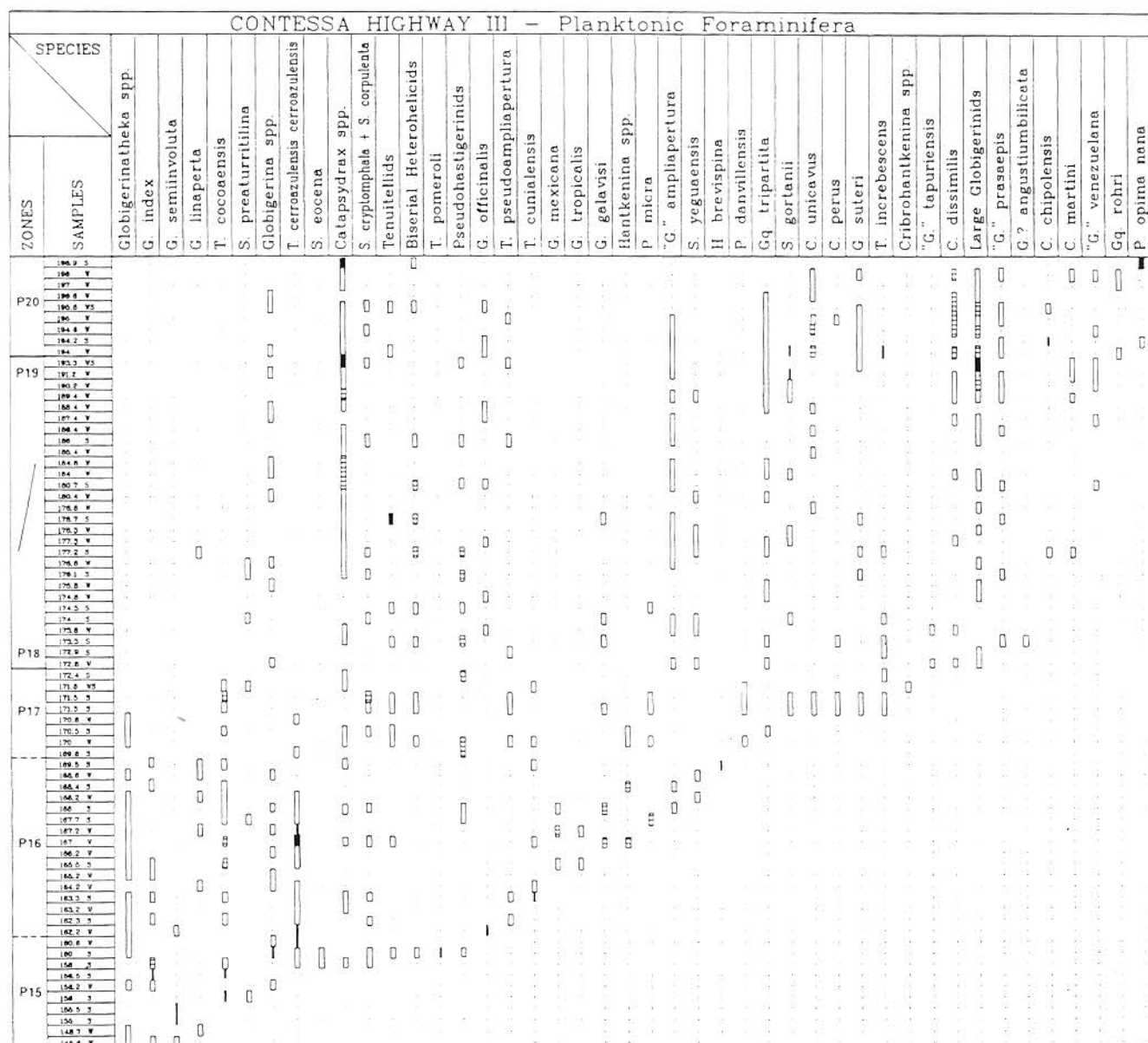


Fig. 50. - Tabella di distribuzione delle specie di foraminiferi planctonici riconosciute nella sezione della «Contessa highway» III. Legenda: nero = comune; linea orizzontale = pochi; rettangolo bianco = rari; linea = molto rari; W = lavato; S = sezione sottile (da PREMOLI SILVA ed altri, 1988, modificato).

- Distribution chart of planktonic foraminiferal species identified in the "Contessa highway" III section. Legend: black = common; horizontal line = few; open rectangle = rare; black line = very rare. W = washed residue; S = thin section (after PREMOLI SILVA and others, 1988, modified).

La base dell'Oligocene inferiore è caratterizzata da forme nane, fatta eccezione per *Subbotina gortanii* ed altre specie appartenenti al genere a morfologia alta e spiralata. Dopo questa associazione nana, assai peculiare e riconosciuta in varie parti del mondo (NOCCHI ed altri, 1986; BOERSMA e PREMOLI SILVA, 1986), l'associazione ritorna a dimensioni normali e risulta ben diversificata. La base della zona P19 non è stata definita per la mancanza di *Globoquadrina sellii*; l'estinzione di *Pseudobastigerina* al m 193.3 definisce il tetto della zona P19; al m 195 si estingue «*Globigerina*» *ampliapertura*. In quest'ultima zona i foraminiferi planctonici sono più diversificati e meglio conservati rispetto a quelli riconosciuti nell'intervallo biostratigrafico precedente; solamente gli esemplari provenienti da campioni presi in prossimità della faglia mostrano fenomeni di deformazione.

L'Oligocene superiore è stato studiato nella sezione «Contessa quarry» da TOUMARKINE (LOWRIE ed altri, 1982, fig. 6) con il riconoscimento dei se-

PREMOLI SILVA, 1986), the species making up the assemblages return to normal size and are well diversified. The base of Zone P19 was not defined due to the absence of *Globoquadrina sellii*, while the extinction of *Pseudobastigerina* at m 193.3 defines the top of Zone P19. «*Globigerina*» *ampliapertura* disappear at m 195. In the last zone the planktonic foraminifera are more diversified and better conserved than they were in the preceding biostratigraphic interval, and only those from samples taken next to the fault are deformed.

The Late Oligocene was studied in the Contessa Quarry (LOWRIE and others, 1982, fig. 6) by TOUMARKINE, who noted the following events: the first occurrence of *G. angulissuturalis*, the extinction of *G. opima opima*, and then the first occurrences of *G. mayeri* s.l., *G. kugleri*, and *Globigerinoides primordius*.

Detailed biostratigraphical and magnetostratigraphical analyses carried out on the Paleogene sediments of the series exposed in the Contessa

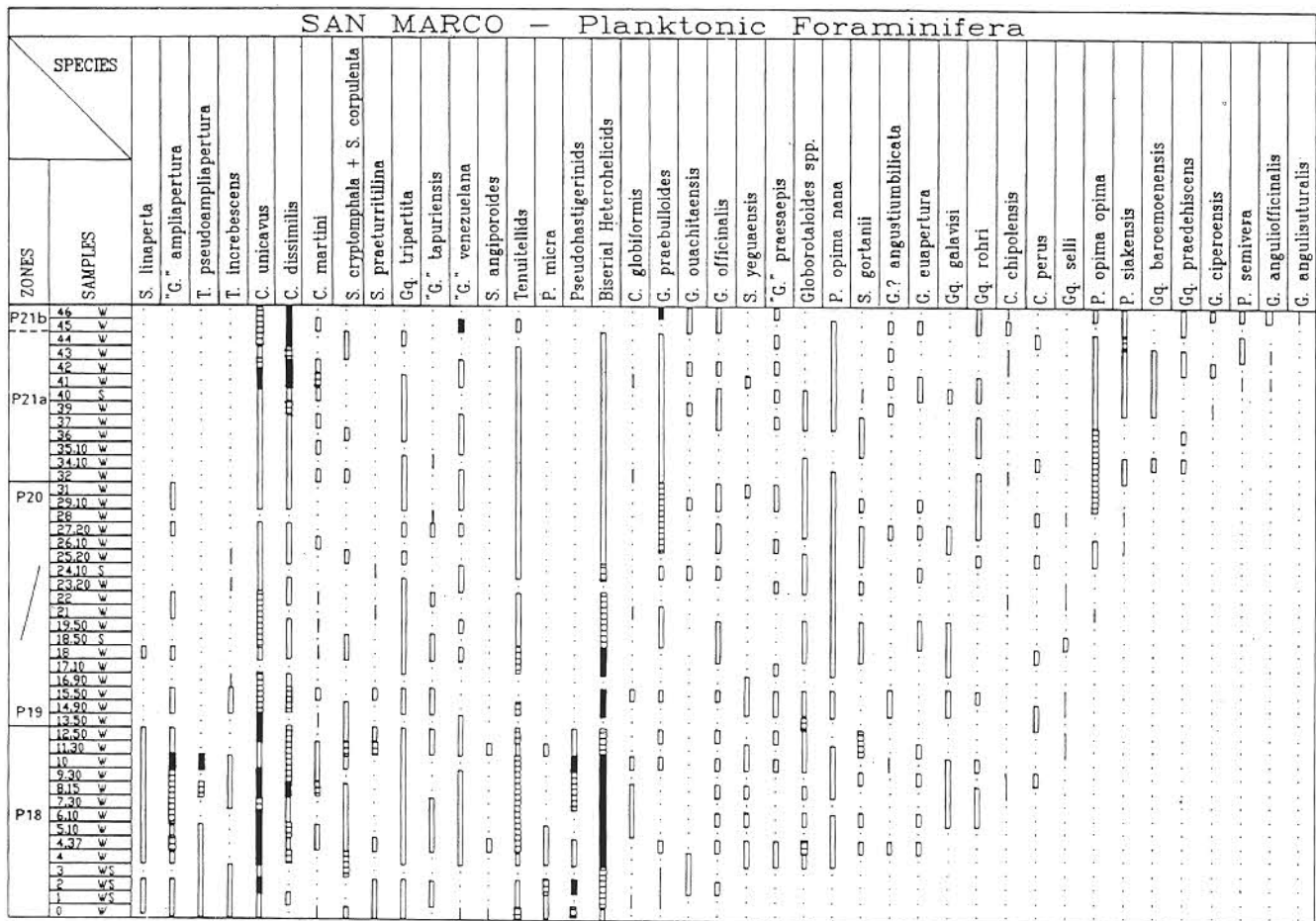


Fig. 51. - Tabella di distribuzione delle specie di foraminiferi planctonici riconosciute nella sezione di San Marco. Per la legenda vedi la didascalia di figura 50 (da PREMOLI SILVA ed altri, 1988, modificato).

- Distribution chart of planktonic foraminiferal species identified in the San Marco Section. For explanation see caption of figure 50 (after PREMOLI SILVA and others, 1988, modified).

guenti eventi: la prima comparsa di *G. angulisuturalis*, l'estinzione di *P. opima opima* e le successive comparse di *G. mayeri* s.l., *G. kugleri* e *Globigerinoides primordius*.

Le analisi bio e magnetostratigrafiche di dettaglio condotte sui sedimenti paleogenici della successione affiorante nella valle della Contessa hanno messo in evidenza una sequenza di bioeventi ben calibrati con la magnetostratigrafia. In particolare questa serie può essere considerata come una successione standard per la definizione del limite Eocene-Oligocene. Le analisi biostratigrafiche hanno messo in evidenza che questo limite è caratterizzato da una successione di estinzioni senza rappresentare un evento catastrofico. Il limite Eocene-Oligocene, definito in base all'estinzione delle Hantkenine, può essere correlato con il più recente dei tre intervalli normali del Chron 13R. Questi eventi rappresentano forse l'Anomalia 14 riconosciuta nelle sequenze oceaniche.

Studi radiometrici condotti sui livelli ricchi in biotite hanno suggerito per il limite Eocene-Oligocene un'età più recente di 34.5 My.

Valley have shown that the sequence of bioevents correlates well with the magnetostratigraphy. In particular, this section can be taken as a standard section for the definition of the Eocene-Oligocene boundary. The biostratigraphic analyses have shown that said boundary is characterized by a series of extinctions that were not produced by a catastrophic event. The Eocene-Oligocene boundary, defined on the basis of the extinction of the *Hantkeninidae*, can be correlated with the most recent of the three normal intervals of Chron 13R. These events may be the Anomaly 14 found in oceanic sequences.

Radiometric dating of the biotite rich layers suggests an age more recent than 34.5 my for the Eocene-Oligocene boundary.