

# FORAMINIFERI PLANCTONICI ED OSCILLAZIONI CLIMATICHE NELLA CAROTA BAN 84-27 (MEDITERRANEO ORIENTALE)

DONATA VIOLANTI\* & DOMENICA SACCA\*

*Key-words:* Foraminifera, Thecosomata Euthecosomata, Heteropoda, Late Pleistocene, Holocene, Eastern Mediterranean, Paleoecology, Climatic curves.

*Abstract.* Planktonic foraminifera from Core BAN 84-27, recovered from a Mediterranean Ridge site located north of the Katia Basin (Eastern Mediterranean) were quantitatively investigated. The sediments are Late Pleistocene to Holocene in age; the sequence of sapropels, from S-1 to S-9, is almost complete, except S-2 and S-4, which are missing and provides the lithostratigraphic framework. One tephra layer (Y-5) was identified.

A climatic curve, based on the relative abundance of climatically significant planktonic foraminifera, was constructed; its warm and cold peaks are correlatable to the fluctuations recorded in other Eastern Mediterranean cores (Core EASTW 29, Cobblestone Area 3; Core EASTW 6 and 45, Cobblestone Area 4; Cores KS-09 and RC9-181). The maximum diameter of *Orbulina universa* increases in accordance with relative abundance of climatically warmer species. This simple parameter seems to be an useful tool for paleoclimatic interpretations of Quaternary sediments, with larger sizes correlatable to warm intervals.

Peaks of abundance of *Neoglobobulina eggeri* were recognized in sapropels S-6 and S-8; these findings, recorded also in the reference cores, support the peculiarity of S-6 and S-8, which were deposited during cold intervals.

The distribution of planktonic gastropods (*Thecosomata Euthecosomata and Heteropoda*) was investigated and correlated with the foraminiferal curve. The paleoclimatic value of pteropods is also evident in Core BAN 84-27: well diversified assemblages, characterized by a great abundance of warm water species (*Limacina inflata*), were observed in sapropels S-1 and S-9 and in other warm episodes. Poor assemblages, with sparse specimens of cold water species (*L. retroversa*) are present in cold episodes and in sapropel S-8.

Intervals correlative to isotopic stages 1 to 9, substages 5a, 5c, 5e and substages 7a, 7c, 7d could be recognized. Moreover, climatic zone Z, Y, X, W and V (subzones V' and V'') were identified.

Average sediment accumulation rate is approximately 1.5 cm/1000 yr. Core BAN 84-27 represents the sedimentary expression of the last 320,000 yr in a low sedimentation rate area.

## Introduzione.

La carota BAN 84-27, oggetto del presente studio, è stata prelevata a -2050 m di profondità a 33° 20.99' Lat. N, 23° 13.26' Long. E a nord del Bacino Katia, circa 35 mi-

\* Istituto di Scienze della Terra, Università di Messina, via dei Verdi 75, 98100 Messina, Italy.

glia al largo della Libia, dalla nave oceanografica "Bannock" (crociera 1984) (Fig. 1). Il Bacino Katia, compreso tra il fronte di deformazione della Dorsale Mediterranea e la

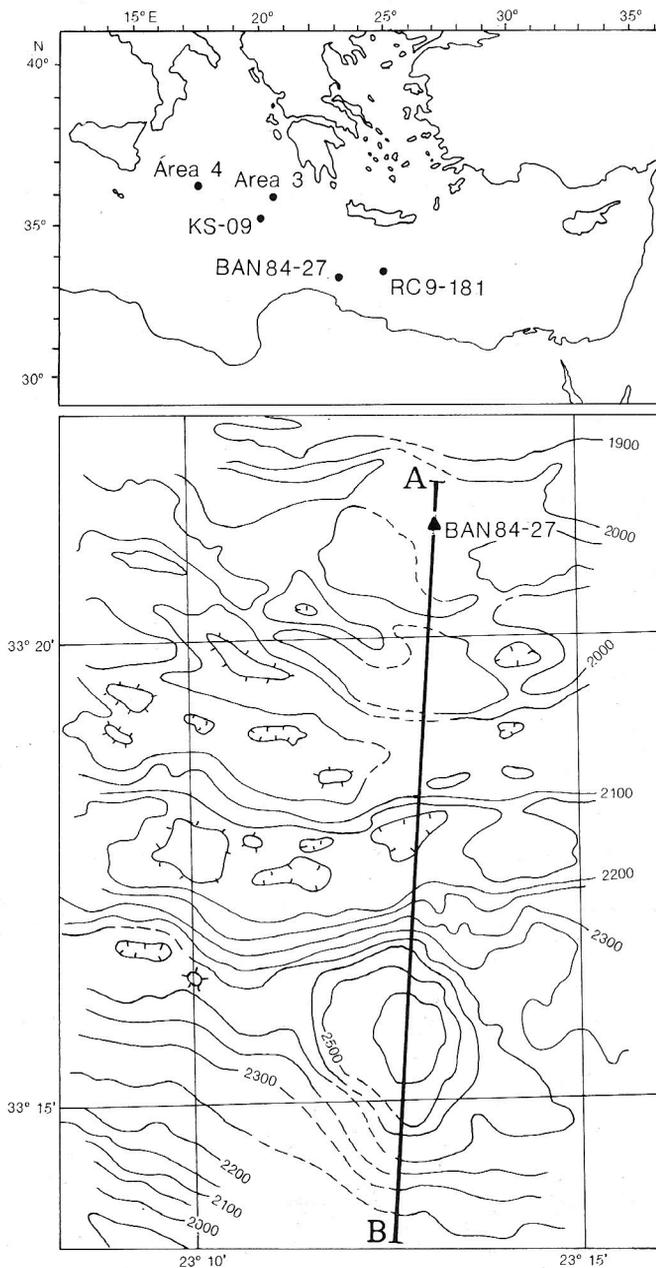


Fig. 1 - Ubicazione della carota BAN 84-27, delle Aree 3 e 4 e delle carote KS-09 e RC9-181 (in alto). Mappa batimetrica del Bacino Katia con l'indicazione del punto di prelievo della carota BAN 84-27 (in basso).

scarpata continentale africana, è una cavità imbutiforme che fa parte di una serie di depressioni orientate in senso est-ovest; è ben ossigenato al fondo ed è attualmente interpretato come una struttura di collasso, originata dalla dissoluzione di evaporiti affioranti sui fianchi (Camerlenghi & Cita, 1987). La carota è stata prelevata sul margine europeo, in un piccolo bacino pensile della topografia a Cobblestone ed ha recuperato circa 5 metri di emipelagiti pleistoceniche indisturbate, cui si alternano numerosi livelli sapropelici ed un livello di tephra.

I sapropels, fanghi scuri con elevati tenori di Carbonio organico (2%) (Kidd et al., 1978), rappresentano la documentazione sedimentaria di ripetuti episodi anossici che hanno interessato il Mediterraneo orientale durante il Pleistocene (Olausson, 1961; Ryan et al., 1973; Cita, Vergnaud-Grazzini et al., 1977; Thunell et al., 1977; Cita, Broglia et al., 1982; Calvert, 1983; Erba et al., 1987); La loro origine viene riferita alla formazione di uno strato superficiale d'acqua a bassa densità in seguito ad apporti d'acqua dolce dal Mar Nero (Cita et al., 1977; Ryan et al., 1982; Thunell et al., 1983), dal Nilo (Nesteroff et al., 1980; Rossignol-Strick, 1983) o all'inversione degli scambi con l'Atlantico (Huang & Stanley, 1972).

Le osservazioni preliminari compiute dallo Staff di bordo della crociera Bannock 1984 (dati inediti) hanno riconosciuto la presenza di quasi tutti i sapropels da S-1 a S-9 (con l'eccezione dei sapropels S-2 e S-4) descritti nel Mediterraneo Orientale (Olausson, 1960; Ryan, 1972; Cita et al., 1977; Calvert, 1983 *inter alii*), e di un livello di ceneri vulcaniche, correlato con il tephra Y-5, prodotto della Provincia Campana (Keller et al., 1978; McCoy, 1974).

Le associazioni a nannofossili calcarei hanno permesso di attribuire tutta la carota al Pleistocene superiore (Zona a *Gephyrocapsa oceanica*, Zona ad *Emiliania huxley* e Zona di Acme di *E. huxley*). Le associazioni a Foraminiferi planctonici hanno a loro volta evidenziato anche le oscillazioni climatiche tipiche del Quaternario superiore, con almeno 4 intervalli caldi, correlati agli stadi isotopici caldi 1, 5a, 5e, 7, e due intervalli temperato-freddi in cui è avvenuta la deposizione della cinerite Y-5 e del sapropel S-6 (Parisi, 1987).

La carota BAN 84-27 sembra quindi rappresentare un'ottima documentazione stratigrafica del Pleistocene superiore e dell'Olocene basale; si è ritenuto perciò interessante approfondirne l'analisi paleoclimatica con uno studio quantitativo dei Foraminiferi planctonici.

I dati ottenuti sono stati confrontati con quelli già noti in letteratura per numerose carote di aree limitrofe, sintetizzati da Parisi (1987), ed in particolare con quelli della carota KS-09 (Cita et al., 1977; Parisi & Cita, 1982), dell'Area 3 e Area 4 a Cobblestone (Blebschmidt et al., 1982; Cita et al., 1982) e della carota RC 9-181 (Vergnaud-Grazzini et al., 1977), studiate in prevalenza con la stessa metodologia.

## Metodo di studio.

Sono stati utilizzati 49 campioni, prelevati a 10 cm di distanza uno dall'altro, di cui era già stato misurato il contenuto di carbonato di calcio (Siddi, 1986). La curva calcimetrica della carota BAN 84-27 è discussa anche da Parisi (1987). I residui 61-151  $\mu\text{m}$  ed  $> 151 \mu\text{m}$  ottenuti da circa 3-5 gr di sedimento per ogni campione sono stati pesati e sottoposti all'indagine micropaleontologica. La composizione dei residui e la distribuzione delle specie planctoniche sono state analizzate su entrambe le frazioni granulometriche; i conteggi delle specie più significative sono stati invece effettuati su un totale di 300 gusci della sola frazione  $> 151 \mu\text{m}$ , per operare su una base granulometrica confrontabile con quelle dei lavori citati (generalmente tra 151-200  $\mu\text{m}$ ).

Per ogni campione è stato misurato il rapporto P/P+B e sono state calcolate le percentuali di specie indicative di acque calde (*Orbulina universa*, *Globorotalia truncatulinoides excelsa*, *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*, *G. sacculifer*, *Hastigerina siphonifera*) e di acque fredde (*Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina pachyderma*). Sono state inoltre calcolate le percentuali di *Globorotalia inflata*, specie di acque temperate, e di *Neogloboquadrina eggeri*, specie utilizzata in precedenza come indicatore di ridotta salinità (Ruddiman, 1971; Vergnaud-Grazzini et al., 1977; Cita et al., 1982), ma segnalata anche in aree di risalita, con elevati tenori di nutrienti (Srinivasan & Kennett, 1976).

Per utilizzare la stessa metodologia già applicata sulle carote KS-09 e 29, 6, 45 delle Aree Cobblestone 3 e 4 del Mediterraneo Orientale, oltre che in carote del Tirreno quali la carota PC-19 (Violanti et al., 1987), la curva climatica della carota BAN 84-27 è stata costruita sommando le percentuali degli indicatori caldi *O. universa* e *G. ruber* (con valore positivo) e le percentuali degli indicatori freddi *G. bulloides* e *N. pachyderma* (con valore negativo) (Cita et al., 1973).

Quale altra variabile significativa per lo studio delle fluttuazioni climatiche durante il Pleistocene è stato utilizzato il diametro massimo di *O. universa* (Colombo & Cita, 1980). Come già applicato in precedenza (Mairani, 1987), tale diametro è stato misurato sui cinque gusci più grandi di ogni campione ed espresso sia come valore medio sia come valore massimo raggiunto da un singolo guscio.

## Presentazione dei dati

### Granulometrie.

Le percentuali delle frazioni granulometriche (61-151  $\mu\text{m}$  e  $> 151 \mu\text{m}$ ), riportate nelle curve della Fig. 2, presentano valori inferiori al 10% nella maggior parte dei campioni provenienti da peliti chiare. I sapropels, identificati come S-6 - S-9 dallo Staff di bordo, ed il livello cineritico a 75-77 cm si differenziano invece nettamente anche per la maggior quantità di residuo grossolano, particolarmente elevata nella parte inferiore del-

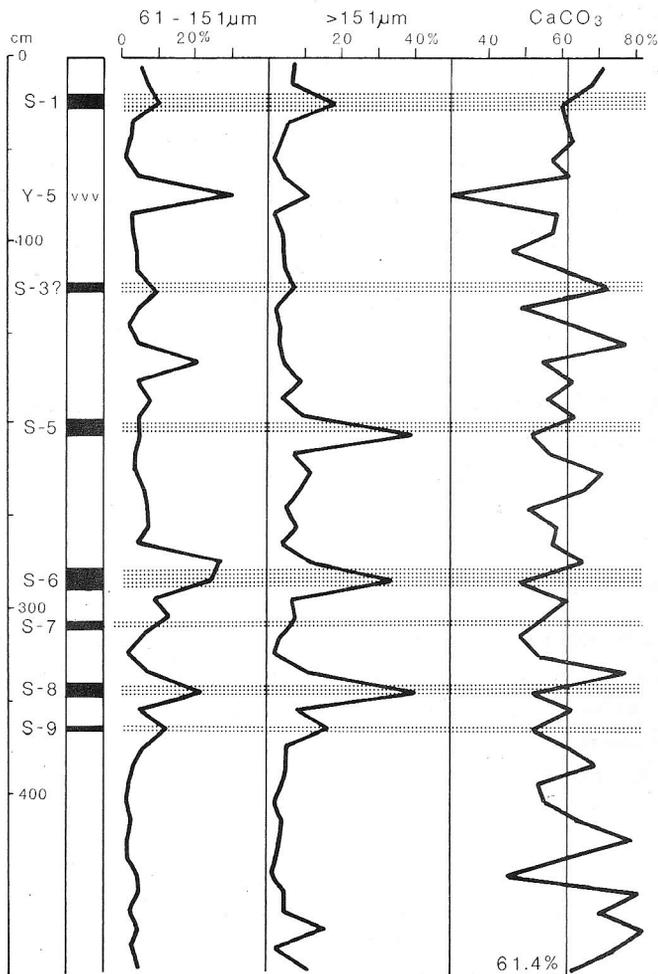


Fig. 2 - Percentuali delle frazioni granulometriche (61-151  $\mu\text{m}$  e  $> 151 \mu\text{m}$ ) e del carbonato di calcio (da Siddi, 1986, modificato). In questa e nelle figure successive è indicata a sinistra la colonna litologica della carota BAN 84-27 con i sapropels ed il livello cineritico presenti.

la carota.

Percentuali delle frazioni granulometriche superiori al 15-20%, ma sempre molto inferiori a quelle riscontrate nei sapropels, si osservano al di sopra di alcuni livelli laminati (164 cm, frazione 61-151  $\mu\text{m}$  = 20,68%; 472 cm, frazione  $> 151 \mu\text{m}$  = 15,82%). Esse potrebbero indicare brevi episodi di risedimentazione di materiali inconsolidati ed il conseguente arricchimento in frazione sabbiosa.

## Carbonato di calcio.

La curva del  $\text{CaCO}_3$ , su dati di Siddi (1986), è stata posta a confronto con le curve granulometriche in Fig. 2. Essa mostra percentuali spesso elevate (media = 61,4%), ma con forti oscillazioni. Parisi (1987) ha calcolato i valori medi del contenuto in carbonato di calcio negli intervalli compresi tra i diversi sapropels: essi risultano maggiori nella parte inferiore della carota, sotto il sapropel S-6 (63%), tra i sapropels S-5 e S-3 (61%) ed infine alla sommità sopra il sapropel S-1 (66%). Sono invece leggermente più bassi nei due intervalli tra S-6 e S-5 (59%) e tra S-3 e S-1 (58%), correlati a fasi climatiche fredde (Cita et al., 1982). Nei sapropels il carbonato di calcio ha valori in genere inferiori (circa 50%); solo il sapropel tentativamente identificato come S-3 presenta un massimo relativo (71%).

L'andamento della curva non evidenzia chiare correlazioni con quello delle frazioni granulometriche; nei sapropels S-5, S-6, S-8, S-9 si nota anzi una correlazione inversa.

## Descrizione dei residui.

Nelle peliti chiare il contenuto organico è prevalente; gli aggregati fini inorganici, i granuli di quarzo e pirite sono estremamente scarsi, con percentuali pari al 2-5% circa. Nei campioni prelevati dai sapropels gli aggregati scuri, costituiti da sostanza organica, sono invece molto abbondanti (70-90% del totale). Anche nel livello vulcanico il residuo carbonatico è ridotto, con masserelle pomicee, vetro subtrasparente e cristalli in prevalenza scuri.

Negli altri campioni il residuo è quasi completamente costituito da gusci carbonatici di Foraminiferi planctonici ed il rapporto P/P+B è compreso tra 97-100% (media 99,3%) ed è sempre pari a 100 nei sapropels. Oltre alle specie già citate come indicatori paleoambientali, l'associazione planctonica comprende le seguenti specie: *Beella digitata*, *B. praedigitata*, *Globigerina calabra*, *G. calida*, *G. falconensis*, *G. rubescens*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides elongatus*, *G. gomitulus*, *G. helicinus*, *G. ruber pyramidalis*, *G. tennellus*, *Globorotalia oscitans*, *Neogloboquadrina incompta*, *N. obesa*, *Orbulina bilobata*, *O. suturalis*. Le variazioni quantitative dei taxa, modulate climaticamente, si riflettono anche sulle dimensioni medie di molte specie (*Globigerina* spp., *Globigerinoides* spp. ecc.), maggiori negli intervalli caldi, minori in quelli freddi.

I Foraminiferi bentonici sono rappresentati da un numero limitato di specie, tipiche delle associazioni batiali del Mediterraneo (Cita & Zocchi, 1978; Parisi, 1982; Vismara Schilling, 1986). Sono relativamente comuni i Miliolidi (*Pyrgo* spp., *Quinqueloculina* spp., *Articulina tubulosa*), *Karrerella bradyi*, *Gyroidinoides neosoldanii*, *Melonis padanum*, *Eponides tumidulus*, *Hoeglundina elegans*, *Bulimina* spp., *Chilostomella ovoidea*. Immediatamente prima del sapropel S-6 è stata individuata *Ellipsopolymorphina fragilis*, specie comune solo in quella posizione stratigrafica (Parisi, 1985).

Anche i Gasteropodi planctonici (*Thecosomata Euthecosomata* e *Heteropoda*) sono particolarmente abbondanti in alcuni livelli; considerando il notevole significato paleo-ambientale di alcune specie (Rampal, 1975; Furnestin, 1979; Grecchi, 1984) si è ritenuto utile descriverne brevemente le associazioni e seguire le variazioni dei taxa più importanti.

### Curva climatica.

Il confronto tra la curva climatica (Fig. 3), in cui si succedono episodi caldi e freddi ben differenziati, e la posizione nella carota dei diversi sapropels conferma l'identificazione già proposta da Parisi (1987).

A partire dal basso della curva si possono distinguere quattro intervalli caldi o temperato-caldi: un primo intervallo, vicino alla base della carota, da 472 cm a 353 cm, con due picchi fortemente positivi, caldi, ai due estremi ed una parte intermedia con valori più bassi, che suggeriscono un clima temperato o temperato-caldo. Dopo una marcata ma breve oscillazione fredda, a 343 cm in coincidenza con il sapropel S-8, si ha un secondo intervallo caldo, abbastanza uniforme, tra 333 - 303 cm. La fase calda di più lunga durata si verifica tra 204 cm, a partire dal sapropel S-5, e 85 cm; in essa è compreso il probabile sapropel S-3, a 125 cm circa, e vi si possono notare successive oscillazioni abbastanza marcate, ma con una tendenza complessiva a valori sempre più bassi verso l'alto.

Un quarto ed ultimo intervallo caldo caratterizza la parte sommitale della carota, a partire da 45 cm; il miglioramento climatico non è così rapido come alla base dell'episodio caldo precedente, ma risulta abbastanza graduale e la fase più calda coincide con la deposizione del sapropel S-1 (cm 25).

Due oscillazioni fredde della curva climatica si correlano con livelli sapropelatici: rispettivamente, sempre a partire dal basso, a 343 cm con il sapropel S-8 e a 283 cm con S-6; mentre la fase fredda più marcata, con il massimo negativo, si riscontra al di sotto del sapropel S-5.

### Distribuzione di *Neogloboquadrina eggeri*.

*Neogloboquadrina eggeri* è assente o molto scarsa in numerosi campioni nella parte inferiore ed in quella sommitale della carota BAN 84-27 (Fig. 3); fanno eccezione due picchi estremamente caratteristici a 343 cm (massimo relativo = 43,0%), in corrispondenza del sapropel S-8 ed a 283 cm (massimo assoluto = 48,6%), in corrispondenza del sapropel S-6. Al di sopra di quest'ultimo livello le percentuali sono ancora apprezzabili per un certo tratto, anche se sempre inferiori al 10%; solo nel campione a 164 cm, successivo ad un livello laminato, la percentuale raggiunge il 16,6%.

L'andamento della curva percentuale, con forti aumenti solo in coincidenza dei sapropels S-6 ed S-8, e con valori estremamente bassi negli altri livelli sapropelatici, risulta

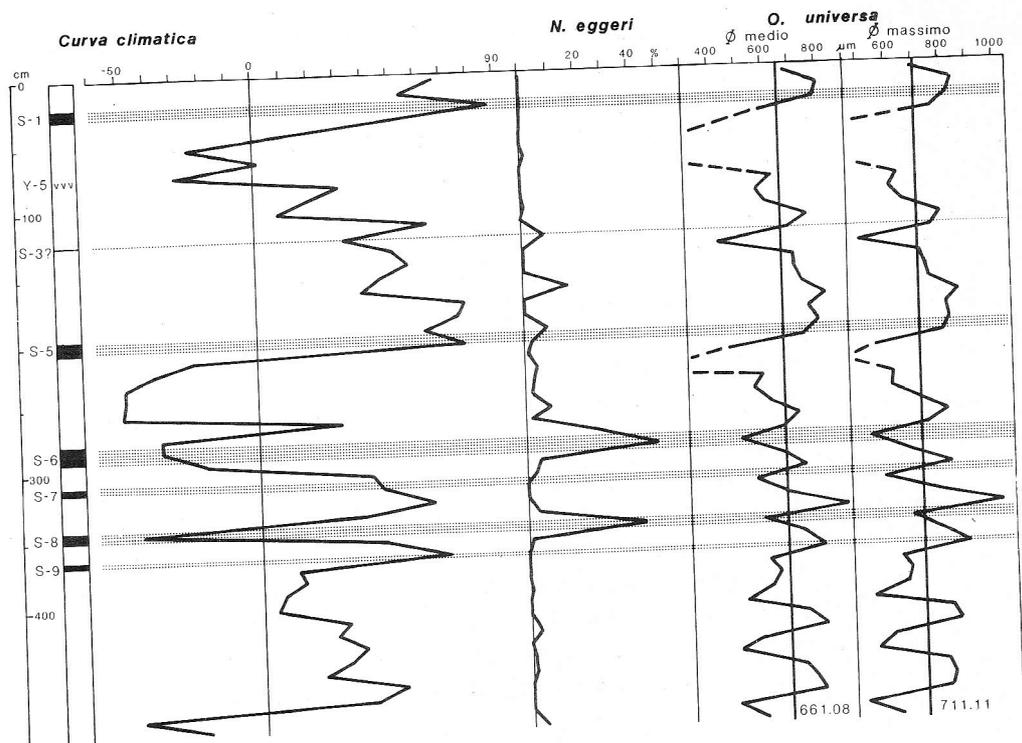


Fig. 3 - Curva climatica, percentuali di *Neogloboquadrina eggeri*, valore medio del diametro massimo di *Orbulina univ. versa*, misurato sui cinque maggiori esemplari e valore assoluto del diametro di *O. univ. versa*, misurato sull'esemplare più grande. La curva climatica è stata costruita sommando le percentuali degli indicatori caldi (*Orbulina univ. versa*, *Globigerinoides ruber*) con valore positivo alle percentuali degli indicatori freddi (*Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma*) con valore negativo.

quindi perfettamente in accordo con quanto già noto in altre carote del Mediterraneo orientale (Parker, 1958; Kidd et al., 1978; Cita et al., 1982; Parisi, 1987).

#### Distribuzione delle specie.

La distribuzione percentuale di alcune specie individuate come significative per lo studio paleoclimatico è rappresentata dalle curve in Fig. 4.

*Orbulina univ. versa* è generalmente presente o comune, ma solo in pochi campioni è abbondante, con percentuali superiori al 20% (25 cm, 85 cm), o al 30% (392 cm), con il massimo assoluto di 38,3% a 164 cm. Nella curva climatica questi picchi corrispondono ad oscillazioni con valori più positivi solo nei due campioni superiori; gli altri massimi si verificano invece in campioni a clima temperato o temperato-caldo, immediatamente

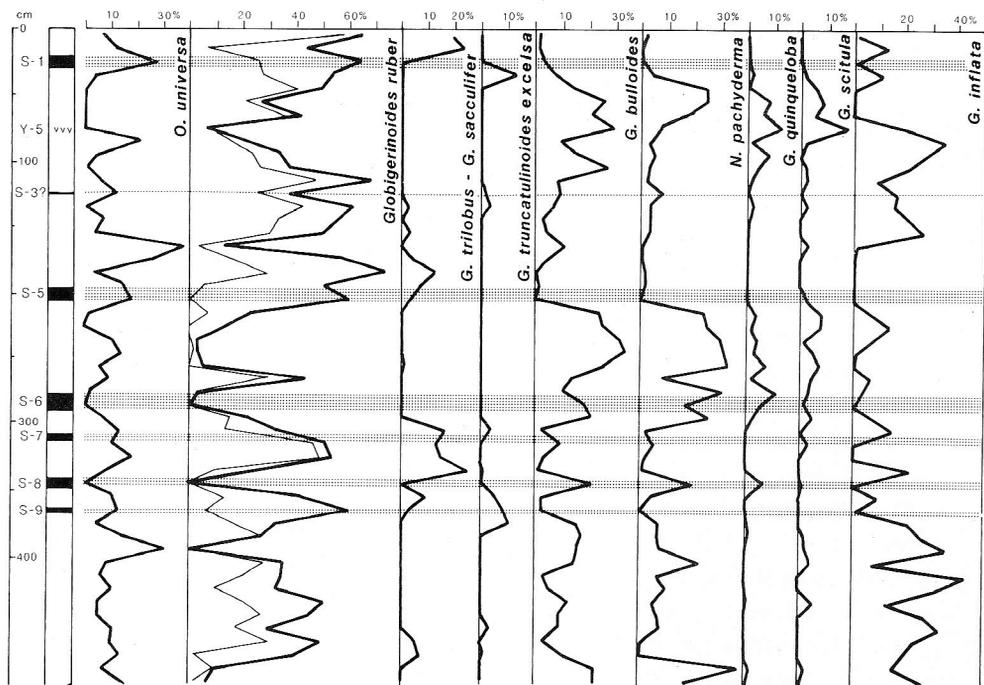


Fig. 4 - Percentuali degli indicatori climatici caldi (*Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber*) e freddi (*Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma*) utilizzati per la costruzione della curva climatica, riportata in Fig. 3. Sono indicate anche le percentuali di altre specie sensibili ad oscillazioni climatiche calde (*Globigerinoides trilobus* + *G. sacculifer*, *Globorotalia truncatulinoides excelsa*) e fredde (*Globigerina quinqueloba*, *Globorotalia scitula*) e le percentuali di specie più legate a condizioni temperate (*Globigerinoides gomitulus*, con tratto sottile nel diagramma di *G. ruber*, e *Globorotalia inflata*).

al di sopra di livelli laminati. In questi ultimi casi si potrebbe forse ipotizzare una concentrazione dei gusci, particolarmente soggetti a trasporto, anche se le percentuali granulometriche dei residui (Fig. 2) sono piuttosto basse. In alcuni campioni degli intervalli freddi (224 cm, 75-45 cm) *O. universa* è assente. La curva di frequenza di questa specie non contrasta con la curva climatica, ma la correlazione risulta tuttavia relativamente limitata.

*Globigerinoides ruber*, comprensiva anche di *G. gomitulus*, specie affine alla precedente, e di *G. ruber pyramidalis*, presenta percentuali spesso molto elevate, costituendo uno degli elementi dominanti in molti campioni. Questo fatto ha influenzato direttamente la costruzione della curva climatica: le due curve presentano di conseguenza andamento simile.

*G. gomitulus*, che era già stata ipotizzata come forma dotata di maggiore adattabilità ad acque temperate della tipica *G. ruber* (Violanti et al., 1987), risulta effettivamente più abbondante nella maggior parte delle fasi temperate o temperato-fredde, mentre *G.*

*ruber* s. str. è più frequente nei picchi caldi.

Le percentuali di *Globigerinoides trilobus* e di *G. sacculifer*, specie con caratteristiche ambientali simili, sono state sommate per ottenere una maggiore rappresentatività; gli esemplari risultano presenti, a volte anche abbastanza comuni, solo negli intervalli più caldi della curva climatica, in coincidenza o al di sopra di alcuni sapropels (posteriormente a S-8, in corrispondenza e sopra S-5, sopra S-1).

L'andamento della curva di *Globorotalia truncatulinoides excelsa*, pur con qualche differenza, è abbastanza simile a quello degli altri indicatori caldi. Questa sottospecie, presente in un numero limitato di campioni, raggiunge le percentuali più alte in corrispondenza di valori positivi, non molto elevati, della curva climatica. Questo sembra indicare una preferenza per acque temperato-calde, piuttosto che per acque decisamente calde, in cui si ha invece la massima concentrazione di *Globigerinoides sacculifer* e *G. trilobus*. Nei sedimenti di fondo del Mediterraneo orientale Thunell (1978) segnala alte percentuali di *Globigerinoides* e basse frequenze di *Globorotalia truncatulinoides*, la quale risulta più abbondante ad ovest dello Stretto di Sicilia, dove l'optimum di temperatura è compreso tra 13,5°-15,5° C. L'Autore include quest'ultima specie nella fauna transizionale dell'associazione fredda, in cui sono ancora diffuse *O. universa* e *G. inflata*, specie comuni anche alle associazioni subtropicali e temperate.

*Globigerina bulloides* e *Neogloboquadrina pachyderma*, entrambe utilizzate come indicatori freddi, hanno variazioni percentuali direttamente rapportabili tra di loro ed opposte a quelle degli indicatori caldi, in particolare di *G. ruber*. I valori minimi di *G. bulloides* e *N. pachyderma* si riscontrano alla base dell'episodio caldo, caratterizzato dalla deposizione del sapropel S-5 ed alla sommità della carota; nella parte inferiore le oscillazioni sono invece meno forti e di breve durata. Gli esemplari di *N. pachyderma* sono prevalentemente destrorsi; anche negli intervalli più freddi la percentuale di forme sinistrorse, tipiche delle associazioni polari e subpolari (Bé & Tonderlund, 1971), è molto bassa (<10%).

Le percentuali di *Globigerina quinqueloba* e di *Globorotalia scitula* non sono state introdotte nel calcolo della curva climatica per uniformità con le metodologie applicate nelle carote di confronto sopra citate (Cita et al., 1977; Cita et al., 1982). Le due specie, generalmente di piccole dimensioni, sono tuttavia ottimi indicatori di acque fredde, la cui reale consistenza quantitativa può essere meglio apprezzata dall'analisi del residuo 61-151 µm. L'utilizzo infatti della sola frazione >151 µm può condurre ad una sottostima di queste specie, anche se le curve percentuali risultano ugualmente indicative nell'andamento totale, mostrando una buona correlazione con quelle di *G. bulloides* e di *N. pachyderma*. Le percentuali maggiori di *G. quinqueloba* e di *G. scitula* sono però raggiunte nell'intervallo freddo superiore, in quanto anche la frazione 61-151 µm è quasi completamente formata da gusci delle due specie.

*Globorotalia inflata* è stata conteggiata come specie di acque temperate (Blanc-Vernet & Pastouret, 1969; Thunell, 1978), tipica della zona di transizione che separa in Atlantico le masse d'acqua subpolari da quelle subtropicali (Bé & Tonderlund, 1971); l'andamento della sua curva (Fig. 4) ha infatti caratteristiche differenti rispetto a quelle

delle specie finora esaminate. Gli intervalli di maggiore abbondanza si riscontrano nella parte inferiore della carota, al di sotto del sapropel S-9, e nella parte alta tra 154-75 cm; i valori massimi (massimo assoluto = 43,6% a 412 cm) non coincidono generalmente con quelli degli altri indicatori paleoclimatici. Essi sono piuttosto confrontabili con le percentuali riscontrate nei sedimenti di fondo del Mediterraneo occidentale (>20%), le quali sono molto più alte di quelle del Mediterraneo orientale (<1%) (Thunell, 1978); *G. inflata* è invece assente o estremamente scarsa in coincidenza delle più forti escursioni, positive o negative, della curva climatica. Questo andamento sembra confermare il suo significato come indicatore di acque temperate, mentre la sua abbondanza potrebbe indicare acque più ricche di nutrienti e di fitoplancton, cibo preferenziale delle specie non-spinose, alle quali appartiene appunto *G. inflata* (Hemleben & Spindler, 1983; Hemleben et al., 1985).

### Gasteropodi planctonici (Thecosomata Euthecosomata e Heteropoda).

I Gasteropodi planctonici rappresentano un altro gruppo di organismi estremamente utile per gli studi paleoclimatici condotti su sedimenti quaternari del Mediterraneo (Colantoni et al., 1970; Di Geronimo, 1970; Pastouret, 1970; Herman, 1971, 1973; Rampal, 1975; Torelli & Buccheri, 1983; Grecchi, 1984; Corselli & Grecchi, 1987; Grecchi & Bertolotti, in stampa) o su sedimenti neogenici (Robba, 1971, 1977; Marasti & Raffi, 1976; Grecchi, 1975, 1981), in cui sono generalmente meno ben conservati a causa della natura aragonitica del guscio.

Essi sono infatti direttamente influenzati dalle variazioni di temperatura, oltre che di salinità, di quantità di nutrienti ed ossigeno. In particolare i *Thecosomata Euthecosomata* includono il maggior numero di indicatori climatici: *Limacina inflata* predilige acque calde, subtropicali, a profondità tra - 200/-1000 m (Van Der Spoel, 1967; Furnestin, 1979); anche *Limacina trochiformis* è una specie di acque calde, tipicamente tropicale, epipelagica. *Limacina retroversa* è una tipica specie fredda, subartica, epipelagica, probabilmente legata anche a condizioni di ridotta salinità (Blanc-Vernet et al., 1979). Molte specie sono invece euriterme e perciò meno significative per l'analisi paleoclimatica (*Clio pyramidata*, *C. cuspidata*, *Creseis virgula*, *C. acicula*); altre, come *Hyalocylis striata*, forma mesopelagica, sembrano invece legate a correnti profonde e possono quindi fornire informazioni sulla paleocircolazione (Furnestin, 1979).

Gli *Heteropoda* sono meno sensibili alle variazioni di temperatura, più legati, negli stadi larvali, all'andamento delle correnti oceaniche (Van Der Spoel, 1976).

La distribuzione di *Euthecosomata* e *Heteropoda* nella carota BAN 84-27 è discontinua, limitata ad alcuni campioni; essa è rappresentata in Tab. 1, in cui è stata evidenziata anche l'abbondanza relativa dei singoli taxa. La distribuzione verticale delle specie calde (*Limacina inflata*, *L. trochiformis*) e fredde (*L. retroversa*) è direttamente correlabile con la curva climatica ottenuta dai Foraminiferi planctonici (Fig. 3). A partire dal basso della carota, nel sapropel S-9 (363 cm), caldo, si nota la presenza di *Limacina inflata*, specie calda, insieme ad altre euriterme (*Clio pyramidata*, *Creseis acicula* ecc.). Forme calde (*L.*

Taxa	Campioni	25 cm	35 cm	174 cm	184 cm	214 cm	224 cm	234 cm	244 cm	254 cm	263 cm	343 cm	353 cm	363 cm	462 cm
		<i>Atlanta</i> sp. (stadio adulto)		•	•	•									•
<i>Atlanta</i> sp. (stadio larvale)		•	●	•	•	•	•	●	●	●	•		•		•
<i>Cavolinia inflexa</i> (Lesueur)		•													
<i>Cavolinia</i> sp.		•		•	•								•	•	
<i>Clio cuspidata</i> (Bosc)				•	•								•	•	
<i>Clio pyramidata</i> Linnaeus		●	●	●	●	•	•	•			•		●	•	
<i>Creseis acicula</i> (Rang)			•	•											
<i>Creseis virgula</i> (Rang)		•		•		•	•				•		●	•	
<i>Diacria quadridentata</i> (ms. Lesueur) (De Blainv.)					•										
<i>Diacria trispinosa</i> (ms. Lesueur) (De Blainv.)		•	•	•		•							•		
<i>Gleba cordata</i> (ms. Forskal) Niebuhr				•			•		•						
<i>Hyalocylis striata</i> (Rang)				•											
<i>Limacina bulimoides</i> (d' Orbigny)		•													
<i>Limacina inflata</i> (d' Orbigny)		●	●	•		•		•			•		•	•	
<i>Limacina retroversa</i> (Fleming)						●	•	•	•	•		•		•	
<i>Limacina trochiformis</i> (d' Orbigny)			•	•									•		
<i>Oxygyrus keraudreni</i> (Lesueur)				•	•		•								•
<i>Peraclis</i> sp.				•											

Tab. 1 - Distribuzione e abbondanza relativa dei principali taxa di Gasteropodi planctonici (Thecosomata Euthecosomata e Heteropoda) rinvenuti nella carota BAN 84-27. ● = abbondante, • = comune, • = presente.

*inflata*, *Cavolinia inflexa*) sono molto più abbondanti, in un'associazione ricca e ben diversificata (abbondante *Clio pyramidata*, comune *Cavolinia* sp., presenza di *Limacina bulimoides* ecc.) anche nel sapropel S-1 (25 cm), ugualmente caldo, caratterizzato nel Mediterraneo orientale da frequenti Gasteropodi planctonici (Grecchi & Bertolotti, in stampa).

Come si può notare in Tab. 1, le faune rinvenute in intervalli freddi sono invece molto più povere, sia in numero di individui che di specie. In particolare nel sapropel S-8 (343 cm) sono conservati solo rari gusci di *L. retroversa*, specie indicativa di acque fredde. La presenza di questa specie sembra in accordo con l'associazione a Foraminiferi (abbondanti *Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma*, rare *Orbulina universa* ecc.) e con le alte percentuali di *N. eggeri*, specie probabilmente indicativa di ridotta salinità e/o condizioni di risalita (Srinivasan & Kennett, 1976), riscontrate in questo sapropel. Nell'intervallo freddo immediatamente precedente il sapropel S-5 (234 cm, 244 cm, 254 cm, 263 cm) *Euthecosomata* e *Heteropoda* sono comuni e poco più diversificati (*Clio pyramidata*, *Creseis virgula* ecc.); la fauna è dominata nettamente da *L. retroversa* e da gu-

sci larvali di *Atlanta* sp., comuni o abbondanti in vari campioni.

**Discussione e correlazioni.**

L'insieme di queste osservazioni sembra indicare che i sedimenti basali della carota BAN 84-27 si siano depositati durante un periodo climatico temperato, con limitate

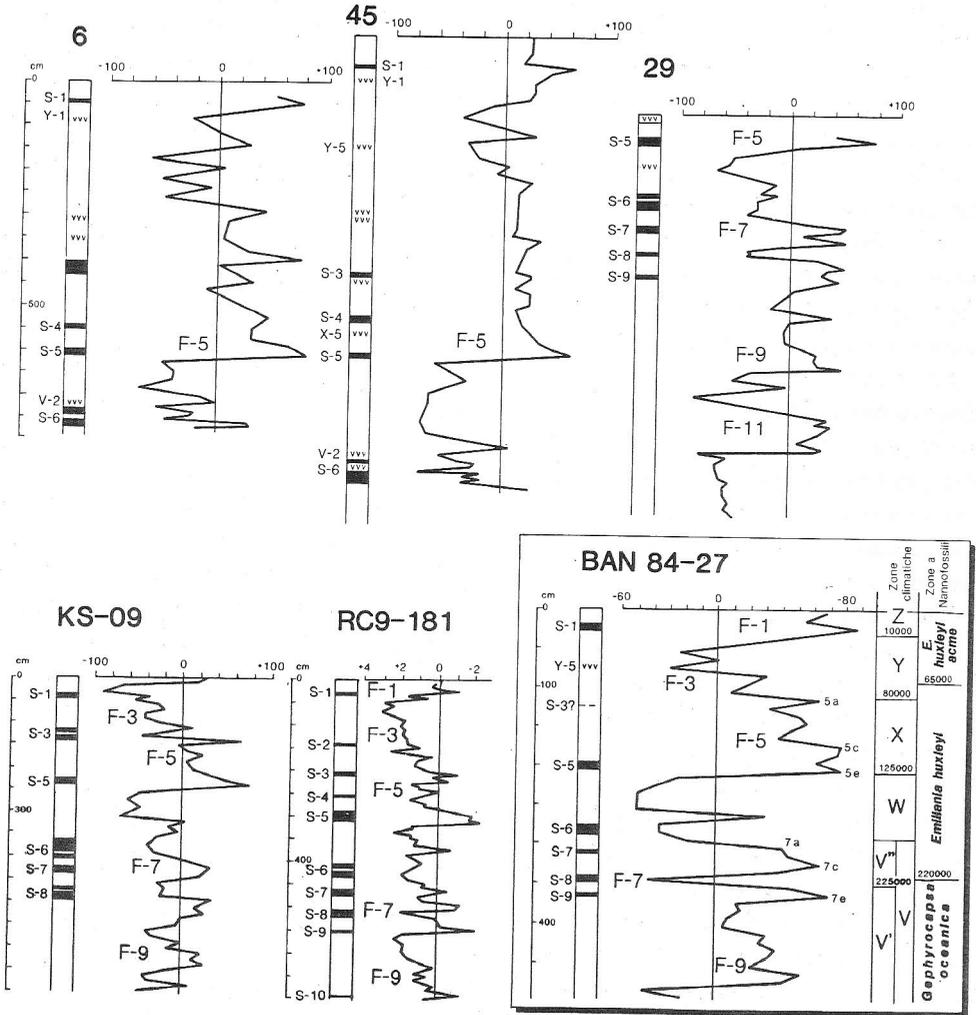


Fig. 5 - Confronto tra le colonne litologiche e le curve climatiche delle carote 6 e 45 (Area 4), 29 (Area 3), della parte superiore delle carote KS-09, RC9-181 e la carota BAN 84-27. A destra dell'ultima curva sono indicate le Zone climatiche di Ericson & Wollin (1968), le età assolute calcolate per alcuni dei loro limiti e le Zone a nannofossili calcarei (Parisi et al., 1987); alla sua sinistra gli stadi isotopici (Emiliani, 1966). Nella carota BAN 84-27 sono stati distinti anche alcuni sottostadi (5a, 5c, 5e e 7a, 7c, 7e) (Shackleton, 1967).

ma abbastanza frequenti oscillazioni di verso opposto. In concomitanza con la deposizione dei sapropels S-9, S-7, caldi, e dei sapropels S-8, S-6, freddi, si osservano drastiche variazioni delle condizioni paleoclimatiche, con rapidi passaggi da fasi calde a fredde. Il miglioramento climatico, al cui inizio è avvenuta la deposizione del sapropel S-5, risulta particolarmente rapido, con forte riduzione degli indicatori freddi ed opposto aumento di quelli caldi; esso è correlabile con la transizione glaciale/interglaciale dallo stadio 6 allo stadio 5, indicata anche come Terminazione II e datata radiometricamente a circa 125.000 a. B.P. (Broecker & van Donk, 1970). Il lungo intervallo caldo seguente passa gradualmente ad un clima temperato, in cui *Globorotalia inflata* torna ad essere abbondante; si arriva infine ad una fase decisamente fredda, in cui si è deposto il livello cineritico determinato come Y-5 (Parisi, 1987). La parte sommitale della carota documenta il ritorno ad un clima caldo (Terminazione I), durante la cui fase di optimum è avvenuta la deposizione del sapropel S-1.

La curva climatica ottenuta dalla carota BAN 84-27 risulta ben confrontabile con quelle di altre carote del Mediterraneo orientale, ricordate in precedenza e riportate in Fig. 5. La loro ubicazione è indicata in Fig. 1. Queste carote di riferimento e di confronto sono state scelte in base al criterio di un approccio micropaleontologico simile (Area Cobblestone 3, carota 29; Area Cobblestone 4, carote 6, 45) e/o anche per la particolare rappresentatività (KS-09, RC9-181). In Fig. 5 è riportata solo la parte superiore di queste due ultime carote. Da questi confronti risulta che la carota BAN 84-27 ha avuto un recupero più limitato rispetto a quello delle carote KS-09 e RC9-181. In particolare essa appare molto più condensata o lacunosa, contenendo in soli 496 cm la documentazione sedimentaria di numerosi episodi anossici. È infatti conservata la maggior parte dei sapropels da S-9 a S-1; mancano solo i sapropels S-4 e S-2, mentre il sapropel S-3 è probabilmente presente ma non sicuramente documentato a livello litologico. La scarsa, ma per lo più indisturbata, sedimentazione nella carota BAN 84-27 potrebbe essere legata alla batimetria inferiore da cui è stata ottenuta; la carota proviene infatti da un bacino relativamente elevato, a 2050 m, mentre le altre carote sono state prelevate a profondità superiori, tra -2286 m (RC9-181) e -3466 m (carota 45, Area 4).

Il materiale vulcanico risulta inoltre molto più scarso nella carota BAN 84-27; è presente infatti un solo sottile livello cineritico a 75-77 cm, correlato al tephra Y-5 (Ischia-Tephra), datato a circa 40.000 a. B.P. (Delitala et al., 1974; Cita et al., 1977). Nelle carote di riferimento i tephra sono invece più numerosi e spessi.

Questa scarsità di materiale vulcanico potrebbe essere dovuta: 1) ad una assenza di deposizione, in un'area non interessata dai venti trasportanti le ceneri; 2) oppure potrebbe essere stata determinata dallo scivolamento verso fondali profondi dei materiali vulcanici da poco deposti in posizione più elevata (Bacino Katia).

Anche l'assenza di alcuni sapropels, in particolare del sapropel S-4 generalmente conservato, e il ridotto spessore della successione fanno ipotizzare variazioni nella velocità di sedimentazione e lacune sedimentarie, messe forse anche in evidenza da un probabile contatto erosionale a 65 cm, poco sopra il tephra Y-5.

In base infine all'andamento della curva climatica ed al confronto con le altre cur-

ve di riferimento (v. sopra) è stato possibile distinguere gli Stadi faunistici caldi, indicati con numeri dispari (Cita et al., 1977) da 1 a 9; nello Stadio 5 sono evidenti i sottostadi 5a e 5e e probabilmente il sottostadio 5c (Shackleton, 1967); nello Stadio 7 si notano il sottostadio 7a, sopra il sapropel S-7, il sottostadio 7c ed il sottostadio 7e, in corrispondenza del sapropel S-9.

È stato possibile distinguere anche le Zone climatiche (Ericson & Wollin, 1968) Z, Y, X, W e V (Fig. 5). Quest'ultima (V) inoltre ha potuto essere suddivisa nelle sottozone V'' e V', proposte da Parisi & Cita (1982) in riferimento alle variazioni quantitative dei Foraminiferi bentonici; il limite tra le due sottozone, datato a 225.000 a. B.P., è stato posto al di sotto del sapropel S-8, come indicato dalle Autrici. Sono state proposte inoltre le correlazioni con gli Stadi isotopici (Emiliani, 1966) e con le Zone a nannofossili calcarei (Parisi et al., 1987) (Fig. 5).

L'aumento nella frequenza dei Foraminiferi planctonici, in particolare di specie fitofaghe viventi fino a -800/-1000 m, come *Globorotalia inflata*, *G. truncatulinoides*, durante gli intervalli temperati e temperato-caldi, potrebbe forse essere correlato a modificazioni della circolazione delle acque, del gradiente termico tra acque superficiali e profonde e/o ad inversione degli scambi con l'Atlantico (Mars, 1963; Bonifay, 1983). Inoltre le modificazioni nella disponibilità di nitrati e fosfati e nella diffusione del fitoplancton sono fattori, ancora poco quantificati, che influenzano la distribuzione delle specie planctoniche (Bé et al., 1977; Hemleben & Spindler, 1983; Hemleben et al., 1985) e che potrebbero aver controllato le variazioni di frequenza di *G. inflata*.

## Conclusioni.

Lo studio quantitativo delle microfaune a Foraminiferi planctonici della carota BAN 84-27 ha messo in evidenza le oscillazioni climatiche, che hanno interessato una zona della Dorsale Mediterranea prossima al Bacino Katia (Mediterraneo orientale) durante parte del Pleistocene medio p.p. fino all'Olocene.

Oltre alla curva climatica, costruita con metodologia già applicata su carote del Mediterraneo orientale, anche le variazioni del diametro di *Orbulina universa* risultano particolarmente significative, con un andamento direttamente correlabile a quello della prima curva.

Le associazioni a Gasteropodi planctonici, particolarmente ricche nel sapropel S-1, mostrano variazioni direttamente correlabili a quelle delle associazioni a Foraminiferi ed ugualmente modulate dal clima: esse sono formate infatti da specie differenti negli intervalli climatici caldi e freddi, con predominanza di specie calde (*Limacina inflata*) nei primi, fredde (*L. retroversa*) nei secondi.

La carota in esame conserva, in meno di 5 m di spessore, una successione quasi completa dei sapropels da S-1 fino a S-9, con l'eccezione dei sapropels S-2 ed S-4; contiene inoltre un livello cineritico, identificato come Y-5 e datato a 40.000 a. B.P. Offre quindi un buon numero di orizzonti litostratigrafici utilizzabili per le correlazioni con aree limitrofe.

La curva climatica ottenuta dai Foraminiferi planctonici risulta ben correlabile con quelle ricavate per l'Area Cobblestone 3 (carota EASTW 29), per l'Area Cobblestone 4 (carote EASTW 6, 45), per le carote KS-09 e RC9-181. In particolare la carota BAN 84-27 risulta comprensiva di tutto l'intervallo sedimentario delle carote EASTW 6 e 45, di buona parte di quello della carota EASTW 29 e corrisponde alla parte superiore della carota KS-09 e RC9-181. A differenza delle precedenti sembra però molto più lacunosa e/o condensata, probabilmente per l'ubicazione di prelievo a minore profondità, sul bordo della Dorsale Mediterranea.

È stato possibile riconoscere gli stadi faunistici corrispondenti a quelli isotopici da 1 fino a 9, i sottostadi 5a, 5c, 5e, 7a, 7c e 7e; sono stati correlati inoltre alle zone climatiche da Z a V, distinta nelle sottozone V'' e V'.

La velocità media di sedimentazione, calcolata assumendo come riferimento il limite tra le sottozone V'' e V' a 225.000 a. B.P., è molto bassa, circa 1,5 cm/1000 anni, tipica di aree elevate; essa è confrontabile con quella calcolata intorno a 2-3 cm/1000 anni sulla Dorsale Mediterranea (Maldonado & Stanley, 1976). Per una velocità media di sedimentazione di 1,5 cm/1000 a., la carota BAN 84-27 potrebbe rappresentare approssimativamente un intervallo di tempo di circa 320.000 anni.

Tuttavia la velocità di sedimentazione non risulta costante nel tempo, ma è notevolmente più alta nella zona climatica X (2,1 cm/1000 a.), inferiore nella zona Y (1,1 cm/1000 a.). Questo basso valore nella zona Y, in concomitanza con la presenza di un probabile livello erosionale nella porzione corrispondente della carota, di un solo livello cineritico, oltre all'assenza di alcuni livelli sapropelitici (S-2 ed S-4), porta ad ipotizzare l'esistenza di una o forse anche più lacune nella sedimentazione della carota BAN 84-27, compatibili con la sua posizione batimetrica al margine superiore del Bacino Katia.

#### *Ringraziamenti.*

Le autrici desiderano ringraziare vivamente la Prof. M.B. Cita per aver messo a loro disposizione il materiale studiato; le Prof. L. Bonfiglio, I. Premoli Silva e la Dott. E. Parisi per i preziosi consigli; il Dott. G. Grecchi per l'insostituibile aiuto nella determinazione dei Gasteropodi; Sergio Antico, Giovanni Chiodi ed Agostino Rizzi per il supporto tecnico.

Il manoscritto è stato criticamente rivisto dalle Prof. M.B. Cita, I. Premoli Silva e C. Rossi Ronchetti.

La ricerca è stata finanziata con fondi M.P.I. 40% (responsabile Prof. L. Bonfiglio) e con fondi M.P.I. 60% (responsabile Prof. M.B. Cita).

## BIBLIOGRAFIA

- Bé A.W.H., Anderson O.R., Spindler M., Hacunda J. & Tuntivate-Choy S. (1977) - Laboratory and field observations of living planktonic foraminifera. *Micropaleont.*, v. 23, pp. 155-179, Washington.
- Bé A.W.H. & Tonderlund D.S. (1971) - Distribution and ecology of living planktonic Foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans. In Funnell B.M. & Riedel W.R. (Eds.) - *The Micropaleontology of the Oceans*, pp. 105-149, 27 fig., Cambridge Press, Cambridge.
- Blanc-Vernet L., Chamley H. & Froget C. (1979) - Analyse paléoclimatique d'une carotte de la Méditerranée nord-occidentale. Comparaison entre les résultats de trois études: Foraminifères, Pteropodes, fraction sédimentaire issue du continent. *Paleogeogr., Paleoclimat., Paleocol.*, v. 26, pp. 215-235, 15 fig., Amsterdam.
- Blanc-Vernet L. & Pastouret L. (1969) - Précisions sur la valeur du Foraminifère *Globorotalia inflata* (d'Orb.) comme critère climatique en Méditerranée. *Tethys*, v. 1, n. 2, pp. 535-538, 1 fig., Marseille.
- Blechs Schmidt G., Cita M.B., Mazzei R. & Salvatorini G. (1982) - Stratigraphy of the Western Mediterranean and Southern Calabrian Ridges, Eastern Mediterranean. *Mar. Micropaleont.*, v. 7, pp. 101-134, 10 fig., Amsterdam.
- Bonifay E. (1983) - Approche paléocéologique et paléoclimatique du Pleistocène méditerranéen. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine*, n. 34, pp. 187-198, 3 fig., Bordeaux.
- Broecker W.S. & van Donk J. (1970) - Isolation changes, ice volumes and the 18-O record in deep-sea cores. *Rev. Geophys. Space Phys.*, v. 8, n. 1, pp. 169-199, 6 fig., Washington.
- Calvert S.E. (1983) - Geochemistry of Pleistocene sapropels and associated sediments from the Eastern Mediterranean. *Ocean. Acta*, v. 6, n. 3, pp. 255-267, 10 fig., Paris.
- Camerlenghi A. & Cita M.B. (1987) - Setting and tectonic evolution of some Eastern Mediterranean deep-sea basins. *Mar. Geol.*, v. 75, pp. 31-55, 19 fig., Amsterdam.
- Cita M.B., Broglia C., Malinverno A., Spezzi Bottiani G., Tomadin L. & Violanti D. (1982) - Late Quaternary pelagic sedimentation on the Southern Calabrian Ridge and Western Mediterranean Ridge, Eastern Mediterranean. *Mar. Micropaleont.*, v. 7, pp. 135-162, 1 tav., 14 fig., Amsterdam.
- Cita M.B., Chierici M.A., Ciampo G., Moncharmont Zei M., D'Onofrio S., Ryan W.B.F. & Scorzello R. (1973) - The Quaternary Record in the Tyrrhenian and Ionian basins of the Mediterranean Sea. In Ryan W.B.F., Hsu K.J. et al. (Eds.) - *Init. Repts. DSDP*, v. 13, pp. 1263-1339, 20 tav., 14 fig., Washington.
- Cita M.B., Vergnaud-Grazzini C., Robert C., Chamley H., Ciaranfi N. & D'Onofrio S. (1977) - Paleoclimatic record of a long deep sea core from the Eastern Mediterranean. *Quatern. Res.*, v. 8, pp. 205-235, 11 fig., Washington.
- Cita M.B. & Zocchi M. (1978) - Distribution patterns of Benthic Foraminifera on the floor of the Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, v. 1, pp. 445-462, 3 tav., 10 fig., Paris.
- Colantoni P., Padovani A. & Tampieri R. (1970) - Ricerche geologiche preliminari nel Mar Tirreno. XI. Molluschi. *Giorn. Geol.*, v. 37, n. 1, pp. 163-188, 3 tav., 1 fig., Bologna.
- Colombo M.R. & Cita M.B. (1980) - Changes in size and test porosity of *Orbulina universa* d'Orbigny in the Pleistocene record of Cape Bojador (DSDP Site 397), Eastern North Atlantic. *Mar. Micropaleont.*, v. 5, n. 1, pp. 13-29, 11 fig., Amsterdam.
- Corselli C. & Grecchi G. (1987) - Considerazioni su una popolazione di *Cavolinia gibbosa gibbosa* del Mediterraneo orientale. *Boll. Malacologico*, v. 23, n. 1-4, pp. 83-91, 1 tav., Milano.

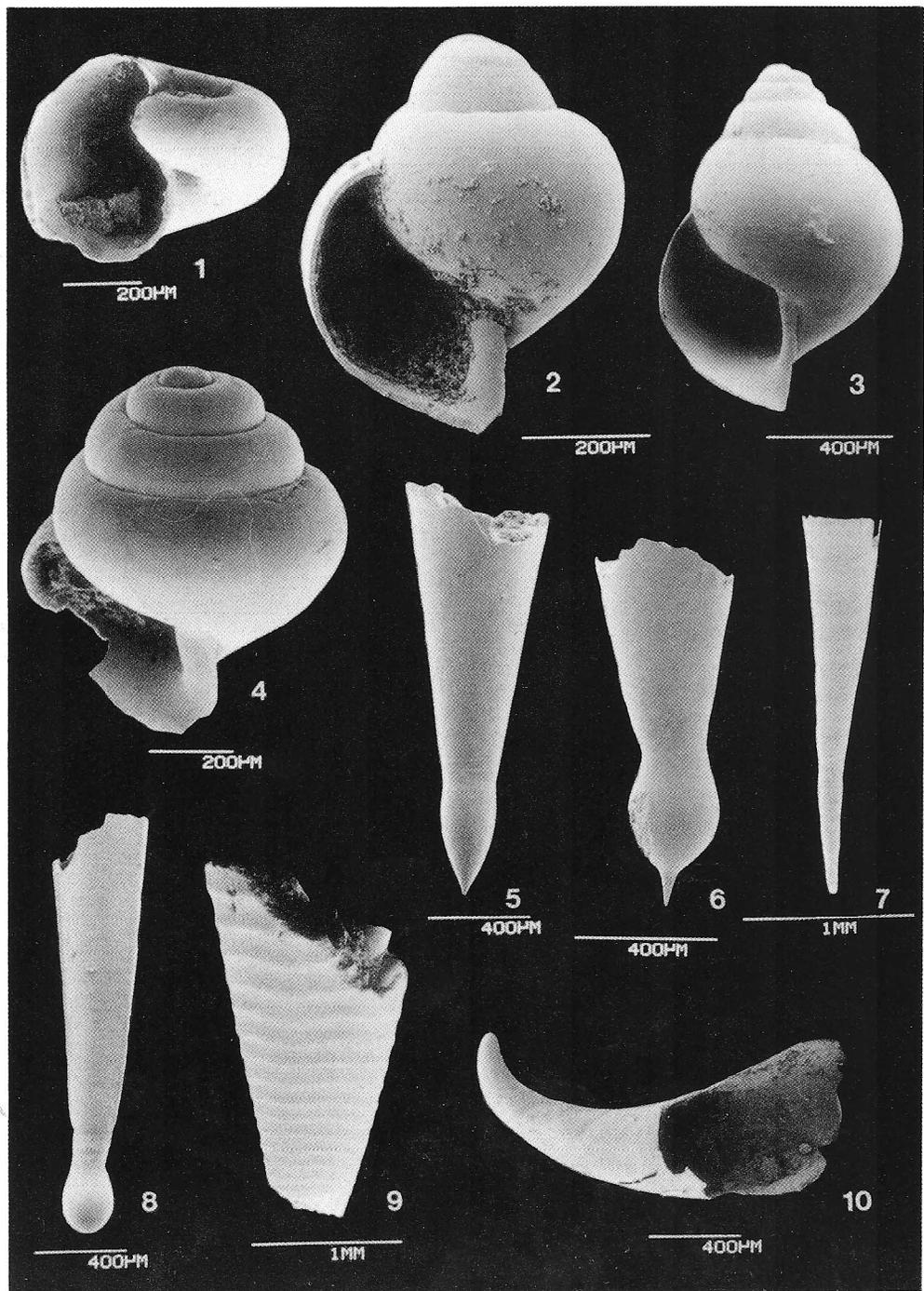
- Delitala M.C., Federici C. & Taddeucci A. (1974) - U and Th isotopes in minerals from the Citara-Serrara-Fontana Tuff (Ischia Island, Italy). *Bull. Volcanol.*, v. 38, pp. 1015-1022, 2 fig., Napoli.
- Di Geronimo I. (1970) - Heteropoda e Pteropoda Thecosomata in sedimenti abissali recenti dello Jonio. *Thalassia Salentina*, n. 4, pp. 41-115, 7 tav., Galatina.
- Emiliani C. (1966) - Paleotemperature analysis of Caribbean cores P 6304-8 and P 6304-9 and generalized temperature curve for the last 425,000 years. *Journ. Geol.*, v. 74, pp. 109-126, 7 fig., Chicago.
- Erba E., Parisi E. & Cita M.B. (1987) - Stratigraphy and sedimentation in the western Strabo Trench, Eastern Mediterranean. *Mar. Geol.*, v. 75, pp. 57-75, 10 fig., Amsterdam.
- Ericson D.B. & Wollin W. (1968) - Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. *Science*, v. 162, pp. 1227-1234, 3 fig., New York.
- Furnestin M.L. (1979) - Planktonic molluscs as hydrological and ecological indicators. In Van Der Spoel S. et al. (Eds.) - Pathways in Malacology, pp. 175-190, Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht.
- Grecchi G. (1975) - Pteropoda fossili a Castell'Arquato. *Conchiglie*, v. 11, n. 11-12, pp. 225-232, 1 tav., Milano.
- Grecchi G. (1981) - Pteropodi pliocenici dell'Italia settentrionale. *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 87, n. 4, pp. 703-738, 3 tav., 5 fig., Milano.
- Grecchi G. (1984) - Molluschi planctonici e bentonici in sedimenti sapropelitici del Quaternario della Dorsale Mediterranea. *Boll. Malacologico*, v. 20, n. 1-4, pp. 1-34, 3 tav., 4 fig., Milano.
- Grecchi G. & Bertolotti M.G. (in stampa) - Interpretazione paleoclimatica della carota CG18-BAN-82 basata sull'analisi di Thecosomata Euthecosomata del Quaternario del Mediterraneo orientale. *Boll. Mus. Reg. Sc. Nat., Torino*.
- Hemleben C. & Spindler M. (1983) - Recent advances in research on living planktonic Foraminifera. In Meulenkamp E. (Ed.) - Reconstruction of marine paleoenvironments. *Utrecht Micropaleont. Bull.*, n. 30, pp. 141-170, 4 tav., 7 fig., Utrecht.
- Hemleben C., Spindler M., Breitinger I. & Deuser W.G. (1985) - Field and laboratory studies on the ontogeny and ecology of some Globorotaliid species from the Sargasso Sea off Bermuda. *Journ. Foram. Res.*, v. 15, n. 4, pp. 254-272, 3 tav., 24 fig., Washington.
- Herman Y. (1971) - Quaternary climatic changes in the Eastern Mediterranean as recorded by Pteropods and planktonic Foraminifers. *Proceed. II Plankt. Conf., Roma 1970*, pp. 611-647, 12 tav., 9 fig., Tecnoscienza, Roma.
- Herman Y. (1973) - Preliminary pteropod results from the Mediterranean Sea. In Ryan W.B.F., Hsu K.J. et al. (Eds.) - *Init. Repts. DSDP*, v. 13, pp. 993-996, Washington.
- Huang T.C. & Stanley D.J. (1972) - Western Alboran Sea: sediment dispersal, ponding and reversal of currents. In Stanley D.J. (Ed.) - *The Mediterranean Sea*, pp. 521-559, 18 fig., Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg.
- Keller J., Ryan W.B.F., Ninkovich D. & Altherr R. (1978) - Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200,000 yr as recorded in deep-sea sediments. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 89, pp. 591-604, 16 fig., Boulder.
- Kennett J.P. & Srinivasan M.S. (1983) - Neogene Planktonic Foraminifera. A Phylogenetic Atlas. V. di 265 pp., 61 tav., 25 fig., Hutchinson Ross Publ. Company, Stroudsburg.
- Kidd R.B., Cita M.B. & Ryan W.B.F. (1978) - Stratigraphy of Eastern Mediterranean sapropel sequences recovered during DSDP Leg 42A and their paleoenvironmental significance. In Hsu K.J., Montadert L. et al. (Eds.) - *Init. Repts. DSDP*, v. 42A, pp. 421-443, 13 fig., Washington.

- Mairani A. (1987) - Variazioni del diametro di *Orbulina universa* in due carote di mare profondo del Mediterraneo orientale. Significato paleoclimatico. *Tesi ined., Univ. Milano*, 200 pp., 21 fig., Milano.
- Maldonado A. & Stanley D.J. (1976) - The Nile Cone: submarine fan development by cyclic sedimentation. *Mar. Geol.*, v. 20, pp. 27-40, Amsterdam.
- Marasti R. & Raffi S. (1976) - Osservazioni biostratigrafiche sulla malacofauna del Piacenziano di Maiatico (Parma, Emilia occidentale). *Boll. Soc. Paleont. It.*, v. 15, n. 2, pp. 189-214, 2 tav., Modena.
- Mars P. (1963) - Les faunes et la stratigraphie du Quaternaire méditerranéen. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume, Bull.*, v. 28, n. 46, pp. 61-97, Endoume.
- McCoy F. (1974) - Late Quaternary sedimentation in the Eastern Mediterranean Sea. *Pb. D. Diss., Harvard Univ.*, 132 pp., Cambridge (Mass.).
- Nesteroff W.D., Olive P., Rossignol-Strick M. & Vergnaud-Grazzini C. (1980) - La dernière période de stagnation en Méditerranée orientale: âge et déterminisme climatique. *XXVII Congr. Ass. Plen.*, Cagliari
- Olausson E. (1960) - Sediment cores from the Mediterranean Sea and Red Sea. *Repts. Swedish Deep-sea Exped. 1947-1948*, v. 8, n. 3, pp. 287-321, 21 tav., 31 fig., Goteborg.
- Olausson E. (1961) - Studies of deep-sea cores. *Repts. Swedish Deep-sea Exped. 1947-1948*, v. 8, n. 4, pp. 323-438, Goteborg.
- Parisi E. (1982) - Distribuzione dei Foraminiferi bentonici in una carota della Dorsale Mediterranea (Pleistocene medio e superiore). *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 88, n. 4, pp. 641-677, 2 tav., 6 fig., Milano.
- Parisi E. (1985) - *Ellipsopolymorphina fragilis* nuova specie di Foraminifero bentonico del Pleistocene mediterraneo. *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 91, n. 3, pp. 425-436, 2 tav., 1 fig., Milano.
- Parisi E. (1987) - Evoluzione paleoclimatica e paleoambientale del Mediterraneo orientale dal Pleistocene all'Attuale. *Tesi di Dottorato, Univ. Milano*, 413 pp., 8 tav., 85 fig., Milano.
- Parisi E. & Cita M.B. (1982) - Late Quaternary paleoceanographic changes recorded by deep-sea benthos in the Western Mediterranean Ridge. *Geogr. Fis. Dinam. Quatern.*, v. 5, pp. 102-114, 8 fig., Torino.
- Parisi E., Erba E. & Cita M.B. (1987) - Stratigraphy and sedimentation in the anoxic Bannock Basin (Eastern Mediterranean). *Mar. Geol.*, v. 75, pp. 93-117, 12 fig., Amsterdam.
- Parker F.L. (1958) - Eastern Mediterranean Foraminifera. *Repts. Swedish Deep-Sea Exped. 1947-1948*, v. 8, n. 4, pp. 219-283, 6 tav., 6 fig., Goteborg.
- Pastouret L. (1970) - Etude sédimentologique et paléoclimatique des carottes prélevées en Méditerranée orientale. *Tethys*, v. 2, n. 1, pp. 227-266, 16 fig., Marseille.
- Rampal J. (1975) - Les Thécosomes (Mollusques pélagiques). Systématique et évolution. Ecologie et biogéographie méditerranéennes. *Thèse, Univ. Provence*, 485 pp., 99 fig., 15 tab., Marseille.
- Robba E. (1971) - Associazioni a Pteropodi della Formazione di Cessole (Langhiano). *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 77, n. 1, pp. 19-126, 5 tav., 9 fig., Milano.
- Robba E. (1977) - Pteropodi serravalliani delle Langhe (Piemonte). *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 83, n. 3, pp. 575-640, 9 tav., 7 fig., Milano.
- Rossignol-Strick M. (1983) - African Monsoons, an immediate climate response to orbital insolation. *Nature*, v. 304, n. 5921, pp. 46-49, Basingstoke.
- Rossignol-Strick M., Nesteroff W., Olive P. & Vergnaud-Grazzini C. (1982) - After the deluge: Mediterranean stagnation and sapropel formation. *Nature*, v. 295, n. 5845, pp. 105-110, Basingstoke.

- Ruddimann W.F. (1971) - Pleistocene sedimentation in the equatorial Atlantic: stratigraphy and climatology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 82, pp. 283-302, 14 fig., Boulder.
- Ryan W.B.F. (1972) - Stratigraphy of Late Quaternary sediments in the Eastern Mediterranean. In Stanley D.J. (Ed.) - *The Mediterranean Sea*, pp. 149-170, 9 fig., Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg.
- Ryan W.B.F., Hsu K.J. et al. (1973) - Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, v. 13, pt. 1-2, 1447 pp., U.S. Government Printing Office, Washington.
- Ryan W.B.F., Kastens K.A. & Cita M.B. (1982) - Geological evidence concerning compressional tectonics in the Eastern Mediterranean. In Le Pichon X. et al. (Eds.) - *Geodynamic of the Hellenic Arch and Trench*, *Tectonophysics*, v. 86, pp. 213-242, 10 fig., Amsterdam.
- Shackleton N.J. (1967) - Oxygen isotope analysis and Pleistocene temperatures re-assessed. *Nature*, v. 218, pp. 79-80, Basingstoke.
- Siddi F. (1986) - Variazioni del contenuto in carbonato di calcio in alcune carote del Mediterraneo orientale in relazione alle variazioni climatiche durante il tardo Quaternario. *Sottotesi ined., Univ. Milano*, 59 pp., 16 fig., Milano.
- Srinivasan M.S. & Kennett J.P. (1976) - Evolution and phenotypic variation in the Late Cenozoic *Neoglobobulimina dutertrei* plexus. In Takayanagi Y. & Saito T. (Eds.) - *Progress in Micropaleontology*, pp. 329-355, 8 tav., *Am. Mus. Nat. Hist., Micropaleont. Press*, Washington.
- Thunell R.C. (1978) - Distribution of recent planktonic Foraminifera in surface sediments of the Mediterranean Sea. *Mar. Micropaleont.*, v. 3, n. 2, pp. 147-173, 1 tav., 24 fig., Amsterdam.
- Thunell R.C., Williams D.F. & Cita M.B. (1983) - Glacial anoxia in the Eastern Mediterranean. *Journ. Foram. Res.*, v. 13, n. 4, pp. 283-290, 5 fig., Lawrence.
- Thunell R.C., Williams D.F. & Kennett J.P. (1977) - Late Quaternary paleoclimatology, stratigraphy and sapropel history in Eastern Mediterranean deep-sea sediments. *Mar. Micropaleont.*, v. 2, pp. 371-388, 9 fig., Amsterdam.
- Torelli L. & Buccheri G. (1983) - Le associazioni a Pteropodi del Pleistocene mediterraneo. I. Analisi paleoclimatica della Carota N. 1 del Pozzo DSDP 125 (Leg 13). *Geol. Rom.*, v. 22, pp. 157-175, 3 tav., 6 fig., Roma.
- Van Der Spoel S. (1967) - Euthecosomata a group with remarkable developmental stages (Gastropoda, Pteropoda). V. di 375 pp., 366 fig., J. Noord. En Zoo N. V., Gorinchem.
- Van Der Spoel S. (1976) - Pseudothecosomata, Gymnosomata and Heteropoda (Gastropoda). V. di 484 pp., 246 fig., Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht.
- Vergnaud-Grazzini C., Ryan W.B.F. & Cita M.B. (1977) - Stable isotopic fractionation, climate changes and episodic stagnation in the Eastern Mediterranean during the Late Quaternary. *Mar. Micropaleont.*, v. 2, pp. 353-370, 7 fig., Amsterdam.
- Violanti D., Parisi E. & Erba E. (1987) - Fluttuazioni climatiche durante il Quaternario nel Mar Tirreno, Mediterraneo occidentale (carota PC-19 BAN 80). *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 92, n. 4, pp. 515-570, 3 tav., 12 fig., Milano.
- Vismara Schilling A. (1986) - Foraminiferi bentonici profondi associati ad eventi anossici del Pleistocene medio e superiore nel Mediterraneo orientale. *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 92, n. 1, pp. 103-148, 2 tav., 9 fig., Milano.

## TAVOLA 51

- Fig. 1 - *Limacina inflata* (d'Orbigny). Carota BAN 84-27, 25 cm.  
Fig. 2 - *Limacina trochiformis* (d'Orbigny). Carota BAN 84-27, 35 cm.  
Fig. 3 - *Limacina bulimoides* (d'Orbigny). Carota BAN 84-27, 25 cm.  
Fig. 4 - *Limacina retroversa* (Fleming). Carota BAN 84-27, 224 cm.  
Fig. 5 - *Clio pyramidata* Linnaeus. Carota BAN 84-27, 35 cm.  
Fig. 6 - *Clio cuspidata* (Bosc). Carota BAN 84-27, 174 cm.  
Fig. 7 - *Creseis virgula* (Rang). Carota BAN 84-27, 25 cm.  
Fig. 8 - *Diacria trispinosa* (ms. Lesueur) (De Blainville). Carota BAN 84-27, 35 cm.  
Fig. 9 - *Hyalocylis striata* (Rang). Carota BAN 84-27, 174 cm.  
Fig. 10 - *Cavolinia inflexa* (Lesueur). Carota BAN 84-27, 25 cm.



## Recensioni

### PUBBLICAZIONI DI CARATTERE GENERALE

Dyson F. J. (1985) - **Origins of life**. Vol. di 81 pp., 5 fig., *Cambridge University Press*, \$ 7.95, Cambridge.

Cairns - Smith A. G. (1985) - **Seven clues to the origin of life**. A scientific detective story. Vol. di 131 pp., *Cambridge University Press*, \$ 17.95, Cambridge.

Entrambi gli autori mettono inizialmente l'accento sull'estrema complicazione di tutte le forme di vita attuali e quindi sulla necessità di evidenziare possibili alternative soprattutto nel campo della replicazione dei comandi. Cairns-Smith propone una serie di alternative, sette come dice il titolo del suo lavoro. Ogni ipotesi è illustrata ampiamente e tutte insieme conducono l'autore ad affermare che le molecole organiche all'origine della vita potrebbero essere stati alcuni composti inorganici, principalmente i minerali delle argille. Dyson invece rimane fedele all'ipotesi di Oparin, anche se l'approfondita analisi biochimica lo porta a ipotizzare stadi di sviluppo in assenza di un apparato genetico moderno. Nel complesso quindi i due testi raggiungono le medesime conclusioni: la vita si è originata in due tappe essenziali, nella prima delle quali gli organismi erano in grado di metabolizzare i nutrienti, ma non di replicarsi, mentre solo nel secondo stadio si sarebbe messo a punto con successo il processo genetico quale lo conosciamo oggi. Nell'insieme quindi i due autori forniscono quanto di più avanzato sia stato messo a punto oggi sul problema, concordi anche sul fatto che molto lavoro sperimentale resta da compiere.

A. TINTORI

Raup D.M. & Jablonski D. (Eds.) (1986) - **Patterns and Processes in the History of Life**. Life Sciences Research Reports, 36; Dahlem Konferenzen. Vol. di 447 pp., Springer-Verlag, DM 158, Berlin.

Il volume è la raccolta delle 17 relazioni di partenza scritte dai partecipanti alla conferenza di Dahlem nel Giugno del 1985. L'intendimento era quello di mettere a confronto le esperienze dei biologi e dei paleontologi su di una tematica fondamentale quale quella dei processi evolutivi. I primi due capitoli sono infatti dedicati all'introduzione reciproca ai due mondi (biologico e paleontologico), spesso incomunicanti per differenze metodologiche e semantiche, malgrado il comune interesse di base. L'obiettivo del gruppo di lavoro era infatti una migliore comprensione dei cambiamenti evolutivi su vasta scala attraverso un'integrazione degli approcci biologico e paleontologico.

Oltre ai due capitoli introduttivi vengono trattati: a) direzione nella storia della vita; b) evoluzione degli organismi ed in particolare l'interazione dei processi microevolutivi e macroevolutivi; c) cause e conseguenza di estinzione; d) i punti di contatto fra neontologi e paleontologi nei riguardi dell'evoluzione delle comunità.

Tenuto conto che i lavori erano ristretti alle sole relazioni invitate, il libro offre un quadro abbastanza completo dello stato dell'arte in questo affascinante e dibattuto problema.

C. CORSELLI