

Biostratigrafia a nannofossili calcarei dei sedimenti medio-supramiocenici del settore occidentale del Plateau Ibleo (Sicilia sud-orientale)

Agata DI STEFANO

Istituto di Geologia e Geofisica
Università di Catania

KEY WORDS – Biostratigraphy, Calcareous nannofossils, Middle-Upper Miocene, Hyblean Plateau, SE Sicily.

RIASSUNTO – Nel presente lavoro vengono esposti i risultati delle analisi quantitative dei nannofossili calcarei condotte su campioni provenienti da sei sezioni rappresentative delle formazioni mioceniche affioranti nel settore occidentale dell'Avampaese Ibleo. I dati raccolti hanno consentito di ricostruire una successione continua compresa tra il Burdigaliano superiore e il Tortoniano medio. Le analisi eseguite hanno messo in evidenza la scarsa risoluzione degli schemi biostratigrafici standard nella loro applicazione nell'area considerata, dal momento che alcune forme su cui si basano le suddivisioni zonali dei suddetti schemi (*Discoaster kugleri*, *Catinaster kugleri*, *Catinaster coalitus*) sono risultati assenti o difficilmente identificabili. Ulteriori eventi biostratigrafici ampiamente utilizzati in letteratura, quali l'estinzione di *Helicosphaera ampliaperata* e la fine dell'acme di *Discoaster deflandrei*, risultano di difficile applicazione. Nella successione studiata è stato utilizzato con maggior successo un nuovo schema per il Miocene dell'area Mediterranea recentemente proposto. Questo risulta suddiviso in una serie di zone e sottozone definite in parte da eventi ereditati dagli schemi standard e in parte da biorizzonti basati su fluttuazioni di abbondanza di alcune specie, come ad esempio il paracme (intervallo di assenza o bassa frequenza) di *Sphenolithus heteromorphus*, la prima comparsa comune e l'estinzione di *Helicosphaera walbersdorfensis*, la prima presenza comune di *Reticulofenestra pseudumbilicus*, l'ultima presenza comune di *Calcidiscus premacintyreii*, la prima presenza comune di *Helicosphaera stalis*. La buona corrispondenza delle biozone riconosciute nella successione Iblea con quelle proposte nel suddetto schema costituisce una prova della sua affidabilità e applicabilità a livello regionale.

ABSTRACT – [Calcareous nannofossils biostratigraphy of the Middle-Upper Miocene formations in the western sector of the Hyblean Plateau (South-Eastern Sicily)] – In the western sector of the Hyblean Plateau (South-eastern Sicily) is exposed a Miocene pelagic carbonate sequence. These sediments have been studied by using a quantitative analysis of calcareous nannofossils on samples from six representative stratigraphic sections located in the surroundings of the Tellaro River Valley. A continuous sequence ranging from Late Burdigalian to Middle Tortonian has been detected combining the six sampled sections. In the study area, the existing standard biostratigraphic zonations based on calcareous nannofossils (Martini, 1971; Okada & Bukry, 1980) display a low resolution and a limited applicability, as some marker species are lacking (*Catinaster coalitus*, marking the NN7/NN8 boundary in the Martini's zonation and the CN5/CN6 boundary in the Okada & Bukry's zonation; *C. calyculus*, corresponding to the CN7a/CN7b boundary) or poorly represented (*Discoaster kugleri*, NN6/NN7 boundary in the Martini's zonation and CN5a/CN5b boundary of Okada & Bukry's zonation). Moreover, other biostratigraphic events, such as the Last Occurrence of *Helicosphaera ampliaperata* (NN4/NN5 and CN3/CN4 boundary) and the Acme End of *Discoaster deflandrei* (alternative event for the same boundary) are hardly detectable.

A new biostratigraphic zonal scheme has been recently proposed for the Miocene of the Mediterranean Region (Fornaciari & Rio, in press; Fornaciari et al., in press). The definitions of zones and subzones are based on biohorizons partly deriving from the standard zonations, such as the first occurrence (FO) and the last occurrence (LO) of *Sphenolithus heteromorphus* and *Sphenolithus belemnus*. Other biohorizons are based on abundance fluctuation of selected species, such as the absence-paracme interval of *Sphenolithus heteromorphus*, the first common occurrence (FCO) and the last occurrence of *Helicosphaera walbersdorfensis*, the first common occurrence of *Reticulofenestra pseudumbilicus*, the last common occurrence (LCO) of *Calcidiscus premacintyreii*, the first common occurrence of *Helicosphaera stalis*. The nannofossils assemblage found in the Hyblean sequence fits well with the zones and subzones proposed in this new zonal scheme, in fact all the biohorizons utilized have been easily detected. Such evidences support the applicability and reliability of the new zonal scheme for regional correlation within the Mediterranean region.

PREMESSA

Nella successione iblea (Sicilia sud-orientale) i sedimenti miocenici del settore occidentale (Zona Ragusana) si prestano, per il loro ricco contenuto fossilifero e per l'ottima conservazione degli organismi fossili, a studi biostratigrafici di dettaglio permettendo correlazioni su scala regionale. Nel presente studio vengono esposti i risultati delle analisi quantitative dei nannofossili calcarei presenti in sei sezioni stratigrafiche, alcune delle quali parzialmente sovrapposte, che coprono un intervallo cronologico compreso tra il Burdigaliano superiore e il Tortoniano.

Gli eventi biostratigrafici riconosciuti all'interno di queste successioni vengono messi a confronto con quelli utilizzati negli schemi *standard* di Martini (1971) e di Okada & Bukry (1980), e con quelli utilizzati nello schema per il Miocene inferiore e medio-superiore per l'area Mediterranea di Fornaciari & Rio (in stampa) e Fornaciari *et al.* (in stampa), al fine di verificarne l'applicabilità nella regione iblea.

Un'attenzione particolare viene rivolta alla verifica del valore biostratigrafico di due biorizzonti: l'estinzione (LO, «Last Occurrence») di *Helicosphaera ampliaperata*, utilizzata per definire il limite tra le Zone NN4 e NN5 di Martini (1971) e tra le Zone CN3

e CN4 di Okada & Bukry (1980), e la fine dell'acme (AE, «Acme End») di *Discoaster deflandrei*, proposto da Bukry (1973) come evento alternativo per il riconoscimento del limite tra le Zone CN3 e CN4 nelle aree oceaniche, dove gli elicoliti risultano assenti.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nella Sicilia sud-orientale il Plateau Ibleo rappresenta la parte emersa dell'attuale Avampese costituita dal Blocco Pelagiano (Burrollet *et al.*, 1978), una vasta area di piattaforma estesa nelle aree del Canale di Sicilia, che vi affiora in corrispondenza delle isole Maltesi e di Lampedusa, nonché lungo le coste settentrionali del continente africano.

Il Plateau Ibleo è caratterizzato da una successione carbonatica mesozoico-terziaria la cui evoluzione è stata fortemente controllata dalla tettonica e, soprattutto, dai diversi eventi vulcanici succedutisi nel tempo.

Nel Cretaceo superiore imponenti manifestazioni basaltiche submarine e subaeree hanno dato luogo a *sea-mounts* sui quali si sono instaurate condizioni di mare sottile in vaste aree antistanti settori di mare più profondo (Grasso & Lentini, 1982). Le prime sono state sede della deposizione di successioni lacunose costituite da carbonati di ambiente neritico (zona di Siracusa, Capo Passero e più a Sud lungo l'attuale *off-shore* orientale maltese), mentre nel settore occidentale (Zona Ragusana) si è avuta la deposizione di carbonati di ambiente pelagico (Pedley, 1981).

Questa configurazione del bacino ha caratterizzato l'area fino al Tortoniano, periodo in cui ulteriori fasi tettoniche accompagnate da imponenti manifestazioni vulcaniche hanno determinato l'attuale assetto attraverso profonde variazioni della paleogeografia nel tempo (Carbone *et al.*, 1982).

Per il presente studio biostratigrafico è stata campionata una parte della successione pelagica che caratterizza il settore occidentale del Plateau Ibleo. Relativamente all'intervallo cronologico preso in considerazione (Burdigaliano superiore-Tortoniano) la successione è costituita, nella parte bassa, da biocalcareni ben cementate e da alternanze irregolari di calcilutiti e marne di colore grigio-giallastro (F.ne Ragusa, mb. Irminio, Rigo & Barbieri, 1959), che affiorano diffusamente nell'area e raggiungono spessori massimi di circa 200 m lungo la valle del T. Telle-simo e nella zona di S. Giacomo. La formazione Ragusa passa gradualmente, per progressivo ispessimento degli intervalli marnosi, alla sovrastante formazione Tellaro (Rigo & Barbieri, 1959) costituita quasi esclusivamente da marne di colore variabile dal grigio chiaro al verde intercalate da sporadici livelli calcarenitici.

Verso est (area di Palazzolo Acreide) i livelli apicali delle marne passano gradualmente ad alternanze calcarenitico-marnose (F.ne Palazzolo, Rigo & Barbieri, 1959).

Romeo & Sciuto (1987), sulla base dello studio dei foraminiferi, attribuiscono al Burdigaliano-Langhiano il membro Irminio della Formazione Ragusa; mentre le Formazioni Tellaro e Palazzolo, eteropiche tra loro, coprirebbero un intervallo cronologico compreso tra il Langhiano e il Messiniano.

Le sezioni scelte per il presente studio biostratigrafico ricadono all'interno di un'area compresa tra le valli dei Fiumi Irminio e Tellaro, tra gli abitati di Ragusa a SW e di Palazzolo Acreide (SR) a NE (Fig. 1); in quest'area infatti le formazioni studiate offrono condizioni di campionamento ottimali, per la buona esposizione e la continuità degli affioramenti.

SCHEMA BIOSTRATIGRAFICO ADOTTATO

Recenti studi biostratigrafici basati sull'analisi quantitativa dei nannofossili calcarei (Fornaciari, 1987; Negri, 1989; Di Stefano, 1993; Fornaciari & Rio, in stampa; Fornaciari *et al.*, in stampa) hanno messo in evidenza la bassa risoluzione biostratigrafica fornita dagli schemi zonali *standard* (Martini, 1971; Okada & Bukry, 1980) se applicati ai sedimenti miocenici dell'area mediterranea; questa è principalmente dovuta all'impossibilità di rinvenire il genere *Catinaster* e quindi di riconoscere i limiti tra le Zone NN7/NN8 di Martini (1971) e CN5b/CN6 di Okada & Bukry (definiti dalla comparsa di *C. coalitus*) e tra le Zone CN7a/CN7b, definito dalla comparsa di *C. calyculus*. *Discoaster kugleri*, inoltre, la cui prima presenza definisce il limite tra le Zone NN6/NN7 e CN5a/CN5b, è difficilmente riconoscibile nei sedimenti della regione mediterranea, perchè estremamente raro e sviluppato in maniera piuttosto atipica (Müller, 1978; Fornaciari *et al.*, in stampa).

Dallo studio di numerose sezioni provenienti da diverse zone dell'area mediterranea e indicative di differenti contesti deposizionali, sono stati stabiliti i modelli di distribuzione di quelle specie che hanno rivelato particolare significato biostratigrafico ed è stato quindi proposto uno schema biostratigrafico a carattere regionale per il Miocene inferiore (Fornaciari & Rio, in stampa) e medio-superiore (Fornaciari *et al.*, in stampa) della Regione Mediterranea, capace di fornire una risoluzione biostratigrafica media di 1 MA.

La Fig. 2 mostra lo schema biostratigrafico per il Miocene dell'area Mediterranea relativo all'intervallo cronologico considerato nel presente studio, compreso tra la prima comparsa (FO, «First Occurrence») di *Sphenolithus belemnos* (Burdigaliano sup.) e

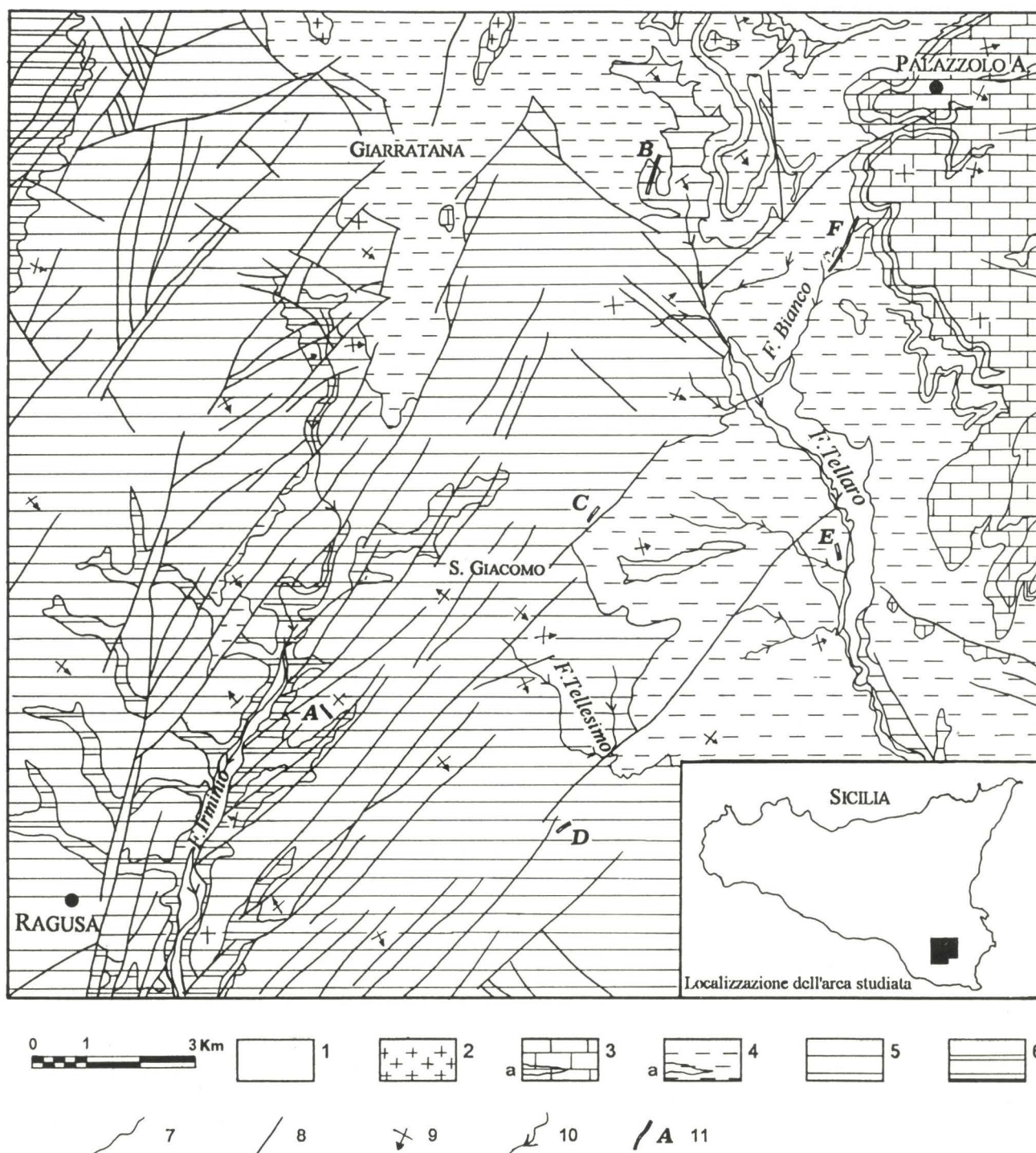


Fig. 1 - Carta geologica dell'area studiata (da: Carta geologica della Sicilia sud-orientale, scala 1:100.000) e ubicazione delle sezioni. Legenda: 1) Alluvioni (Quaternario); 2) Vulcaniti (Pliocene medio-sup.); 3) Formazione Palazzolo (Serravalliano-Messiniano); 4) Formazione Tellaro (Langhiano inf.-Messiniano); 5) Formazione Ragusa, mb. Irminio (Aquitaniiano-Langhiano inf.); 6) Formazione Ragusa, mb. Leonardo (Oligocene sup.-Aquitaniiano); 7) limiti stratigrafici; 8) faglie; 9) giaciture degli strati; 10) corsi d'acqua; 11) traccia delle sezioni; A = sezione Ragusa; B = sezione C. Agli; C = sezione S. Giacomo; D = sezione C. Marchesello; E = sezione C. Montesano; F = sezione Palazzolo Acreide.

ZONAZIONI "STANDARD"					ZONAZIONE per l'area MEDITERRANEA		
MARTINI, 1971		OKADA & BUKRY, 1980			da FORNACIARI & RIO, in stampa e FORNACIARI et al., in stampa		
ZONE	Def.	ZONE	SOTTOZONE	Def.	ZONE	SOTTOZONE	Eventi
NN9 <i>Discoaster hamatus</i>	LO <i>D. hamatus</i>	CN7 <i>Discoaster hamatus</i>	CN7b <i>C. calyculatus</i> CN7a <i>H. carteri</i>	LO <i>D. hamatus</i> <i>C. calyculatus</i> <i>D. hamatus</i>	MNN9 <i>Discoaster bellus</i> PRZ		LO <i>D. hamatus</i> FO <i>D. bellus</i> gr.
NN8 <i>Catinaster coalitus</i>	<i>D. hamatus</i> <i>C. coalitus</i>	CN6 <i>Catinaster coalitus</i>		<i>C. coalitus</i>	MNN8 <i>H. walbers.</i> - <i>H. bellus</i> gr. IZ	MNN8b <i>H. stalis</i> PRS MNN8a <i>H. walbers.</i> - <i>H. stalis</i> IS	LCO <i>H. stalis</i> LO <i>H. walbersdorfensis</i>
NN7 <i>Discoaster kugleri</i>	<i>D. kugleri</i>	CN5 <i>Discoaster exilis</i>	CN5b <i>D. kugleri</i>	<i>D. kugleri</i>	MNN7 <i>Helicosphaera walbersdorfensis</i> PRZ		
NN6 <i>Discoaster exilis</i>			CN5a <i>Coccolithus miopelagicus</i>		MNN6 <i>Calcidiscus premacintyreii</i> PRZ	MNN6b <i>R. pseudumbilicus</i> PRS MNN6a <i>S. heteromorphus</i> <i>R. pseudumbilicus</i> IS	LCO <i>C. premacintyreii</i> FCO <i>R. pseudumbilicus</i>
NN5 <i>Sphenolithus heteromorphus</i>	<i>S. heteromorphus</i>	CN4 <i>Sphenolithus heteromorphus</i>		<i>S. heteromorphus</i>	MNN5 <i>Sphenolithus heteromorphus</i> PRZ	MNN5b <i>H. walbersdorfensis</i> <i>S. heteromorphus</i> IS MNN5a <i>S. heteromorphus</i> <i>H. walbersdorfensis</i> IS	LO <i>S. heteromorphus</i> FCO <i>H. walbersdorfensis</i>
NN4 <i>Helicopontosphaera ampliaperta</i>	<i>H. ampliaperta</i>	CN3 <i>Helicopontosphaera ampliaperta</i>		<i>H. ampliaperta</i>	MNN4b <i>Sphenolithus heteromorphus</i> AIZ MNN4a <i>Helicosphaera ampliaperta</i> - <i>Sphenolithus heteromorphus</i> IZ		PE <i>S. heteromorphus</i> PB <i>S. heteromorphus</i> LCO <i>H. ampliaperta</i>
NN3 <i>Sphenolithus belemnus</i>	<i>S. belemnus</i>	CN2 <i>Sphenolithus belemnus</i>		<i>S. heteromorphus</i> FO <i>S. belemnus</i>	MNN3b <i>Sphenolithus belemnus</i> - <i>Sphenolithus heteromorphus</i> IZ MNN3a <i>Sphenolithus belemnus</i> TRZ		FCO <i>S. heteromorphus</i> LO <i>S. belemnus</i> FO <i>S. belemnus</i>

Fig. 2 - Nuovo schema biostratigrafico a nannofossili calcarei per il Miocene dell'area Mediterranea utilizzato nel presente lavoro e confronto con gli schemi biostratigrafici «standard».

l'estinzione di *Discoaster hamatus* (Tortoniano medio).

Alcuni degli eventi utilizzati in questo nuovo schema sono stati ereditati dagli schemi standard (Martini, 1971; Okada & Bukry, 1980), poiché sono risultati facilmente riconoscibili anche nei sedimenti dell'area mediterranea, come ad esempio le comparse e le estinzioni di *Sphenolithus belemnus* e *S. heteromorphus*. Altri biorizzonti sono basati su gruppi molto ben rappresentati nella regione mediterranea, come ad esempio gli elicoliti, ma scarsamente presenti nelle aree oceaniche e che assumono perciò carattere prettamente regionale; l'estinzione di *Helico-*

sphaera ampliaperta, nonostante sia l'unico evento basato sugli elicoliti presente negli schemi standard, non viene utilizzata nello schema per l'area mediterranea perchè il suo riconoscimento è risultato piuttosto controverso. Altri biorizzonti, infine, sono rappresentati da variazioni di abbondanza nella distribuzione di alcune forme, come ad esempio l'inizio o la fine dell'intervallo di assenza (Paracme) di *Sphenolithus heteromorphus*; la prima o l'ultima comparsa continua e comune (FCO, «First Common Occurrence»; LCO, «Last Common Occurrence») di una data specie, piuttosto che sulla prima o ultima presenza assoluta.

METODO DI ANALISI E APPROCCIO TASSONOMICO

Tutti i campioni raccolti sono stati preparati con il metodo *smear slide* (Backman, 1980) e analizzati col microscopio ottico polarizzatore con ingrandimenti di 1250x. Le analisi quantitative eseguite sono state sostanzialmente di un solo tipo, è stata cioè conteggiata la percentuale di una forma significativa all'interno di un numero prefissato (solitamente 100) di individui tassonomicamente simili (Backman & Schackleton, 1983; Rio *et al.*, 1989).

Data la finalità del presente lavoro, i conteggi sono stati eseguiti su quei gruppi tassonomici che, alla luce dei più recenti lavori di biostratigrafia a nannofossili calcarei del Miocene dell'area Mediterranea (Theodoridis, 1984; Fornaciari *et al.*, in stampa; Fornaciari & Rio, in stampa) sono risultati di particolare interesse, e cioè: elicoliti, sfenoliti, discoaster, placoliti (generi *Reticulofenestra*, *Calcidiscus*, *Coccolithus*, *Cyclicargolithus*).

Tutte le specie considerate sono elencate nell'Appendice; si rimanda a Theodoridis (1984) per la descrizione particolareggiata delle specie di elicoliti e del genere *Calcidiscus*, a Fornaciari & Rio (in stampa) per la descrizione di *Sphenolithus disbelemnus* e a Perch-Nielsen (1985) per le rimanenti specie.

Nel presente studio sono inoltre stati seguiti criteri biometrici per la distinzione di alcune specie; e precisamente sono state classificate:

- come *pseudoumbilicus* solo le reticulofenestre di dimensioni maggiori di 7 µm (Raffi & Rio, 1979; Backman & Schackleton, 1983; Fornaciari *et al.*, 1990; Rio *et al.*, 1990; Fornaciari *et al.*, in stampa);
- come *macintyreii* i *Calcidiscus* a contorno circolare di dimensioni superiori o uguali a 11 µm (Rio *et al.*, 1990; Fornaciari *et al.*, in stampa);
- come *Coccolithus miopelagicus* gli individui di dimensioni superiori ai 13 µm (Perch-Nielsen 1985).

Per quanto riguarda il genere *Discoaster*, sono stati riferiti al gruppo *variabilis/exilis*, tutti gli individui con sei raggi biforcati sottili (es. *D. exilis*, *D. signus*, etc.) e «liberi» (es. *D. variabilis*, *D. pansus*, etc.). Per la valutazione della fine dell'acme di *D. deflandrei* è stato seguito il criterio di Rio *et al.* (1990), che definiscono «quantitativamente» questo biorizzonte come un calo di abbondanza di questa specie a valori inferiori al 30%.

RISULTATI DELLE ANALISI

SEZIONE RAGUSA

È stata campionata lungo una perpendicolare alla strada che congiunge Balata di Modica e Ragusa, sul versante orientale del Fiume Irminio e ha uno spes-

sore di circa 50 metri; è costituita da calcari più o meno marnosi di color bianco-crema, molto diagenizzati, intercalati a livelli più teneri di marne, appartenenti al membro Irminio della Formazione Ragusa (Fig. 1, A); lungo questa sezione sono stati raccolti 22 campioni ubicati come in Fig. 3.

L'associazione a nannofossili calcarei si è rivelata abbondante, con condizioni di preservazione non particolarmente buone nella parte bassa della sezione dove le forme si presentano fortemente ricristallizzate; il gruppo degli elicoliti, inoltre, non è ben rappresentato, specialmente nella porzione inferiore della sezione, e in alcuni campioni non è stato possibile contare più di 30 individui (campioni 1-4-5-6-8-13).

In Fig. 3 sono state rappresentate graficamente le percentuali delle specie più significative e gli eventi biostratigrafici riconosciuti all'interno della sezione in esame.

I dati più interessanti sono esposti di seguito:

- *Sphenolithus belemnus*, presente dalla base della sezione, si estingue tra i campioni 6 e 7. In corrispondenza della parte alta della distribuzione di *S. belemnus*, sono stati riconosciuti alcuni esemplari di *S. disbelemnus* e forme di transizione tra *S. belemnus* e *S. heteromorphus*;

- *Sphenolithus heteromorphus*, presente in bassa percentuale (non superiore al 2%) nei campioni 2, 4 e 5, mostra la sua prima presenza comune (FCO) nel campione 9;

- nella parte alta della sezione si rileva un intervallo di bassa frequenza (paracme) di *S. heteromorphus* (camp. 20 e 21);

- *Helicosphaera ampliapertura* è assente dal campione 3 all'8, diventa comune fino al campione 15 per diventare nuovamente discontinua nei campioni successivi; in questa sezione non è possibile riconoscere la sua ultima presenza assoluta (LO), mentre l'ultima presenza comune (LCO) sembrerebbe avvenire tra i campioni 18 e 19;

- la percentuale di *Discoaster deflandrei* raggiunge valori inferiori al 30% in corrispondenza del campione 17, al di sotto dell'inizio del paracme di *S. heteromorphus*. Da sottolineare che nella sezione in esame i *Discoaster*, totalmente assenti in alcuni campioni, sono interessati da intensi fenomeni di ricristallizzazione per cui il loro riconoscimento a livello specifico è risultato spesso veramente difficile.

Nella sezione Ragusa sono state, dunque, riconosciute le Zone NN3 e NN4 di Martini (1971) e CN2 e CN3 di Okada & Bukry (1980). In riferimento allo schema del Miocene dell'area mediterranea (Fornaciari & Rio, in stampa; Fornaciari *et al.*, in stampa) sono state individuate le Zone MNN3a e MNN3b, MNN4a e MNN4b e la Sottozona MNN5a.

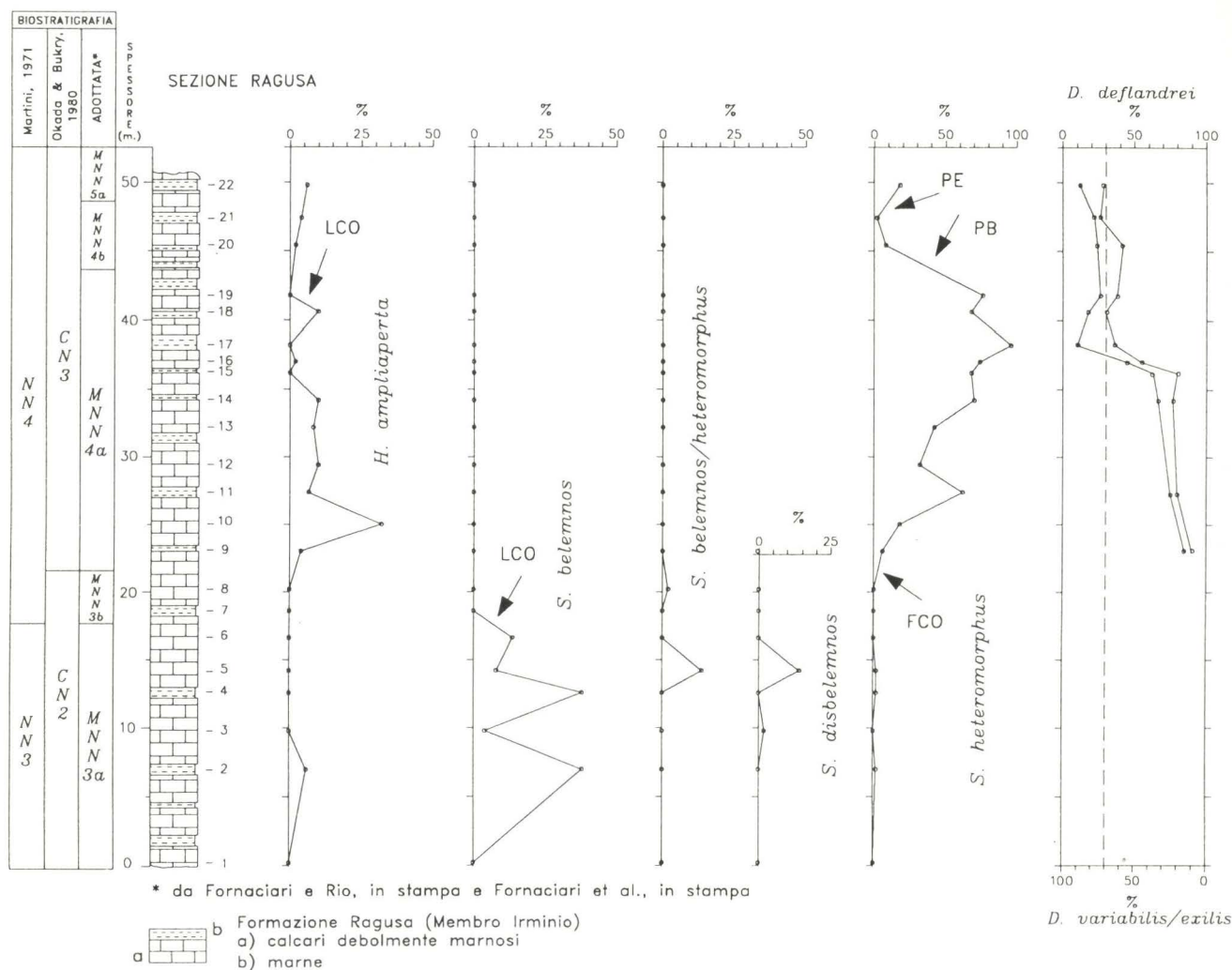


Fig. 3 - Distribuzione percentuale delle specie più significative ed eventi biostratigrafici rinvenuti nella sezione Ragusa.

SEZIONE DI CONTRADA AGLI

È stata campionata lungo la strada che da Palazzolo Acreide porta a Giarratana, sulla sponda occidentale del Fiume Tellaro e ha uno spessore complessivo di 70 m (Fig. 1, B); i primi 40 metri sono rappresentati da un'alternanza calcareo-marnosa, riferibile al membro Irminio della Formazione Ragusa, mentre i rimanenti 30 sono dati da argille marnose color tabacco, con sporadiche intercalazioni calcarenitiche, della Formazione Tellaro. Lungo questa sezione sono stati raccolti 25 campioni (Fig. 4).

La parte inferiore della sezione corrisponde approssimativamente alla parte superiore della sezione Ragusa precedentemente descritta. Questi i punti di particolare rilievo:

- *Sphenolithus heteromorphus*, presente lungo tut-

ta la sezione, mostra un intervallo di bassa frequenza nella porzione inferiore (campioni 2-7);

- *Helicosphaera ampliaperta* è presente nella parte bassa della sezione; la sua ultima presenza comune (LCO) avviene tra i campioni 8 e 9, mentre la sua ultima comparsa assoluta (LO) avviene nel campione 14;

- anche in questa sezione il riconoscimento dei *Discoaster*, vistosamente ricristallizzati, è risultato abbastanza difficile; in base al grafico di Fig. 4 *D. deflandrei* è presente con una percentuale inferiore a 30% a partire dal campione 7, in corrispondenza della fine del paracme (PE) di *S. heteromorphus*.

In questa sezione sono state riconosciute le Zone NN4 e NN5 di Martini (1971) e CN3 e CN4 di Okada & Bukry (1980); secondo lo schema di Fornaciari et al. (in stampa) la sezione è compresa tra la Zona MN4a e la Sottozona MN5b.

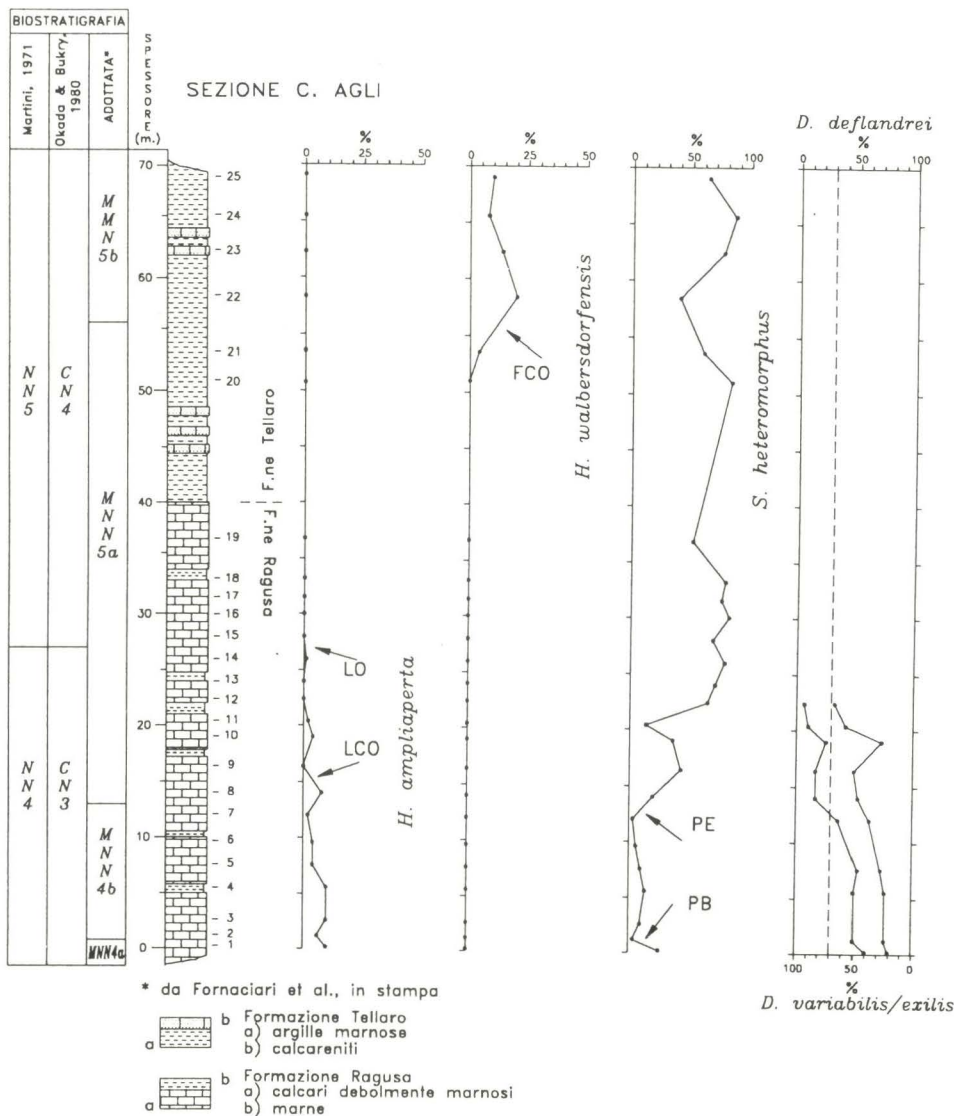


Fig. 4 - Distribuzione percentuale delle specie più significative ed eventi biostratigrafici rinvenuti nella sezione C. Agli.

SEZIONI DI S. GIACOMO E DI CONTRADA MARCHESELLO

La sezione S. Giacomo è stata campionata nei pressi di Borgo S. Giacomo (Fig. 1, C). Si tratta sostanzialmente di calcari debolmente marnosi alternati a livelli di marne del membro Irminio della Formazione Ragusa, per uno spessore complessivo di circa 40 metri. Lungo questa sezione sono stati raccolti 21 campioni (Fig. 5).

La sezione di Contrada Marchesello è ubicata lungo il versante orientale del Torrente Tellesimo, affluente del Fiume Tellaro, e ha uno spessore di 25 metri (Fig. 1, D). Anche in questo caso si tratta di un intervallo prevalentemente carbonatico, dato da calcareniti fini o calcari marnosi alternate a marne tenere scagliettate, sempre appartenenti al membro Irmi-

nio della Formazione Ragusa. Lungo questa sezione sono stati raccolti 19 campioni (Fig. 6).

Le due sezioni si sovrappongono parzialmente dal punto di vista stratigrafico. In entrambe è stato riconosciuto con facilità il paracme di *S. heteromorphus*. Per quanto riguarda la distribuzione di *H. ampliapertura*, invece, le due sezioni presentano dati controversi: nella sezione S. Giacomo (Fig. 5) questa forma è presente lungo quasi tutta la sezione, cioè anche al di sopra del paracme di *S. heteromorphus*, anche se dal campione 5 in su la sua distribuzione non è più continua; mentre nella sezione di Contrada Marchesello i dati di LCO e LO di *H. ampliapertura* sono registrati al di sotto del paracme di *S. heteromorphus*.

La fine dell'acme di *D. deflandrei*, infine, avviene tra i campioni 13 e 14 nella sezione S. Giacomo e tra

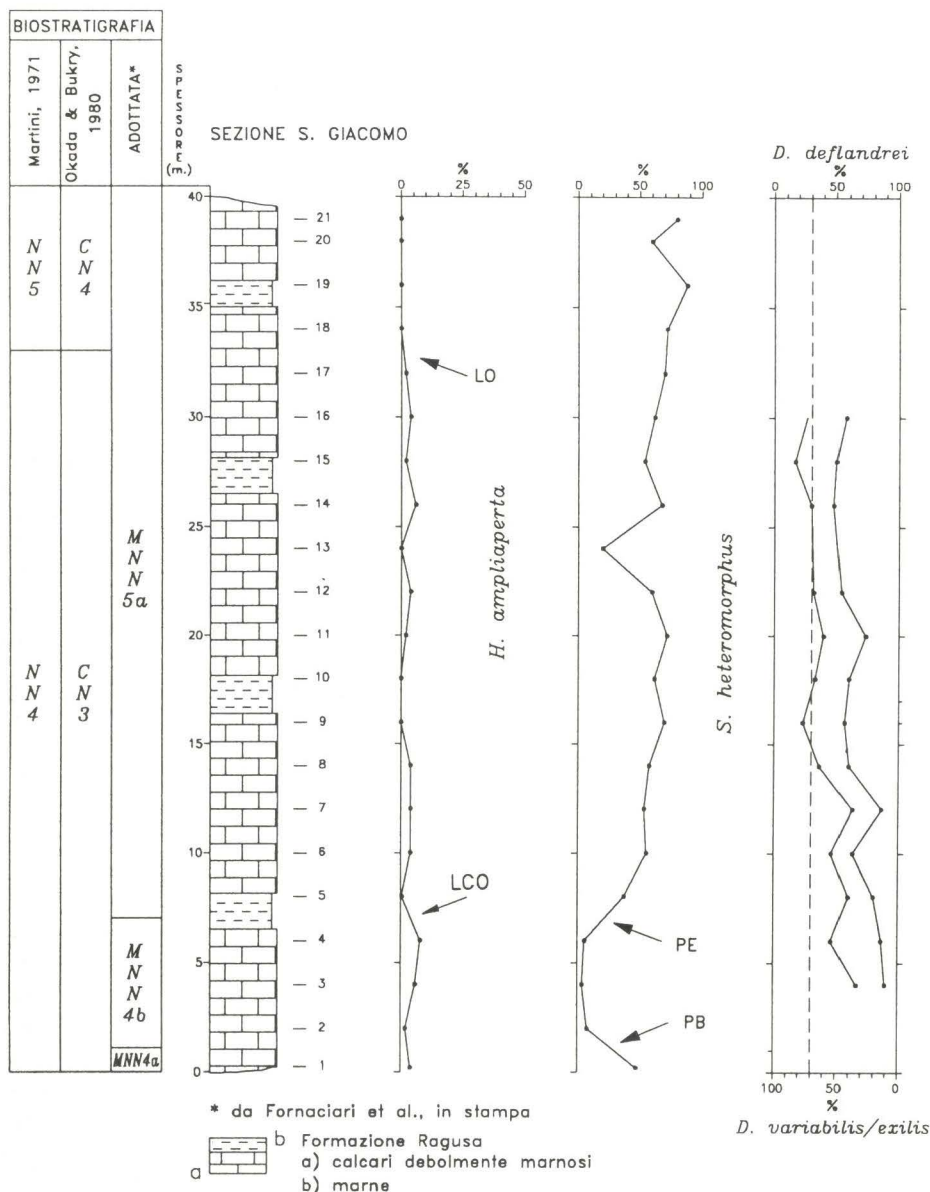


Fig. 5 - Distribuzione percentuale delle specie più significative ed eventi biostratigrafici rinvenuti nella sezione S. Giacomo.

i campioni 8 e 9 nella sezione di Contrada Marchesello.

Le due sezioni coprono complessivamente un'intervallo compreso tra le Zone NN4 e NN5 di Martini, (1971) (Zone CN3 e CN4 di Okada & Bukry, 1980), e tra la Zona MNN4a e la Sottozona MNN5a di Fornaciari et al., in stampa.

SEZIONE DI CONTRADA MONTESANO

È stata campionata nell'omonima contrada, sul versante occidentale del Fiume Tellaro (Fig. 1, E), lungo due tratti distinti di argille marnose della Formazione Tellaro che coprono uno spessore complessivo di circa 20 metri (Fig. 7). La distanza tra i due

tratti non è stata valutata con precisione, ma non supera la decina di metri; complessivamente sono stati raccolti 17 campioni.

Questi i dati di maggior interesse:

- *S. heteromorphus* si estingue tra i campioni 10 e 11;
- *Cyclonema floridanus*, molto abbondante nella parte bassa della sezione, diventa discontinuo e poco frequente nella parte sommitale;
- *R. pseudumbilicus* diventa comune a partire dal campione 13;
- *Helicosphaera walbersdorfensis* e *Calcidiscus premacintyreii* sono comuni lungo tutta la sezione.

I *Discoaster* sono molto ben conservati e la loro associazione è dominata dal gruppo *variabilis/exilis*; sono presenti anche *D. moorei* e *D. musicus*.

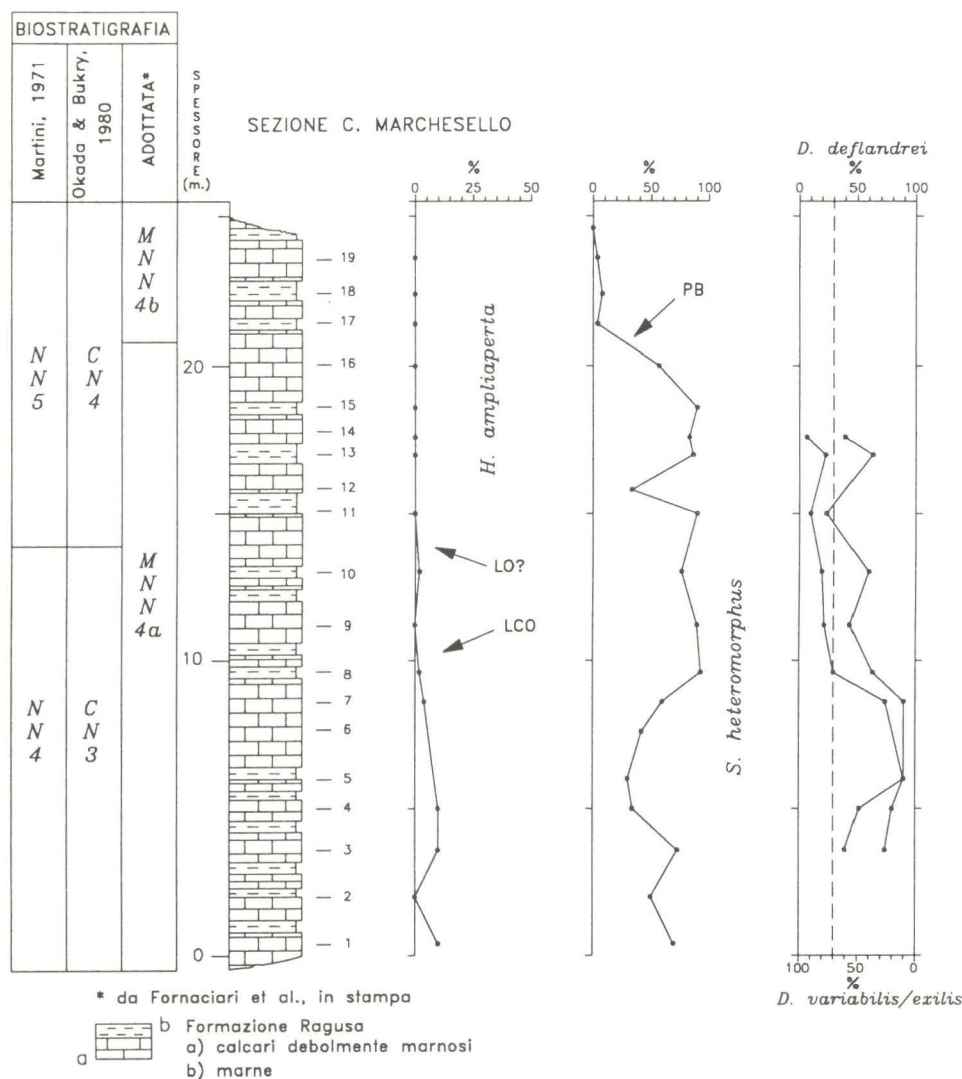


Fig. 6 - Distribuzione percentuale delle specie più significative ed eventi biostratigrafici rinvenuti nella sezione di C.da Marchesello.

Nella sezione in esame sono state individuate le Zone NN5 e NN6 di Martini, 1971, (corrispondenti alla Zona CN4 e alla Sottozona CN5a di Okada & Bukry, 1980) e la Zona MNN5b e Sottozona MNN6a e 6b di Fornaciari *et al.* (in stampa).

SEZIONE DI PALAZZOLO ACREIDE

Questa sezione è stata campionata in Contrada Falabia a sud dell'abitato di Palazzolo Acreide (Fig. 1, F). I primi 125 metri sono stati campionati in corrispondenza dei calanchi di C. Pelacani mentre la rimanente parte della sezione è stata campionata più a nord lungo il versante orientale del F. Bianco (affluente del F. Tellaro).

La sezione è costituita per la maggior parte di argille marnose della Formazione Tellaro (200 m) che nella parte sommitale passano, per alternanza, alle calcareniti della Formazione Palazzolo (ultimi 20

m). Lungo questa sezione sono stati raccolti 52 campioni e precisamente: 47 nella Formazione Tellaro, 3 al passaggio Tellaro/Palazzolo e i rimanenti 2 nella Formazione Palazzolo (Fig. 8).

In tutti i campioni l'associazione a nannofossili calcarei si presenta generalmente molto abbondante e ben conservata, sebbene nella parte alta della sezione i discoasteridi si presentino ricristallizzati.

Questi gli aspetti biostratigrafici di maggior rilievo riscontrati nella sezione:

- *Calcidiscus premacintyreii*, abbondante nella parte bassa della sezione fino al campione 15, si rinvia sporadico e in percentuali molto basse nella rimanente parte;

- *Helicosphaera walbersdorfensis*, che costituisce la specie dominante all'interno del gruppo degli elicoliti nella prima metà della sezione, si estingue totalmente tra i campioni 29 e 30;

- *Helicosphaera stalis*, presente fin dalla base, ma

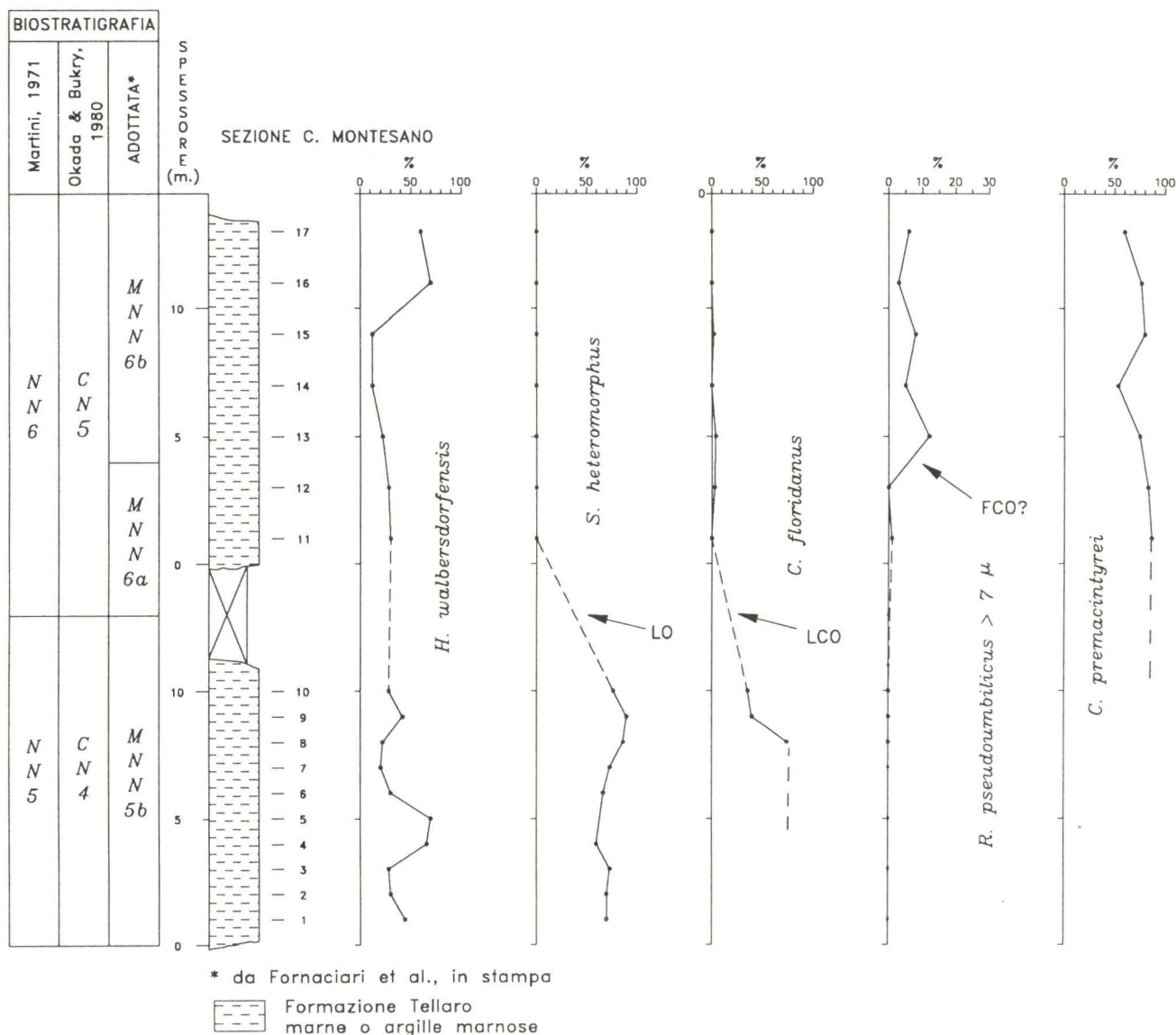


Fig. 7 - Distribuzione percentuale delle specie più significative ed eventi biostratigrafici rinvenuti nella sezione di C. da Montesano.

in basse percentuali, diviene l'elicolite predominante dal campione 30 in poi, cioè in coincidenza con l'estinzione di *H. walbersdorfensis*;

- *Helicosphaera orientalis* e *H. pacifica* sono presenti in buone percentuali nello stesso intervallo di distribuzione di *H. stalis*;

- i discoasteridi sono generalmente comuni e ben diversificati nonostante siano totalmente assenti in alcuni campioni. Queste le specie riconosciute: *D. adamanteus*, *D. brouweri*, *D. exilis*, *D. intercalaris*, *D. moorei*, *D. variabilis*. *Discoaster bellus* domina l'associazione dei *Discoaster* nella parte sommitale della sezione (dal campione 48); *D. hamatus* è stato riconosciuto in un solo campione (49);

- *Calcidiscus macintyreus* ($\geq 11 \mu\text{m}$), che si rinvie-

ne già a partire dai primi campioni, è presente lungo tutta la sezione;

- *R. pseudumbilicus* è comune lungo tutta la sezione, mentre *C. floridanus* è praticamente assente;

- *C. miopelagicus* riduce drasticamente la sua abbondanza poco al di sotto dell'estinzione di *H. walbersdorfensis*.

La successione campionata è stata attribuita a un intervallo compreso tra le Zone NN6 e NN9 di Martini (1971) e tra la Sottozona CN5b e la Zona CN7 di Okada & Bukry (1980). Sulla base dello schema per l'area mediterranea (Fornaciari et al., in stampa) la successione ricade in un intervallo compreso tra la Sottozona MNN6b e la Zona MNN9; tutti i limiti di zona sono stati individuati con chiarezza; non è

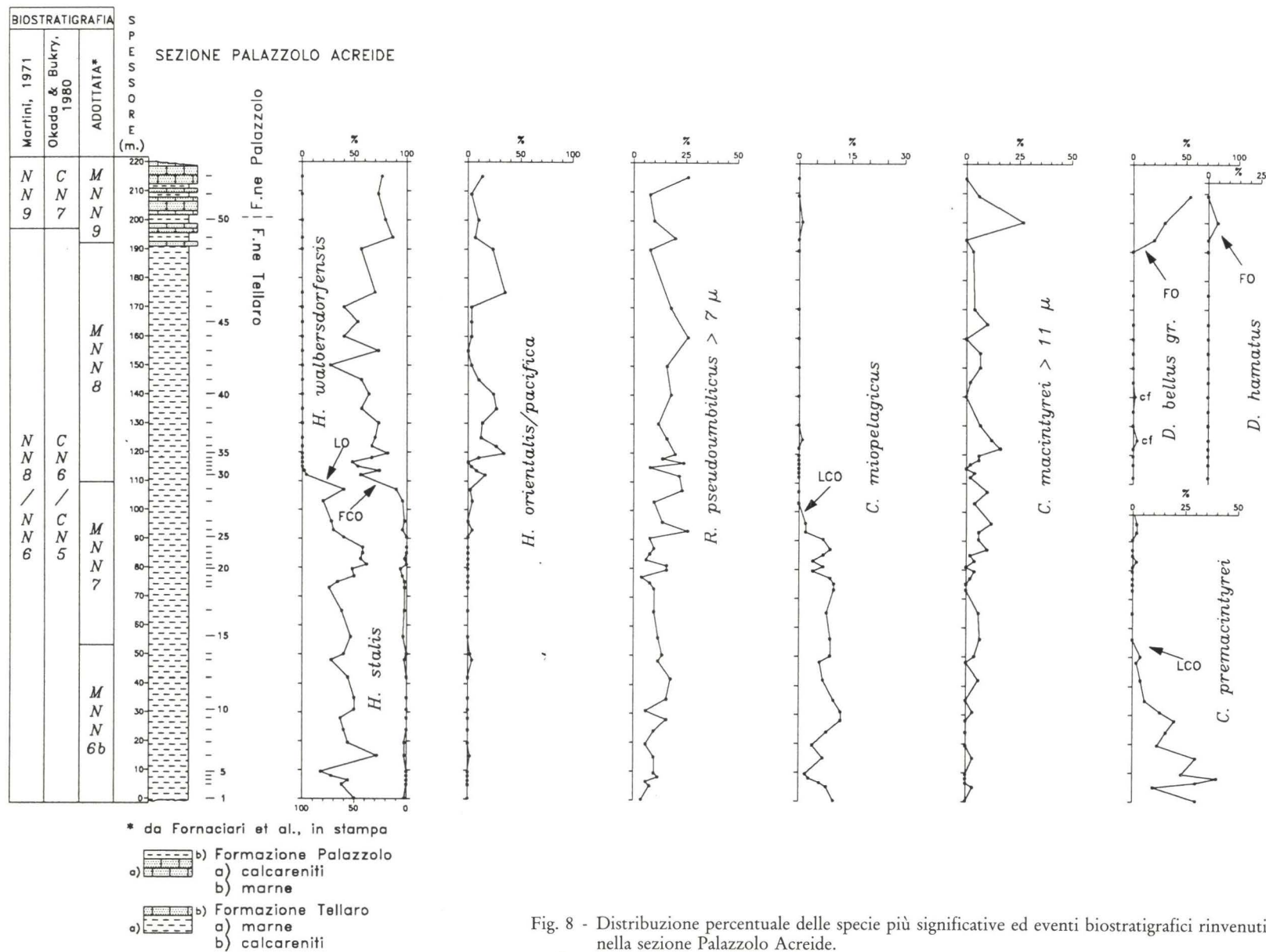


Fig. 8 - Distribuzione percentuale delle specie più significative ed eventi biostratigrafici rinvenuti nella sezione Palazzolo Acreide.

stato invece riconosciuta la Sottozona MNN8a, intervallo compreso tra l'estinzione di *H. walbersdorfensis* e la comparsa comune di *H. stalis*, probabilmente a causa del campionamento non troppo fitto.

DISCUSSIONE SUI DATI RACCOLTI

Lo studio quantitativo dei nannofossili calcarei eseguito nelle sezioni dell'area iblea ha consentito il riconoscimento di eventi biostratigrafici che sono stati messi a confronto con gli schemi *standard* (Martini, 1971; Okada & Bukry, 1980) e con lo schema per l'area mediterranea di Fornaciari & Rio (in stampa) e Fornaciari *et al.* (in stampa) (Fig. 9).

Relativamente all'intervallo considerato, sono stati individuati solo cinque degli eventi utilizzati negli schemi biostratigrafici *standard* e cioè:

- *S. belemnus* LO;
- *S. heteromorphus* FO e LO;
- *H. ampliaperla* LO;
- *D. hamatus* FO.

La prima comparsa di *S. belemnus* e le estinzioni di *S. belemnus* e *S. heteromorphus* sono dei biorizzonti facilmente riconoscibili nell'area iblea. Anche la prima presenza comune (FCO) di *S. heteromorphus*, rilevata poco al di sopra dell'estinzione di *S. belemnus*, costituisce un biorizzonte abbastanza netto.

Le modalità di distribuzione di *Helicosphaera ampliaperla* sono state stabilite in quattro sezioni (Figg. 3-6): dai dati ottenuti risulta che questa forma mostra un andamento piuttosto irregolare e discontinuo specie nella parte finale del suo intervallo di distribuzione; questa particolarità, legata alla reale modalità di distribuzione della specie più che a fenomeni di rimaneggiamento, rende difficile individuare con certezza i dati di ultima presenza assoluta (LO) e anche di ultima presenza comune (LCO) di questa forma. Per questo motivo il tentativo di correlare questi due eventi nelle diverse sezioni (Fig. 9) non si è rivelato soddisfacente, dal momento che né l'ultima comparsa assoluta, né l'ultima comparsa comune vengono mai rinvenute nella stessa posizione relativa.

Nelle stesse sezioni sono state stabilite le modalità di distribuzione di *D. deflandrei* e dei *Discoaster* appartenenti al gruppo *variabilis/exilis*; in effetti, in ciascuna delle sezioni analizzate si osserva un'inversione di abbondanza tra questi due gruppi di *Discoaster*, ma la difficoltà rilevata nel distinguere queste due specie, a causa degli intensi fenomeni di ricristallizzazione, rende questo evento poco affidabile e di conseguenza difficile da correlare nelle varie sezioni.

Nelle sezioni studiate non sono stati rinvenuti individui appartenenti al genere *Catinaster* e anche *D. kugleri* è risultato assente.

È stata invece individuata una serie di eventi che hanno consentito il riconoscimento di una successione continua di zone e sottozone biostratigrafiche, in buona corrispondenza con lo schema per il Miocene dell'area mediterranea di Fig. 2. L'unica sottozona a non essere rilevata è la MNN8a, intervallo compreso tra l'ultima comparsa di *H. walbersdorfensis* e la prima comparsa comune di *H. stalis*; si tratta comunque di un piccolo intervallo riconoscibile solo in sequenze campionate fittamente (Fornaciari *et al.*, in stampa).

Un biorizzonte molto chiaro è risultato l'intervallo di assenza o bassa frequenza di *S. heteromorphus*, che individua la Zona MNN4a, e che è stato facilmente correlato nelle quattro sezioni dove è stato rilevato (Figg. 3-6).

La prima comparsa di *D. bellus*, che individua la base della Zona MNN9, si rileva poco al di sotto della comparsa di *D. hamatus*, nella parte sommitale della sezione Palazzolo Acreide (Fig. 8); l'evento di comparsa di *D. bellus* appare un evento molto più chiaro della comparsa di *D. hamatus* che è una forma poco comune nella sezione in questione e il cui riconoscimento è complicato dalla ricristallizzazione.

Sono stati inoltre riconosciuti alcuni biorizzonti secondari nella stessa posizione segnalata in Fornaciari *et al.* (in stampa), quali l'ultima comparsa comune di *C. floridanus*, che avviene in concomitanza dell'estinzione di *S. heteromorphus* (Fig. 7) e di *C. miopelagicus*, che si estingue quasi totalmente poco al di sotto dell'estinzione di *H. walbersdorfensis* (Fig. 8).

Per quanto riguarda i limiti cronostratigrafici, in base alle proposte di Fornaciari *et al.* (in stampa) e Rio *et al.* (in stampa), il limite Burdigaliano-Langhiano ricade all'interno della Zona MNN4a, cioè nella parte mediana della formazione Ragusa (mb. Irminio), in un intervallo approssimativamente compreso tra la prima comparsa comune di *S. heteromorphus* e l'inizio del suo paracme; il limite Langhiano-Serravalliano è approssimato dall'estinzione di *S. heteromorphus* (limite tra le Zone MNN5a e MNN5b) e ricade dunque nella parte bassa della formazione Tellaro; il limite Serravalliano-Tortoniano, infine, è approssimato dall'estinzione di *H. walbersdorfensis* (limite tra le Zone MNN7 e MNN8), e ricade cioè nella parte alta della formazione Tellaro.

I dati ottenuti non sono in contrasto con quelli forniti dai foraminiferi in Romeo & Sciuto (1987), in base ai quali la parte medio-alta della formazione Ragusa è stata attribuita alle Zone a *G. trilobus* e *P. glomerosa* s.l. del Burdigaliano sup.-Langhiano (Iaccarino & Salvatorini, 1982), la formazione Tellaro alle Zone a *O. suturalis*/*G. peripheroronda* e *G. acostaensis* del Serravalliano-Tortoniano inf., e la parte bassa

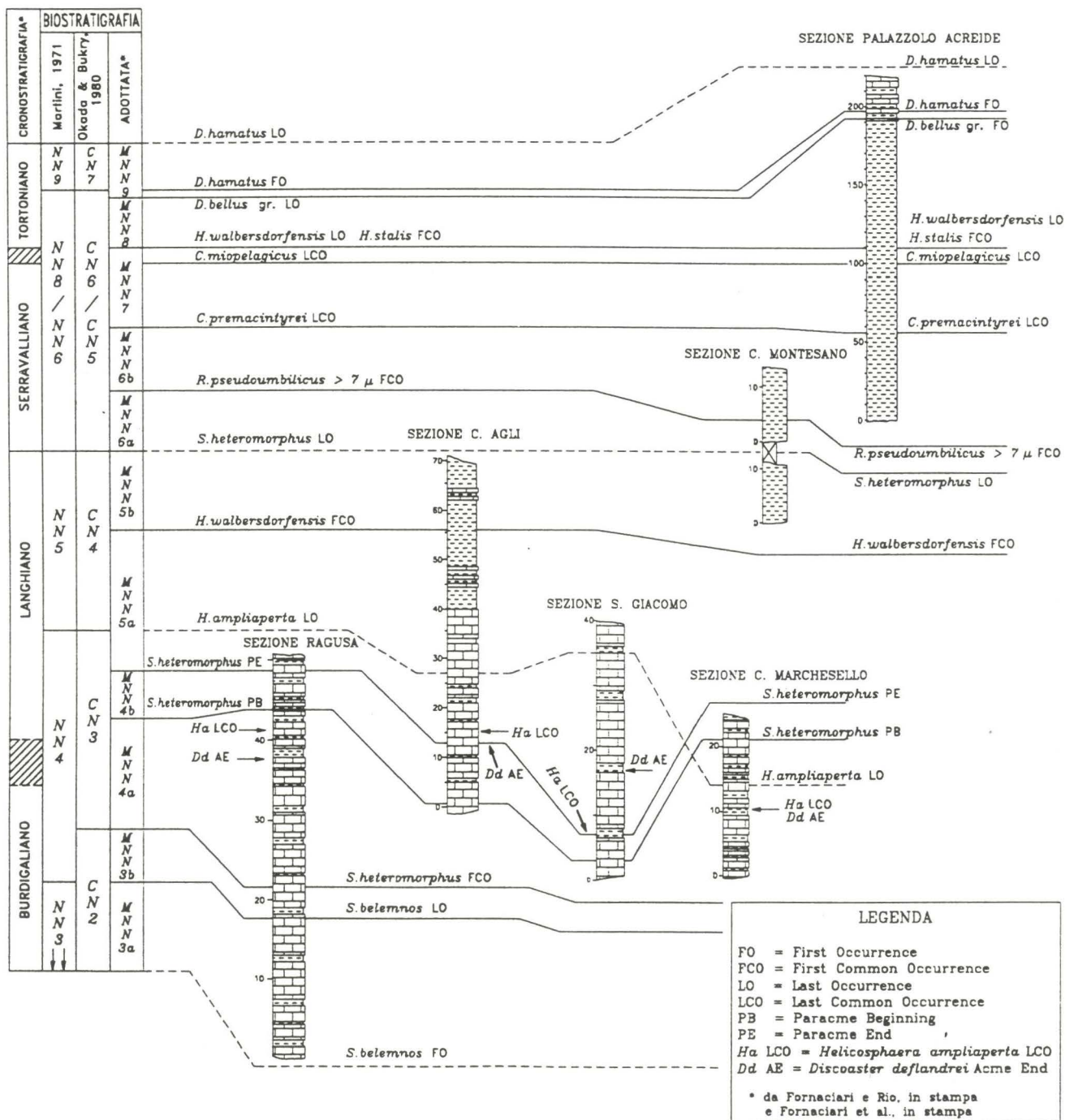


Fig. 9 - Correlazione degli eventi biostratigrafici riconosciuti nelle diverse sezioni iblee mediante l'applicazione degli schemi biostratigrafici «standard» e del nuovo schema per il Miocene dell'area Mediterranea.

della formazione Palazzolo alla Sottozona a *G. obiquus extremus*/*G. bulloides* del Tortoniano medio.

CONCLUSIONI

L'analisi quantitativa dei nannofossili calcarei eseguita in sei sezioni campionate nelle Formazioni

Ragusa (mb. Irminio), Tellaro e Palazzolo, affioranti nel Plateau Ibleo, ha consentito di ricostruire una successione stratigrafica continua compresa tra il Burdigaliano superiore e il Tortoniano medio. I bio-risvolti riconosciuti nelle differenti sezioni sono stati confrontati con quelli utilizzati negli schemi biostratigrafici *standard* (Martini, 1971; Okada & Bu-

kry, 1980) e con il nuovo schema per il Miocene dell'area Mediterranea (Fornaciari & Rio, in stampa; Fornaciari *et al.*, in stampa).

Nell'area studiata gli schemi *standard* forniscono una risoluzione biostratigrafica insufficiente poiché non è stato possibile riconoscere i limiti tra le Zone NN6 e NN7 (CN5a/CN5b) e tra le Zone NN7 e NN8 (CN5b/CN6). Anche l'estinzione di *Helicosphaera ampliapertura* (limite tra le Zone NN4/NN5 e CN3/CN4) è risultato un'evento difficile da individuare, perché non si realizza in maniera netta. Anche la fine dell'acme di *Discoaster deflandrei*, proposto da Bukry (1973) come evento secondario per il riconoscimento dello stesso limite, ha mostrato qualche problema di riconoscimento a causa della difficoltà nel distinguere *D. deflandrei* dagli individui appartenenti al gruppo *variabilis/exilis*, nel caso di forme intensamente ricristallizzate.

La successione iblea presenta un'associazione a nannofossili calcarei che permette di individuare le zone e sottozone dello schema biostratigrafico per il Miocene dell'area Mediterranea (Fornaciari & Rio, in stampa; Fornaciari *et al.*, in stampa); la sequenza campionata è compresa tra la zona MNN3a e la zona MNN9: relativamente a questo intervallo, sono stati riconosciuti con chiarezza tutti i limiti di zona e la maggior parte dei limiti delle sottozone.

I dati presentati confermano quindi la buona applicabilità e affidabilità del suddetto schema, preferibile, nelle aree del Mediterraneo, agli schemi *standard* precedentemente considerati. Il controllo dell'applicabilità della zonazione per l'area Mediterranea andrebbe esteso anche in aree deformate e caratterizzate da successioni di natura diversa da quelle analizzate in questo lavoro. Ulteriori studi andrebbero condotti, ad esempio, sulle coperture terri-gene mioceniche affioranti nelle aree di catena, per verificare se l'applicazione dello schema proposto possa fornire un maggior dettaglio nella definizione dei diversi cicli sinorogeni.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio i Proff. Mario Grasso e Domenico Rio per il loro cortese aiuto e la Dott.ssa Eliana Fornaciari per la rilettura critica del manoscritto. Ringrazio inoltre tutti coloro che mi hanno accompagnato durante le fasi di campionamento.

Lavoro eseguito con fondi CNR 93.01038.05 e MURST 40% 1994, responsabile Prof. Fabio Lentini.

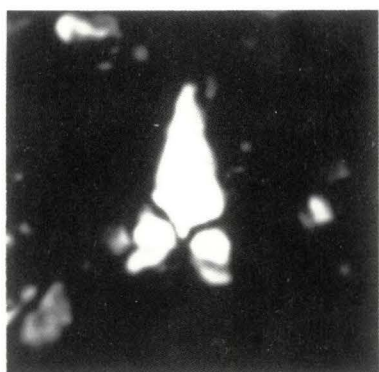
APPENDICE

ELENCO DELLE SPECIE CONSIDERATE:

- Calcidiscus macintyre* (Murray & Blackman, 1989) Loeblich & Tappan, 1978
- Calcidiscus premacintyre* Theodoridis, 1984
- Catinaster calyculus* Martini & Bramlette, 1963
- Catinaster coalitus* Martini & Bramlette, 1963
- Coccolithus miopelagicus* (Bukry, 1971) Wise, 1973
- Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay, 1967) Bukry, 1971
- Discoaster adamanteus* Bramlette & Wilcoxon, 1967
- Discoaster bellus* Bukry & Percival, 1971
- Discoaster brouweri* (Tan Sin Hok) emen. Bramlette & Riedel, 1954
- Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954
- Discoaster exilis* Martini & Bramlette, 1963
- Discoaster hamatus* Martini & Bramlette, 1963
- Discoaster intercalaris* Bukry, 1971
- Discoaster kugleri* Martini & Bramlette, 1963
- Discoaster moorei* Bukry, 1971
- Discoaster musicus* Stradner, 1959
- Discoaster signus* Bukry, 1971
- Discoaster variabilis* Martini & Bramlette, 1963
- Helicosphaera ampliapertura* Bramlette & Wilcoxon, 1967
- Helicosphaera orientalis* Black, 1971
- Helicosphaera pacifica* Müller & Brönniman, 1974
- Helicosphaera stalis* Theodoridis, 1984
- Helicosphaera walbersdorfensis* (Müller, 1974) Theodoridis, 1984

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 1

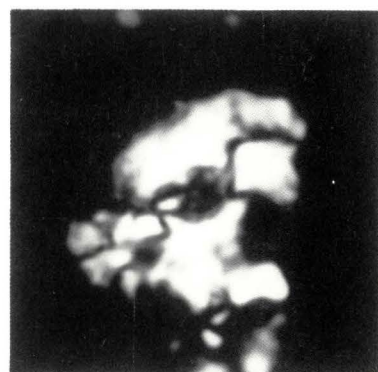
- Fig. 1 - *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, (nicols incrociati 45°) campione Ra17.
- Fig. 2 - *Sphenolithus belemnus* Bramlette & Wilcoxon, (nicols incrociati 45°) campione Ra4.
- Fig. 3 - *Helicosphaera ampliapertura* Bramlette & Wilcoxon, (nicols paralleli) campione Ra10.
- Fig. 4 - *Reticulofenestra pseudumbilicus* (Gartner) Gartner, (nicols incrociati) campione PA6.
- Fig. 5 - *Calcidiscus premacintyre* Theodoridis, (nicols incrociati) campione CMo11.
- Fig. 6 - *Coccolithus miopelagicus* (Bukry) Wise, (nicols incrociati) campione PA6.
- Fig. 7 - *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, (nicols paralleli) campione Ra17.
- Fig. 8 - *Discoaster variabilis* Martini & Bramlette, (nicols paralleli) campione CMo12.
- Fig. 9 - *Discoaster bellus* Bukry & Percival, (nicols paralleli) campione PA51.
- Fig. 10 - *Helicosphaera walbersdorfensis* (Müller) Theodoridis, (nicols incrociati) campione PA6.
- Fig. 11 - *Helicosphaera stalis* Theodoridis, (nicols incrociati) campione PA50.
- Fig. 12 - *Helicosphaera orientalis* Black, (nicols incrociati) campione PA50.
(ingrandimento di circa 3300x)



1



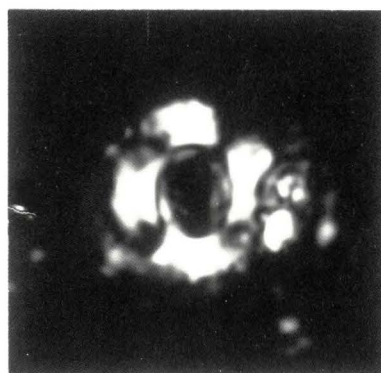
2



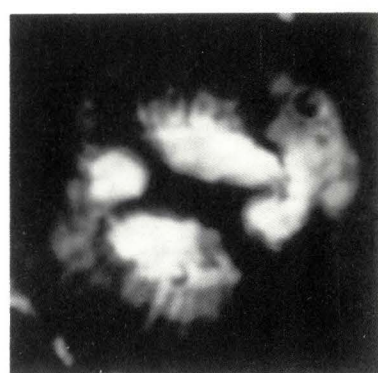
3



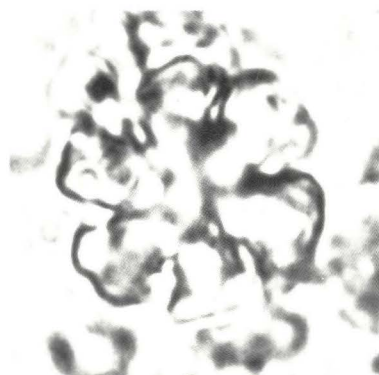
4



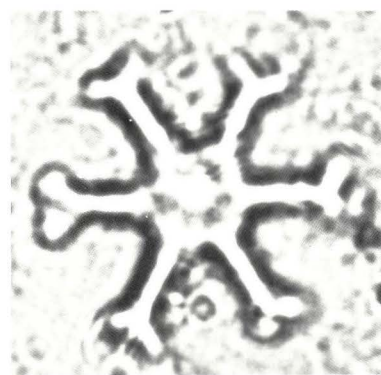
5



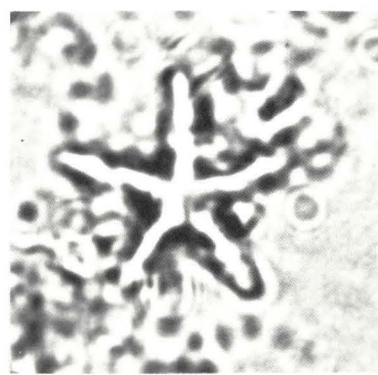
6



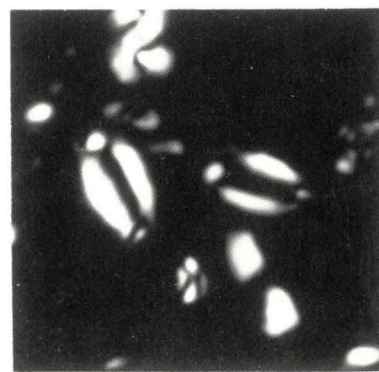
7



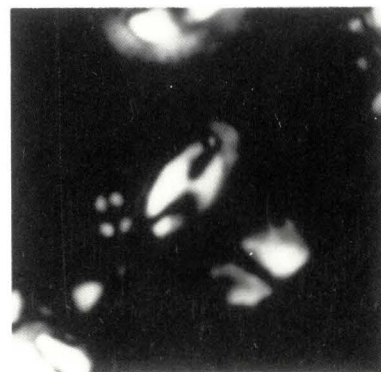
8



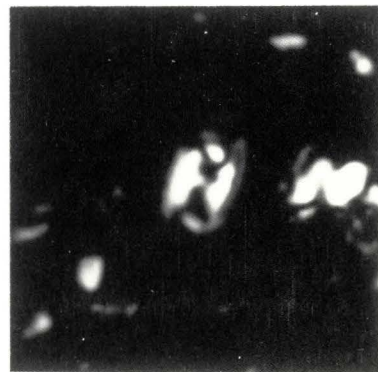
9



10



11



12

Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner, 1967) Gartner, 1969

Sphenolithus belemnus Bramlette & Wilcoxon, 1967
Sphenolithus disbelemnus Fornaciari & Rio, in stampa
Sphenolithus heteromorphus (Brönniman & Stradner) Bramlette & Wilcoxon, 1967.

BIBLIOGRAFIA

- BACKMAN, J., 1980, Miocene-Pliocene nannofossil and sedimentation rates in the in the Hatton-Rockall basin, NE Atlantic Ocean: Acta Univ. Stockholm. Contrib. Geol., 36 (1): 1-91.
- , & SCHACKLETON, N.J., 1983, Quantitative biochronology of Pliocene and Early Pleistocene calcareous nannoplankton from the Atlantic, Indian and Pacific Oceans: Marine Micropaleontology, 8 (2): 141-170.
- BUKRY, D., 1973, Low-latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 15: 685-705.
- BURROLLET, P.F., MUGNIOT, G.M. & SWEENEY, P., 1978, The geology of the Pelagian Block: the margins and basins of southern Tunisia and Tripolitania. In Nairn, A., Kanes, W. & Stelhi, F.G. (eds.), The Ocean Basins and Margins. Plenum Press, New York: 331-339.
- CARBONE, S., GRASSO, M. & LENTINI, F., 1982, Elementi per una valutazione degli eventi tettonico-sedimentari dal Cretaceo al Quaternario nella Sicilia Sud-Orientale. In Catalano, R. & D'Argenio B. (eds.), Guida alla Geologia della Sicilia Occidentale: Soc. Geol. It.: 103-109.
- CARTA GEOLOGICA DELLA SICILIA SUD-ORIENTALE, 1984, Scala 1:100.000; Coordinatore: Fabio Lentini; S.EL.CA., Firenze.
- DI STEFANO, A., 1993, Contributo alla biostratigrafia a nannofossili calcarei del Miocene dell'area Mediterranea - Analisi di sequenze mioceniche attraverso l'orogene centro-mediterraneo: Tesi di Dottorato (V Ciclo), Università di Catania: 148 pp.
- FORNACIARI, E., 1987, Contributo alla biostratigrafia del Miocene in Italia sulla base dei nannofossili calcarei: Tesi di Laurea (A.A. 1986-1987), Università di Parma: 206 pp.
- , DI STEFANO, A., RIO, D. & NEGRI, A., in stampa, Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region: Micropaleontology.
- , & RIO, D., in stampa, Latest Oligocene to early middle Miocene quantitative calcareous nannofossils biostratigraphy in the Mediterranean region: Micropaleontology.
- , RAFFI, I., RIO, D., VILLA, G. & BACKMAN, J., 1990, Quantitative distribution patterns of Oligocene and Miocene calcareous nannofossils from western equatorial Indian Ocean: Proc. Ocean Drilling Program, Scientific Results, 130: 237-245.
- GRASSO, M. & LENTINI, F., 1982, Sedimentary and tectonic evolution of the eastern Iblean Plateau (SE Sicily) during Cretaceous to Quaternary times: Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoec., 39: 281-280.
- IACCARINO, S. & SALVATORINI, G., 1982, A framework of planktonic foraminiferal biostratigraphy for Early Miocene to Late Pliocene Mediterranean area: Pal. Strat. ed Evoluz., Quad. n. 2: 115-125.
- MARTINI, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci, A. (ed.), Proceedings II Planktonic Conference Roma (1970), 2: 739-785.
- MÜLLER, C., 1978, Neogene calcareous nannofossils from the Mediterranean Leg 42A of the DSDP: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, 42: 727-751.
- NEGRI, A., 1989, Biostratigrafia a nannofossili calcarei del Miocene inferiore-medio italiano e mediterraneo: Tesi di Dottorato (II Ciclo) Università consorziate di Modena, Bologna, Firenze, Roma: 289 pp.
- OKADA, H. & BUKRY, D., 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry D., 1973; 1975): Mar. Micropaleontol., 5 (3): 321-325.
- PEDLEY, H.M., 1981, Sedimentology and paleoenvironment of the southeast Sicilian Tertiary platform carbonates: Sediment. Geol., 28: 273-291.
- PERCH-NIELSEN, K., 1985, Cenozoic calcareous nannofossils. In Bolli, H.M., Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press: 27-553.
- RAFFI, I. & RIO, D., 1979, Cenozoic calcareous nannofossil biostratigraphy of the DSDP Site 132 - Leg 13 (Tyrrhenian Sea - Western Mediterranean): Riv. It. Paleont. Strat., 85: 127-172.
- RIGO, M. & BARBIERI, F., 1959, Stratigrafia pratica applicata in Sicilia: Boll. Serv. Geol. Ital., 80 (2-3): 351-441.
- RIO, D., CITA, M.B., IACCARINO, S., GELATI, R. & GNACCOLINI, M., in stampa, Langhian, Serravallian and Tortonian historical stratotypes. In Montanari, A., Coccioni, R. & Odin, G. (eds.): Miocene Integrated Stratigraphic Sequence.
- , RAFFI, I. & VILLA, G., 1989, Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the western Mediterranean: Proc. Ocean Drilling Program, Scientific Results, 107: 513-533.
- , FORNACIARI, E. & RAFFI, I., 1990, Late Oligocene through Early Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the western Mediterranean: Proc. Ocean Drilling Program, Scientific Results, 107: 175-235.
- ROMEO, M. & SCIUTO, F., 1987, Stratigrafia micropaleontologica delle successioni mioceniche dell'alta valle del Fiume Tellaro (Sicilia Sud-orientale): Mem. Soc. Geol. It., 38: 137-154.
- THEODORIDIS, S.A., 1984, Calcareous nannofossil biozonation of the Miocene and revision of the Helicoliths and Discoasters: Utrecht Micropal. Bull., 32: 1-271.

(manoscritto pervenuto il 7 dicembre 1994
 accettato il 29 maggio 1995)

Agata DI STEFANO

Istituto di Geologia e Geofisica
 Università di Catania
 Corso Italia 55, 95129 Catania, Italia