

Bollettino della Società Paleontologica Italiana	33 (3), 1994	ISSN 0375-7633	289-298	–	Modena, Dicembre 1994
--	--------------	----------------	---------	---	-----------------------

La sezione intra-pliocenica di Gibil-Gabel (Caltanissetta, Sicilia centrale): un esercizio di biostratigrafia ad alta risoluzione

Rodolfo SPROVIERI

Enrico DI STEFANO

Antonio RIGGI

Pietro BUSALACCHI

Dipartimento di Geologia e Geodesia
Università di Palermo

KEY WORDS – Calcareous plankton, Integrated biostratigraphy, Trubi Fm., Pliocene, Central Sicily.

RIASSUNTO – In una sezione intra-pliocenica affiorante nella Sicilia centrale e compresa tra poco sotto il livello di estinzione di *Globorotalia puncticulata* e poco sopra il limite superiore della Zona a *Discoaster tamalis*, la biostratigrafia integrata a plancton calcareo e la analisi quantitativa delle associazioni a foraminiferi planctonici e a nannofossili calcarei hanno permesso di riconoscere con estrema precisione i vari limiti biostratigrafici e di individuare una lacuna di sedimentazione, quantificandone la estensione temporale. La difficoltà di riconoscere con accuratezza in successioni terrigene il limite superiore della Zona a *Discoaster tamalis* quale definita da Rio et al. (1990) ha consigliato di ridefinire tale limite biostratigrafico in coincidenza del più alto livello di presenza comune del marker di Zona (LCO) successivo ad un intervallo di paracme. In tal modo la sommità della Zona a *Discoaster tamalis* viene a coincidere con la fluttuazione di abbondanza relativa numero 115 di *Globigerinoides ruber*.

Negli intervalli biostratigrafici individuati il numero di fluttuazioni della unità tassonomica dominata da *Globigerinoides ruber* è risultato uguale a quello già interpretato sulla base dei risultati provenienti da altre successioni più o meno continue e complete. Numerosi eventi biostratigrafici permettono infatti di identificare facilmente alcune fluttuazioni di riferimento riconoscibili nelle sezioni considerate. Al di sopra della base del Regime Glaciale lo stesso numero di fluttuazioni di abbondanza riconosciute nella associazione a foraminiferi planctonici è stato riconosciuto anche nella associazione a nannofossili calcarei sulla base delle fluttuazioni di abbondanza di *Discoaster pentaradiatus*. La corrispondenza delle fluttuazioni dei due gruppi di fossili prova che anche nel Mediterraneo le fluttuazioni di abbondanza di *Discoaster* spp. erano influenzate dalla periodicità dei cicli astronomici della obliquità.

La fitta campionatura nella parte della sezione di Gibil-Gabel successiva alla sommità della Zona a *D. tamalis* ha dimostrato che una ciclicità riferibile alla periodicità dei cicli astronomici della precessione è ancora riconoscibile al di sopra della base del Regime Glaciale, quando la periodicità dei cicli astronomici della obliquità iniziò ad influenzare le fluttuazioni di abbondanza dei foraminiferi planctonici.

ABSTRACT – [The intra-pliocenic Section of Gibil-Gabel (Caltanissetta, Central Sicily): an high-resolution biostratigraphy exercise] – An integrated calcareous plankton biostratigraphy and detailed quantitative analysis of the planktonic foraminiferal and calcareous nannofossil assemblages in a section outcropping in the central Sicily are reported. The sequence is represented by the calcareous marls of the «Trubi» Formation in the lower part and by silty marls in the upper part. The section covers the stratigraphic interval from just below the extinction of *Globorotalia puncticulata* to just above the last common occurrence of *Discoaster tamalis*. The obtained quantitative data allowed a precise identification of the biostratigraphic boundaries and the correlation of all the recognized bio-events to the sequence of abundance fluctuations. The difficulty to recognize with accuracy in a terrigenous sequence the upper boundary of the *Discoaster tamalis* Zone as defined by Rio et al. (1990) suggested to propose the re-definition of this biostratigraphic boundary in coincidence of the last common occurrence of the zonal marker, above an interval of paracme. This event is well correlatable in pelagic and terrigenous sequences and coincides with abundance fluctuation 115 of *Globigerinoides ruber*. On the base of the recognized sequence of abundance fluctuations in the calcareous plankton assemblage a sedimentary gap between the «Trubi» and the overlying marls could be detected and the time interval covered by this hiatus was estimated with accuracy.

The number of abundance fluctuations of the *Gd. ruber* taxonomic unit in the Gibil-Gabel section is well comparable with the number of abundance fluctuations already interpreted in other more or less complete Mediterranean sections. Several bio-events allow to easily recognize some well identified abundance fluctuations, which can be used as reference points to compare the number of the abundance fluctuations in the considered sections. Above the base of the Glacial Regime, the same number of abundance fluctuations in the planktonic foraminiferal assemblage was also recognized in the calcareous nannofossil *Discoaster* assemblage on the base of the abundance fluctuations of *Discoaster pentaradiatus*. The abundance fluctuations in the 2 fossiliferous groups are virtually coincident along the section and indicate that also in the Mediterranean basin the abundance fluctuations in the *Discoaster* assemblage were influenced by the periodicity of the obliquity astronomical cycles.

The high resolution set of samples collected in the part of the section above the top of the *Discoaster tamalis* Zone, where an high sedimentation rate is present, proved that a periodicity referable to the precession astronomical cycles is still recognizable above the base of the Glacial Regime, when a periodicity referable to the obliquity astronomical cycles began to dominate the abundance fluctuations of the planktonic assemblages.

INTRODUZIONE

La biostratigrafia integrata a plancton calcareo (foraminiferi planctonici e nannofossili calcarei) recentemente proposta per il Pliocene mediterraneo e il riconoscimento che durante il Pliocene ben identificate Unità Tassonomiche (UT) di foraminiferi

planctonici subirono periodiche fluttuazione di abbondanza legate alla periodicità dei cicli astronomici (della precessione durante la parte inferiore del Pliocene, della obliquità durante la parte superiore del Pliocene) (Sprovieri, 1992) permette ormai una risoluzione stratigrafica eccezionale, capace di evidenziare dettagli altrimenti non rilevabili. Allo sco-

po di verificare la potenzialità di tali analisi di alta risoluzione, esse sono state intenzionalmente applicate in una successione nella quale una discordanza angolare tra i «Trubi» e le marne soprastanti faceva supporre la possibilità di una più o meno estesa lacuna stratigrafica. La sezione di Gibil-Gabel, affiorante a Sud-Est di Caltanissetta, è risultata idonea a questo scopo.

MATERIALI

La sezione studiata affiora in località Gibil-Gabel, a circa 2 km a Sud-Est di Caltanissetta ed ha le seguenti coordinate geografiche: 13° 38' 19" Longitudine E.; 37° 26' 51" Latitudine N (Fig. 1). Essa è rappresentata alla base da uno spessore di marne calcaree bianche fittamente alternate a livelli marnosi grigiastri («Trubi»). Questi sono seguiti verso l'alto da marne e argille marnose grigiastre, più siltose verso l'alto. La parte bassa della successione esposta è interessata da una faglia inversa. Per evitare il blocco in faglia la campionatura è iniziata circa 30 metri al di sopra della base del pendio lungo il quale la sezione affiora. Tra i «Trubi» e le marne è riconoscibile una debole discordanza angolare, il cui significato verrà discusso più avanti.



Fig. 1 - Carta indice della sezione studiata.

La campionatura è stata eseguita, con il prelievo di un campione ogni 25 cm, lungo 2 tracciati facilmente correlabili tra loro in campagna su basi litologiche. Il primo comprende la sommità dei «Trubi» e la locale parte basale della marne; il secondo segmento comprende i campioni raccolti nella sovrastante parte delle marne. In totale sono stati studiati 265

campioni, per uno spessore complessivo di 66.25 metri.

Nell'intervallo marnoso è compreso un evidente livello laminato rossiccio, dello spessore di circa 30 cm, localizzato a 42 m sopra la base della sezione campionata (Fig. 2). Alcuni livelli più scuri, in parte debolmente laminati, sono presenti al di sopra e al di sotto di questo livello. I loro limiti inferiore e superiore non sono identificabili in dettaglio sul terreno essendo caratterizzati da passaggi litologici molto sfumati con le sotto- e soprastanti marne.

Mentre nella parte riferibile ai «Trubi» è stata riconosciuta una velocità di sedimentazione di circa 6.5 cm/1000 anni, nelle marne è stata valutata una velocità di sedimentazione di circa 7.5 cm/1000 anni nella parte inferiore fino alla sommità della Zona a *Discoaster tamalis* e di circa 15 cm/1000 anni nella restante parte sommitale della successione (Fig. 2). La presenza in questa parte della sezione di frequenti forme di foraminiferi bentonici caratteristici di acque basse (*Ammonia* spp., *Elphidium* spp., Discorbidae) in associazione con forme esclusive di acque più profonde rappresenta la prova di un considerevole apporto di materiale prossimale in un bacino la cui batimetria è valutabile intorno a 500 metri. Tale profondità è testimoniata dalla presenza nei campioni di più o meno frequenti individui di *Parrelloides bradyi*, *P. robertsonianus* e *Hoeglundina elegans*, che hanno una distribuzione batimetrica con limite superiore prossimo a questa profondità (Parker, 1958; Wright, 1978; Hasegawa *et al.*, 1990).

METODI

Per la analisi quantitativa dei foraminiferi planctonici la preparazione dei campioni ha seguito i metodi standard. Sono stati lavati 200 grammi di materiale asciutto su un setaccio di 63 microns. Si è quindi proceduto a setacciare il residuo di lavaggio in modo da eliminare la frazione con dimensioni inferiori a 125 microns. Il residuo così ottenuto è stato ripetutamente quartato in modo da ottenere una quantità di residuo da analizzare che conteneva circa 1000 individui di foraminiferi planctonici. Sono stati contati in modo del tutto casuale non meno di 300 individui di foraminiferi planctonici per ogni campione. I dati quantitativi sono quindi stati percentualizzati.

Per lo studio dei nannofossili calcarei una quantità di circa 5-10 mm³ di sedimento è stata diluita in acqua distillata e distribuita su un vetrino. La analisi, a circa 1000 ingrandimenti, è stata eseguita al microscopio ottico polarizzatore. Sono state adottate intenzionalmente le stesse metodologie semiquantitati-

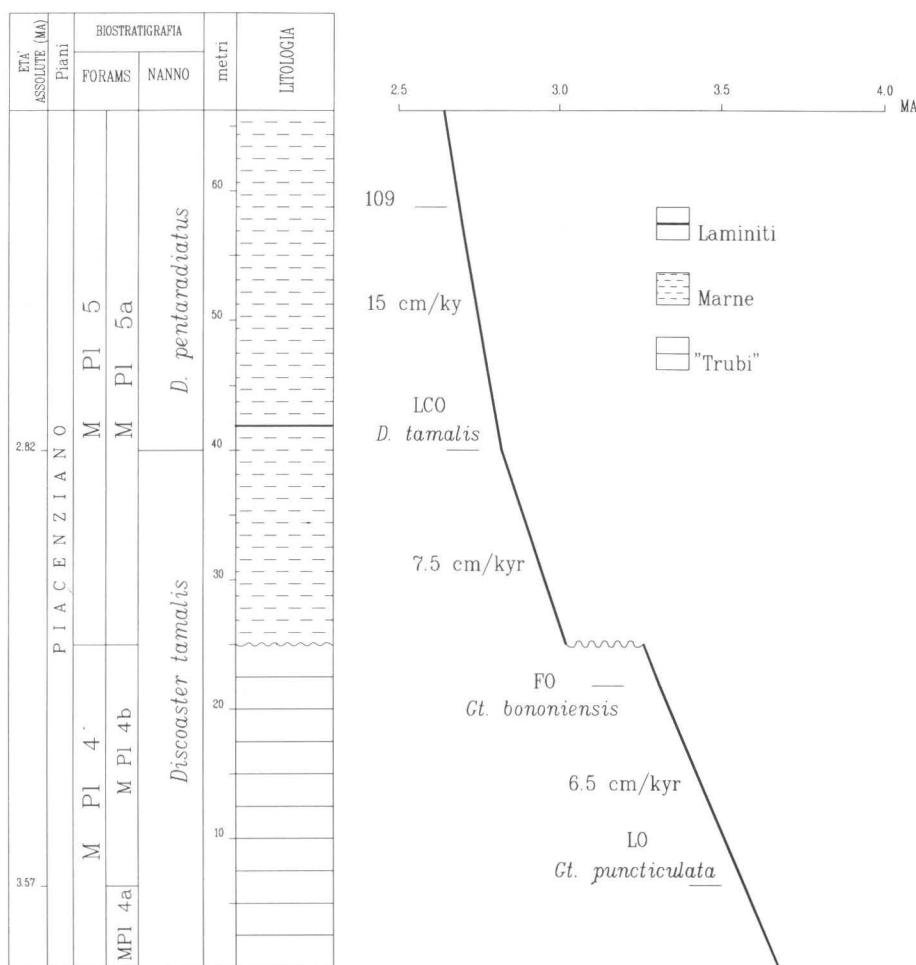


Fig. 2 - Curva della velocità di sedimentazione della sezione di Gibil-Gabel.

ve e quantitative già usate nello studio di successioni coeve pelagiche recuperate durante la crociera del Leg 107 nel Tirreno (ODP pozzo 653, Rio *et al.*, 1990) o affioranti in Sicilia (Monte San Nicola, Channel *et al.*, 1992). I dati semiquantitativi sul numero totale di *Discoaster* presenti (Total *Discoaster*) sono stati ottenuti contando ogni individuo incontrato in una area predefinita di 4.15 mm². I risultati sono espressi in numero di individui per millimetro quadrato. I dati quantitativi all'interno della popolazione a *Discoaster* derivano dal conteggio del numero di individui delle varie specie relativamente ad un totale di 100 asteroliti.

La identificazione dei limiti biostratigrafici basati sulla estinzione di forme di nannofossili calcarei risulta difficoltosa in successioni terrigene, nelle quali la possibilità di rimaneggiamento è certamente maggiore che nelle successioni pelagiche profonde. Per queste ultime Rio *et al.* (1990) hanno proposto, allo scopo di individuare un metodo riproducibile da differenti Autori, di identificare la estinzione dei vari

markers in coincidenza di livelli nei quali è riconoscibile la più alta, brusca diminuzione di frequenza, al di sotto di proposti valori percentuali. La applicazione di tale metodo nelle sezioni batiali affioranti a Monte S. Nicola presso Gela e a Punta Piccola presso Capo Rossello ha permesso di riconoscere (Channel *et al.*, 1992) la validità di tale proposta.

La sezione è caratterizzata nella parte superiore da un notevole ed evidente rimaneggiamento, come dimostrato dalla evidente componente siltosa e dalla presenza nella associazione a foraminiferi bentonici di forme autoctone caratteristiche di ambiente batiale associate con forme esclusive di un ambiente di piattaforma. In tale contesto il riconoscimento del livello di estinzione di *D. tamalis* si è rivelato particolarmente difficoltoso e ha consigliato, allo scopo di rendere più sicura la tracciabilità dell'evento, di emendare la definizione del limite superiore della Zona a *Discoaster tamalis* proposta da Rio *et al.* (1990).

La analisi quantitativa sulle associazioni a fora-

miniferi planctonici è stata effettuata tenendo in considerazione le unità tassonomiche di Tab. 1. Per lo scopo di questo lavoro solo i valori percentuali di *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia crassaformis* e *Neogloboquadrina atlantica* sono riportati in Fig. 3. La curva percentuale di *Gd. ruber* è stata confrontata con la curva di distribuzione dei Factor Loadings del Fattore 2, dominato da *Gd. ruber*, derivante dalla analisi fattoriale dei dati quantitativi a foraminiferi planctonici nella sezione di Punta Piccola (Sprovieri, 1992, 1993).

Globigerina bulloides
Globigerinoides obliquus s.l.
Globigerinoides quadrilobatus
Globigerinoides ruber
Globorotalia bononiensis
Globorotalia crassaformis
Globorotalia puncticulata
Globorotalia scitula
Neogloboquadrina acostaensis
Neogloboquadrina atlantica
Neogloboquadrina pachyderma
Turborotalita quinqueloba
Globigerinita glutinata
Orbulina spp.
Sphaeroidinellopsis spp.

Tab. 1 - Unità tassonomiche contate nella associazione a foraminiferi planctonici. I membri componenti di ogni unità tassonomica sono riportati in Sprovieri (1992).

BIOSTRATIGRAFIA

FORAMINIFERI PLANCTONICI

Lo schema biostratigrafico a plancton calcareo adottato per i foraminiferi planctonici è quello proposto recentemente da Sprovieri (1992). Esso è basato essenzialmente sullo schema di Cita (1973, 1975) per la suddivisione del Pliocene mediterraneo. Le Zone e i principali eventi a foraminiferi planctonici individuati nella sezione di Gibil-Gabel sono riportati in Fig. 3.

I primi 6.5 metri della sezione studiata contengono ancora *Globorotalia puncticulata*. *Sphaeroidinellopsis* spp. è presente fino al campione di 24.5 m e non è più presente nei campioni successivi. La comparsa di *Globorotalia bononiensis* è riconosciuta a 21.75 m e la comparsa di *Globorotalia crassaformis* a 20 m. Tra la scomparsa di *Gt. puncticulata* e la comparsa di *Gt. bononiensis* sono presenti livelli particolarmente ricchi di individui di *Globigerinoides quadrilobatus*. Tra 25 e 26 m *Gt. crassaformis* è presente con individui essenzialmente destrorsi. *Gt. crassaformis* è nuo-

vamente presente con prevalenti individui destrorsi a 33 m e a 39 m. Tra 37.75 e 39.5 metri sono presenti frequenti individui sinistrorsi di *Neogloboquadrina atlantica*. Essi sono nuovamente frequenti tra 52.5 e 54.5 metri (Fig. 3).

NANNOFOSSILI CALCREI

Lo schema biostratigrafico a nannofossili calcarei adottato è quello proposto da Rio *et al.* (1990). I principali eventi a nannofossili calcarei riconosciuti nella sezione di Gibil-Gabel sono riportati in Fig. 4A. La base della sezione è successiva all'estinzione di *Sphenolithus* spp.. Tale evento è riconosciuto nella parte del tutto basale della Zona a *D. tamalis*. A 7.5 m è riconoscibile la sommità dell'intervallo di paracme di *D. pentaradiatus*. Tale peculiare intervallo, originariamente individuato da Driver (1981), è stato successivamente riconosciuto nelle successioni plioceniche mediterranee (Rio *et al.*, 1990; Channell *et al.*, 1992) ed è compreso tra il livello di ultima presenza comune (LCO) di *Gt. margaritae* e poco sopra il livello di estinzione di *Gt. puncticulata*. I limiti superiore ed inferiore di questo intervallo non sono utilizzati per identificare limiti di biozona; essi tuttavia risultano eventi utili per una suddivisione biostratigrafica di dettaglio nell'intervallo compreso tra la sommità della Zona a *Reticulofenestra pseudoumbilicus* e la parte bassa della Zona a *Discoaster tamalis*. Secondo Rio *et al.* (1990), seguiti da Channell *et al.* (1992), la estinzione di *D. tamalis* è riconosciuta in coincidenza del calo dei valori percentuali della specie indice, valutati sulla popolazione di *Discoasteridi*, al di sotto del 2%. Tale livello è riconoscibile al di sopra della brusca caduta di frequenza che segue il ritorno di frequenti individui di *D. tamalis* dopo un breve intervallo durante il quale individui di *D. tamalis* sono virtualmente assenti (cfr. Fig. 4A).

Le analisi in successioni più terrigene e nelle quali il rimaneggiamento è consistente, hanno però evidenziato la difficoltà di identificare puntualmente e in modo non equivoco un evento quantitativo basato su così bassi valori percentuali. In tali condizioni di sedimentazione tali bassi valori possono essere infatti facilmente mascherati, o comunque influenzati, dal rimaneggiamento e pertanto sono di difficile riconoscimento. Risulta come conseguenza una incerta correlabilità di questo evento biostratigrafico tra successioni batiali e successioni più marginali, o comunque più terrigene. Nella sezione di Gibil-Gabel *D. tamalis* è presente con continuità dalla base fino a 31.50 m, dove è stata riconosciuta una prima caduta di frequenza (Fig. 4A). Essa è seguita da un intervallo di bassissima e discontinua presenza, la cui sommità è a 36 m, facilmente rilevabile su basi quantitative a

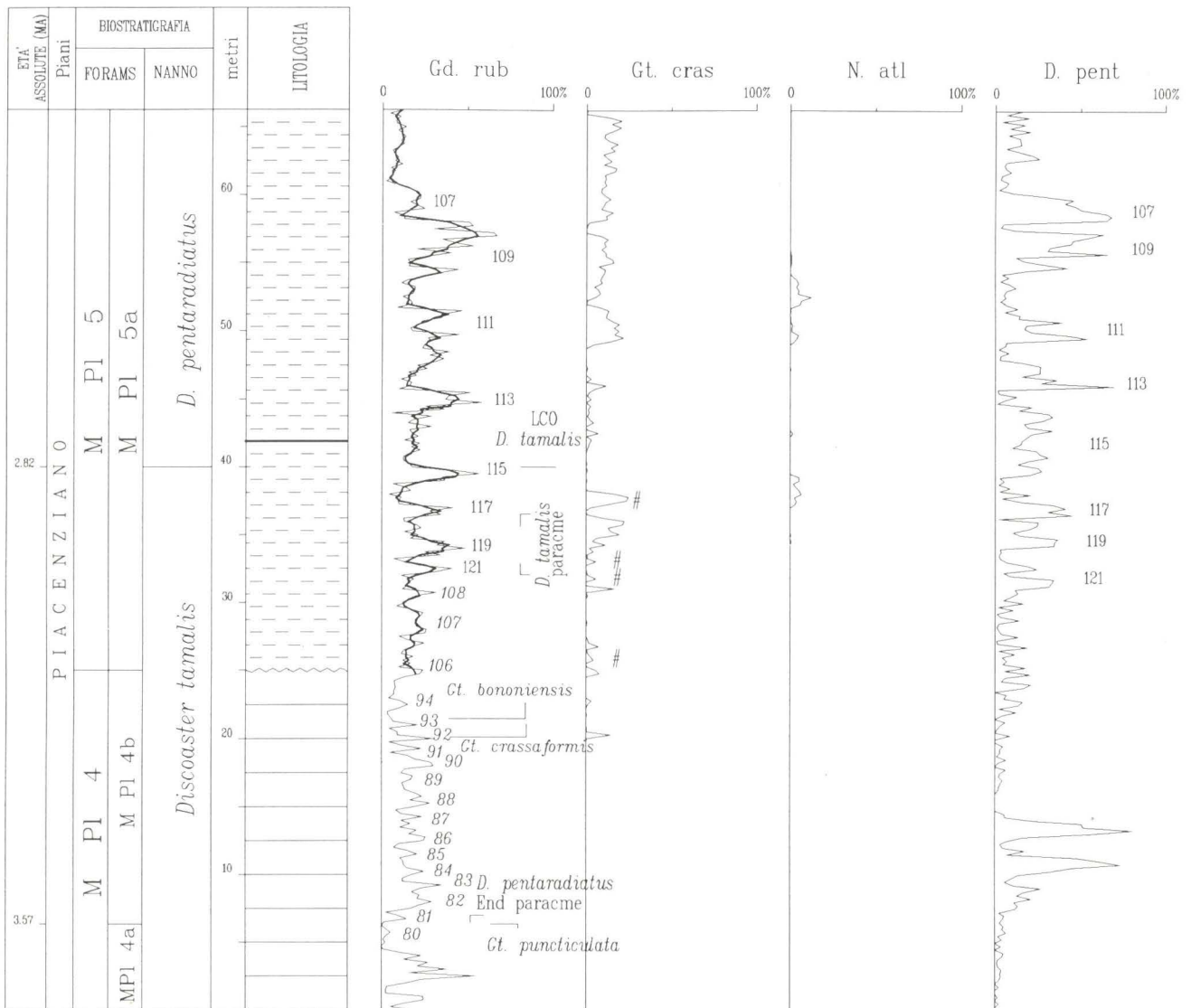
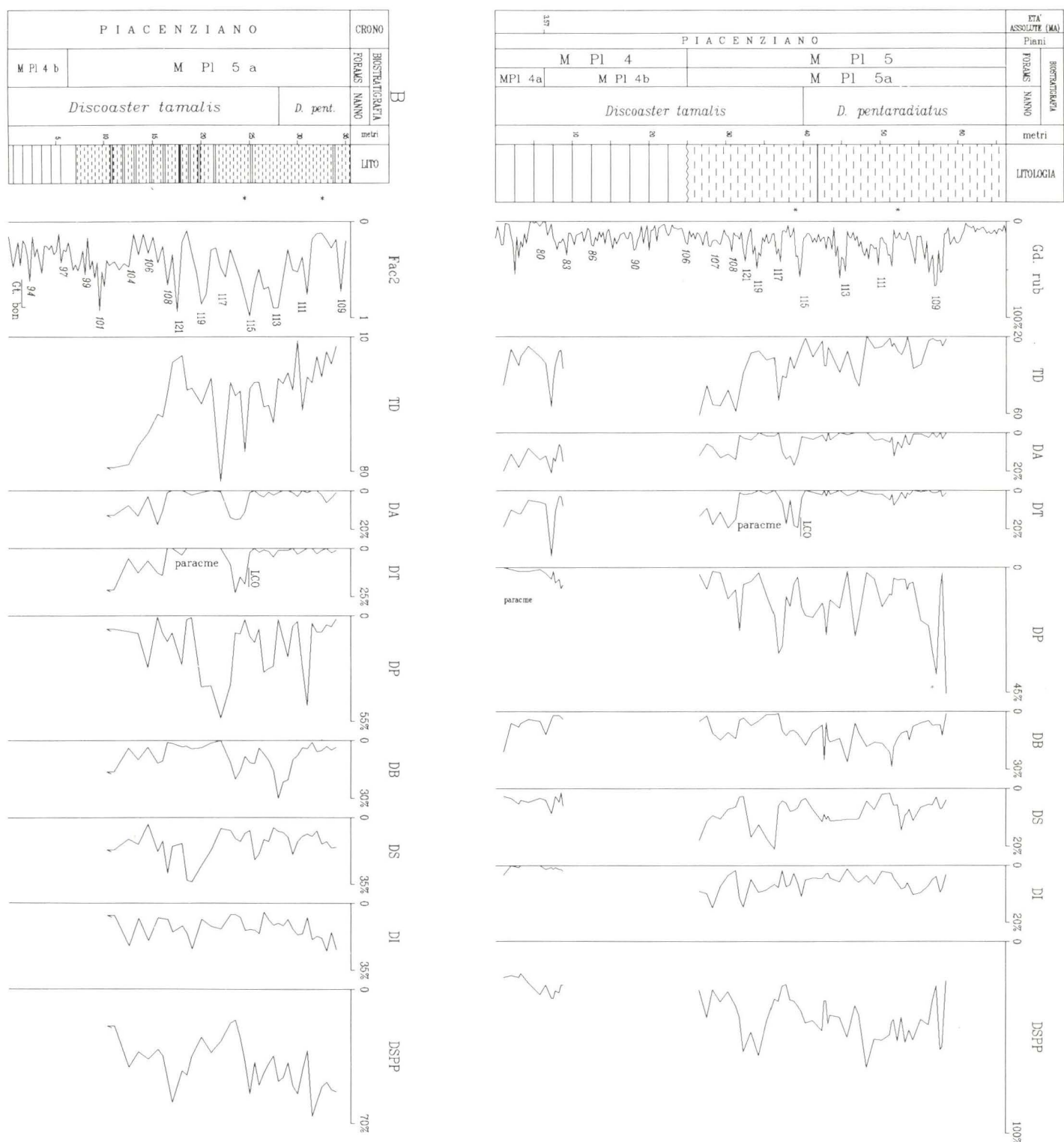


Fig. 3 - Distribuzione della abbondanza relativa delle più importanti unità tassonomiche nella sezione di Gibil-Gabel. Gd. rub = *Gb. ruber*; Gt. cras = *Globorotalia crassaformis* s.l.; N. atl = *Neogloboquadrina atlantica*; D. pent = *Discoaster pentaradiatus*. Il cancelletto indica una rilevante presenza di individui destrorsi di *Gt. crassaformis* s.l. I numeri in corsivo indicano le fluttuazioni legate alla periodicità della precessione; i numeri in tondo indicano le fluttuazioni legate alla periodicità della obliquità dell'eclittica. Vedi Fig. 2 per la successione litologica.

tetto della distribuzione di *D. tamalis* anche nelle successioni plioceniche mediterranee (pozzo 653, Rio *et al.*, 1990; Monte S. Nicola, Channell *et al.*, 1992; Punta Piccola, questo lavoro: Fig. 4B). Tale intervallo viene da noi indicato come paracme. Infatti, al di sopra, *D. tamalis* è nuovamente presente con alti valori percentuali fino a 40 m, dove subisce una seconda e definitiva caduta di frequenza. Al di sopra di tale livello *D. tamalis* è ancora presente con discontinuità e con frequenze massime intorno al 5-6%. Si propone pertanto di emendare la definizione del limite superiore della Zona a *Discoaster tamalis* quale

proposto da Rio *et al.* (1990) e di riconoscerlo in coincidenza della brusca caduta di frequenza relativa (LCO) di *D. tamalis* successiva al suo paracme (Fig. 4A). Tale livello è ben rilevabile in entrambe le condizioni di sedimentazione e costituisce pertanto un segnale facilmente e puntualmente correlabile.

In Fig. 4A sono anche riportate le fluttuazioni di abbondanza relativa di *Gd. ruber*. Risulta che l'intervallo di paracme di *D. tamalis* coincide nella sezione di Gibil-Gabel con le fluttuazioni 121, 119 e 117, mentre il limite superiore della omonima biozona, definita dal livello di LCO della specie indice, cade



in coincidenza della fluttuazione 115. Allo scopo di controllare se gli eventi sopra riportati sono correlabili con le stesse fluttuazioni di abbondanza relativa dei foraminiferi planctonici in altre successioni, è stata presa in considerazione la sezione di Punta Piccola (Channell *et al.*, 1992). I dati quantitativi per la popolazione a *Discoaster* ottenuti dalla analisi di questa sezione hanno evidenziato (Fig. 4B) una successione di eventi del tutto correlabili con quelli riconosciuti nella corrispondente parte della sezione di Gibil-Gabel. Tra di essi è particolarmente evidente la covarianza tra le curve di abbondanza relativa di *D. tamalis*, *Discoaster asymmetricus* e *Discoaster brouweri*, tre forme per le quali è già stata postulata una stretta relazione tassonomica (Cheptow-Lusty *et al.*, 1989). Queste tre curve di abbondanza relativa risultano chiaramente a loro volta anticovarianti rispetto alle curve di abbondanza di *D. pentaradiatus* e *Discoaster surculus*. Per quanto riguarda la distribuzione quantitativa di *D. tamalis*, è stato rilevato anche a Punta Piccola un intervallo di virtuale assenza della forma tra 16.50 e 22 m, ben comparabile con lo stesso intervallo riconosciuto nella sezione di Gibil-Gabel e coincidente a Punta Piccola con le fluttuazioni del Fattore 2 identificate con i numeri 121, 119 e 117. Infine anche nella sezione di Punta Piccola il livello di LCO di *D. tamalis* coincide con la fluttuazione 115. Di conseguenza il limite superiore della Zona a *D. tamalis* è ora posizionato nella sezione di Punta Piccola in coincidenza del livello di 25 m (Figg. 4B e 5), mentre in Channell *et al.* (1992) esso era stato riportato a 27.5 m e in coincidenza della fluttuazione 113.

CICLOSTRATIGRAFIA

Recenti lavori hanno dimostrato che periodiche fluttuazioni nei valori dei carbonati (Hilgen, 1987, 1991), nella curva degli isotopi stabili dell'ossigeno (Raymo *et al.*, 1989; Lourens *et al.*, 1992) e nella abbondanza relativa dei Discoasteridi (Backman e Pestiaux, 1987; Cheptow-Lusty *et al.*, 1989) e di unità tassonomiche dei foraminiferi planctonici (Sprovieri, 1992, 1993) sono riconoscibili durante il Pliocene. Per queste ultime è stato provato (Sprovieri, 1992, 1993) che nella parte inferiore del Pliocene, tra la sua base e poco sotto la estinzione di *Discoaster tamalis*, in coincidenza della base del Regime Glaciale (BGR) (Sprovieri, 1992, 1993) tali fluttuazioni di abbondanza hanno una periodicità di circa 21 kyr, correlabili con la periodicità astronomica della precessione degli equinozi. A partire dalla base del Regime Glaciale e fino alla sommità del Pliocene esse hanno invece una periodicità di circa 41 kyr, essenzialmente domi-

nata dalla periodicità astronomica della obliquità dell'eclittica. La identificazione di tali regolari periodicità ha permesso una biocronologia di estremo dettaglio e gli eventi che coincidono con una fluttuazione possono pure essere datati con accuratezza (Sprovieri, 1993).

Nella sezione di Gibil-Gabel le fluttuazioni di abbondanza relativa di *Gd. ruber* presentano una evidente ciclicità lungo tutto lo spessore studiato (fig. 3), con 13 cicli tra la estinzione di *Gt. puncticulata*, a 6.5 m, e la comparsa di *Gt. bononiensis*, a 21.75 m. Una periodicità di circa 21 kyr, riferibile alla periodicità della precessione, è pertanto riconoscibile in questo segmento che copre un intervallo di tempo tra 2.33 e 3.54 Ma (Sprovieri, 1993). A partire da circa 32 m le fluttuazioni di abbondanza relativa di *Gd. ruber* si presentano molto più ampie rispetto all'intervallo immediatamente sottostante. Pertanto in coincidenza della ampia fluttuazione presente a circa 32 m è stata posta la base del Regime Glaciale e alla fluttuazione stessa è stato attribuito il numero 121. Per correlazione con la sezione di Punta Piccola, tale attribuzione è confermata dal fatto che poco al di sotto della fluttuazione 121 anche nella sezione di Gibil-Gabel è rilevabile la base del paracme di *D. tamalis*. I dati del segmento compreso tra la base del Regime Glaciale e la sommità della sezione dimostrano una ciclicità di altissima frequenza. I dati sono stati pertanto elaborati con una procedura di «3 step average smoothing». Tale analisi mette in evidenza la periodicità principale della sequenza, riducendo la varianza totale poiché essa elimina i picchi che con più alta frequenza e bassa ampiezza non appartengono alla periodicità principale della successione. I risultati di tale procedura sono riportati pure in Fig. 3, sovrapposti ai dati percentuali originali. Essi evidenziano la presenza di 8 fluttuazioni principali tra la base del Regime Glaciale e la sommità della sezione. In questo stesso intervallo esse coincidono con altrettante fluttuazioni di abbondanza di *Discoaster pentaradiatus*, valutate all'interno della popolazione a *Discoaster*. Le 8 fluttuazioni di abbondanza riconosciute mostrano una evidente ciclicità (Fig. 3). La stretta correlazione tra le fluttuazioni di abbondanza di *D. pentaradiatus* e quelle di *Gd. ruber*, queste ultime già correlate con la periodicità dei cicli orbitali della obliquità (Sprovieri, 1992, 1993), permettono di concludere che anche le fluttuazioni di abbondanza di *Discoaster* spp. erano controllate dalla periodicità dei cicli astronomici della obliquità. Tale evidenza era stata fino ad ora dimostrata per il Pliocene in alcuni pozzi (DSDP Legs 81 e 94; ODP Leg 108), localizzati nell'Atlantico (Backman *et al.*, 1986; Backman & Pestiaux, 1987; Chepstow-Lusty *et al.*, 1989) e viene ora qui riconosciuta anche in una sezione mediterranea.

Nella parte sovrastante la sommità della Zona a *D. tamalis* della sezione di Gibil-Gabel, è stato possibile ottenere un notevole dettaglio della curva di abbondanza relativa di *Gd. ruber*. È stato infatti possibile evidenziare che le fluttuazioni di abbondanza relativa di *Gd. ruber* e *D. pentaradiatus* si presentano generalmente bifide. Tale caratteristica è stata interpretata come conseguenza del fatto che la periodicità della precessione, con una durata media di 21.000 anni, ancora influenza, sovrapponendosi alla periodicità della obliquità, le fluttuazioni di abbondanza di *Gd. ruber* e *D. pentaradiatus*.

Nel segmento compreso tra la scomparsa di *Sphaeroidinellopsis* spp. e la base del Regime Glaciale sono presenti 3 fluttuazioni di limitata ampiezza (Fig. 3); esse sono state attribuite alle 3 fluttuazioni sommitali dell'intervallo pliocenico correlate alla periodicità della precessione. In conclusione, tra il livello di scomparsa di *Gt. puncticulata* e di comparsa di *Gt. bononiensis* sono presenti 13 fluttuazioni; 1 fluttuazione positiva nel successivo intervallo fino alla scomparsa locale di *Sphaeroidinellopsis* spp.; 3 fluttuazioni tra quest'ultimo livello e il livello coincidente con la base del Regime Glaciale; 8 fluttuazioni nella parte della sezione successiva alla base del Regime Glaciale.

DISCUSSIONE

Sulla base delle informazioni provenienti dalla analisi biostratigrafica a plancton calcareo (foraminiferi planctonici e nannofossili calcarei) e dalla analisi quantitativa dei foraminiferi planctonici e dei Discoasteridi e per comparazione con i dati quantitativi ottenuti in altre successioni mediterranee quali il pozzo 653 e Monte S. Nicola (Sprovieri, 1992; Channell *et al.*, 1992; Rio *et al.*, 1990), e in particolare con i dati ottenuti nella sezione di Punta Piccola e riportati in Fig. 5, è possibile proporre la seguente interpretazione stratigrafica della sezione di Gibil-Gabel.

L'intervallo inferiore, rappresentato dai Trubi, è riferibile alla sommità della Sottozona M Pl 4a (Sprovieri, 1992) fino a 6.50 m e quindi alla Sottozona M Pl 4b. Il limite tra queste due Sottozone, definito dalla scomparsa di *Gt. puncticulata*, ricade, come nella successione del pozzo 653 (Sprovieri, 1992, 1993) in coincidenza della fluttuazione di abbondanza 80. Subito al di sopra, e in coincidenza della fluttuazione 81, è riconoscibile la sommità dell'intervallo di paracme di *D. pentaradiatus*. In base ai dati derivanti dalle successioni del pozzo 653 e Punta Piccola, la estinzione di *Sphaeroidinellopsis* spp. coincide con la sommità della fluttuazione 97 (Fig. 5), cioè 4 picchi al di sopra dell'evento di comparsa di *Gt. bononiensis*. Nella sezione di Gibil-Gabel la più

alta presenza di *Sphaeroidinellopsis* spp. coincide con un livello di poco soprastante il picco immediatamente successivo alla entrata di *Gt. bononiensis* e identificato con il numero 94 in Fig. 3. Pertanto il più alto ritrovamento di *Sphaeroidinellopsis* spp. non coincide con il livello mediterraneo di scomparsa di questa forma e la parte sommitale della Zona M Pl 4b non è rappresentata nella successione. L'evento di scomparsa di *Sphaeroidinellopsis* spp. è riconosciuto nella sezione di Monte S. Nicola (Channell *et al.*, 1992) e Punta Piccola (Fig. 5) alla sommità di un intervallo caratterizzato dalla presenza di prevalenti individui destrorsi di *Gt. crassaformis* s.l. La assenza nella sezione di Gibil-Gabel di tale intervallo conferma la ipotesi di una lacuna in coincidenza della locale sommità dei «Trubi». Le comparse di *Gt. crassaformis* e di *Gt. bononiensis*, rispettivamente riconosciute in coincidenza delle fluttuazioni 92 e 93 (Fig. 3) sono invece del tutto comparabili con i livelli di comparsa di queste specie nelle altre sezioni mediterranee.

Per quanto riguarda la parte della sezione successiva alla estinzione di *Sphaeroidinellopsis* spp., la corrispondenza tra la distribuzione puntuale di *Gt. crassaformis* destrorsa, di *N. atlantica* sinistrorsa, l'inizio e la fine del paracme di *D. tamalis* con le stesse fluttuazioni di abbondanza relativa di *Globigerinoides ruber* (Figg. 3, 4A, 4B, 5), permette una dettagliata correlazione tra la sezione di Gibil-Gabel e la successione di Punta Piccola e pertanto anche con le successioni del pozzo 653 e della sezione di Monte S. Nicola con le quali la sezione di Punta Piccola era già stata correlata (Channell *et al.*, 1992; Sprovieri, 1992, 1993). Come conseguenza risulta chiara una lacuna di sedimentazione al passaggio tra i «Trubi» e le marne soprastanti nella sezione di Gibil-Gabel, compresa tra le fluttuazioni 94 e 106. Poiché in questo intervallo stratigrafico le fluttuazioni di abbondanza della associazione a foraminiferi planctonici sono dominate dalla periodicità della precessione, esse hanno una durata di circa 21.000 anni e pertanto la lacuna individuata copre un intervallo temporale di circa 0.25 my.

CONCLUSIONI

La applicazione della biostratigrafia integrata a plancton calcareo e della analisi quantitativa delle associazioni a foraminiferi planctonici e a nannofossili calcarei in una sezione nella quale era stata supposta la esistenza di una lacuna sulla base di una debole discordanza angolare tra i «Trubi» e le soprastanti marne, ha permesso di confermare la presenza di tale lacuna. Sulla base del numero di fluttuazioni mancanti è stato possibile quantificare in circa 0.25 my la durata di tale lacuna.

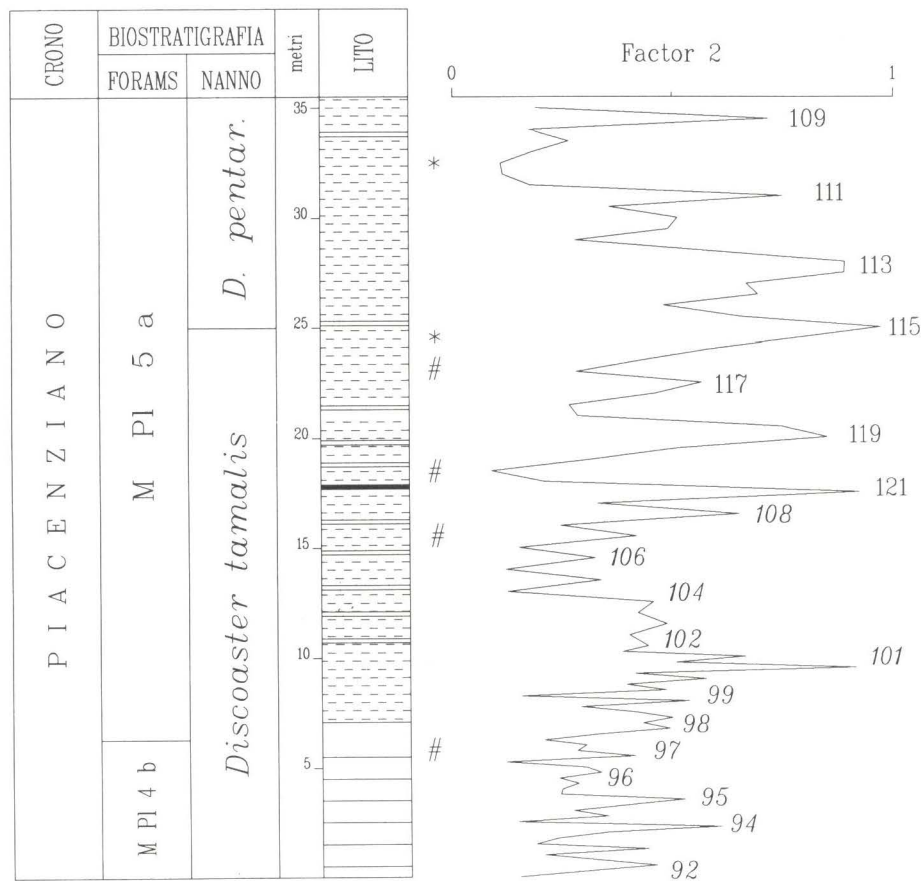


Fig. 5 - Fluttuazioni di abbondanza del fattore 2, dominato dalla unità tassonomica *Gd. ruber*, nella sezione di Punta Piccola. Gli asterischi indicano la presenza di consistenti individui sinistrorsi di *N. atlantica*; il cancelletto indica la presenza di frequenti individui di *Gt. crassaformis* s.l. destrorsa. I numeri in corsivo indicano le fluttuazioni legate alla periodicità della precessione; i numeri in tondo indicano le fluttuazioni legate alla periodicità della obliquità dell'eclittica.

La dettagliata campionatura in una successione ad alta velocità di sedimentazione ha permesso di riconoscere che anche nell'intervallo in cui le fluttuazioni di abbondanza delle unità tassonomiche dominate da *Gd. ruber* e *D. pentaradiatus* sono legate alla periodicità della ciclicità astronomica della obliquità dell'eclittica è presente ancora l'influenza della periodicità della precessione, dominante nell'intervallo sottostante. Infatti nell'intervallo successivo alla Zona a *D. tamalis* le fluttuazioni positive di abbondanza relativa si presentano bifide. Tale caratteristica è imputata alla influenza della ciclicità della precessione.

RINGRAZIAMENTI

S. Iaccarino e un anonimo revisore hanno contribuito ad un notevole miglioramento del testo originale.

Il lavoro è stato eseguito con il contributo finanziario dei fondi MURST 40% e 60% assegnati a R. Sprovieri e E. Di Stefano.

REFERENCES

- BACKMAN, J. & PESTIAUX, P., 1987, Pliocene *Discoaster* abundance variations, Deep Sea Drilling Project Site 606: biochronology and paleoenvironmental implications. In Ruddiman, W. F., Kidd, R. B., et al., Init. Repts DSDP, 94: 903-910.
- , —, ZIMMERMAN, H. & HERMELIN, O., 1986, Palaeoclimatic and palaeoceanographic development in the Pliocene North Atlantic: *Discoaster* accumulation and coarse fraction data. In Summerhayes, C. P. & Shackleton, N. J., (eds), North Atlantic Palaeoceanography: Geol. Soc. Spec. Pap. (London), 21: 231-242.
- CHANNELL, J. E. T., DI STEFANO, E. & SPROVIERI, R., 1992, Calcareous plankton biostratigraphy, magnetostratigraphy and paleoclimatic history of the Plio-Pleistocene Monte S. Nicola section (Southern Sicily): Boll. Soc. Paleont. Ital., 31: 351-382.
- CHEPTOW-LUSTY, A., BACKMAN, J. & SHACKLETON, N. J., 1989, Comparison of upper Pliocene *Discoaster* abundance variations from North Atlantic Sites 552, 607, 659, and 662: further evidences for marine plankton responding to orbital forcing. In Ruddiman, W., Sarnthein, M. et al., Proc. ODP, Sc. Results, 108: 461-478.

- CITA, M. B., 1973, Pliocene biostratigraphy and Chronostratigraphy. In Ryan, W. B. F. *et al.*, Init. Rpts DSDP, 13: 1343-1379.
- , 1975, Studi sul Pliocene e gli strati di passaggio dal Miocene al Pliocene. VII. Planktonic foraminiferal biozonation of the Mediterranean Pliocene deep sea record. A revision: Riv. It. Paleont. Strat., 81: 527-544.
- COLALONGO, M. L. & SARTONI, S., 1979, Schema biostratigrafico per il Pliocene e il Basso Pleistocene in Italia: Contr. Prel. Carta Neotett. It.: 645-654.
- DRIEVER, B. W. M., 1981, A quantitative study of Pliocene associations of *Discoaster* from the Mediterranean: Proc. Nederl. Akad. Wetensch., 84: 437-455.
- HASEGAWA, S., SPROVIERI, R. & POLUZZI, A., 1990, Quantitative analysis of benthic foraminiferal assemblages from Pliocene-Pleistocene sequences in the Tyrrhenian sea, ODP Leg 107. In Kastens, K., Mascle, J. *et al.*, Proc. ODP, Sc. Results, 197: 461-478.
- HILGEN, F. J., 1987, Sedimentary rhythms and high-resolution chronostratigraphic correlations in the Mediterranean Pliocene: Newsl. Stratigr., 17: 109-127.
- , 1991, Extension of the astronomically calibrated (polarity) time scale to the Miocene/Pliocene boundary: Earth Planet. Sc. Lett., 197: 349-368.
- KASTENS, K. A., MASCLE, J. *et al.*, 1987, Proc. ODP, Init. Rpts. (Pt. A), 197: 1-1013.
- LOURENS, L. J., GUDJONSSON, L. & ZACHARIASSE, W. J., 1992, Late Pliocene to Early Pleistocene astronomically forced sea surface productivity and temperature variations in the Mediterranean: Mar. Micropaleont., 19: 49-78.
- MARTINI, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In Farinacci, A. (ed.), Proc. II Planktonic Conf., Roma, 2: 738-785.
- OKADA, H. & BUKRY, D., 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the Low-Latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation (Bukry, 1973, 1975): Mar. Micropaleont., 5: 321-325.
- PARKER, F. L., 1958, Eastern Mediterranean Foraminifera: Rep. Swed. Deep-Sea Exped., 8: 219-283.
- RAYMO, M. E., RUDDIMAN, W. F., BACKMAN, J., CLEMENT, B. M. & MARTINSON, D. G., 1989, Late Pliocene variation in northern Hemisphere ice sheets and North deep water circulation: Paleoceanography, 4: 413-446.
- RIO, D., RAFFI, I. & VILLA, G., 1990, Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the western Mediterranean. In Kastens, K. A., Mascle, J. *et al.*, Proc. ODP, Sc. Results, 107: 513-533.
- SPAARK, P., 1983, Accuracy in correlation and ecological aspects of the planktonic foraminiferal zonation of the Mediterranean Pliocene: Utrecht Micropaleont. Bull., 28: 1-159.
- SPROVIERI, R., 1992, Mediterranean Pliocene biochronology: an high resolution record based on quantitative planktonic foraminifera distribution: Riv. It. Paleont. Strat., 98: 61-100.
- , 1993, Pliocene-Early Pleistocene astronomically forced planktonic Foraminifera abundance fluctuations and chronology of Mediterranean calcareous plankton bioevents: Riv. It. Paleont. Strat., 99: 371-414.
- ZACHARIASSE, W. J. & SPAARK, P., 1983, Middle Miocene to Pliocene paleoenvironmental reconstruction of the Mediterranean and adjacent Atlantic ocean: planktonic foraminiferal record of Southern Italy: Utrecht Micropaleont. Bull., 30: 91-110.
- WRIGHT, R., 1978, Neogene paleobathymetry of the Mediterranean based on benthic foraminifers from DSDP Leg 42A. In Hsu, K. J., Montadert, L. *et al.*, 42A: 837-846.

(manoscritto pervenuto il 12 luglio 1993
accettato il 24 giugno 1994)

Rodolfo SPROVIERI

Enrico DI STEFANO

Antonio RIGGI

Pietro BUSALACCHI

Dipartimento di Geologia e Geodesia
dell'Università di Palermo
Corso Tukory 131, 90134 Palermo, Italia