

L. FRANCOLINI (\*), L. LECCA (\*\*), R. MAZZEI (\*\*\*)

LA PRESENZA DEL PLIOCENE INFERIORE  
NELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE  
DELLA SARDEGNA OCCIDENTALE (\*\*\*\*)

**Riassunto** — Sono stati studiati dal punto di vista biostratigrafico tre carote (CV1, CV2 e CV3) prelevate in una zona della piattaforma continentale della Sardegna occidentale antistante la Penisola del Sinis. I primi tre litotipi (dal basso verso l'alto) in esse individuati sono: argille a spicole di Spugna, argille siltoso-sabbiose, fanghi a Lamellibranchi. Essi sono stati riferiti, sulla base del loro contenuto in nanofossili calcarei, rispettivamente alla Zona a *Discoaster tamalis* (Sottozona a *Reticulofenestra pseudoumbilica*), all'intervallo comprendente la parte superiore della Zona a *Discoaster brouweri* e la Zona a *Gephyrocapsa oceanica-Calcidiscus macintyreii*, alla Zona Acme di *Emiliania huxleyi*. Tra di essi è stato così possibile individuare lacune di un ordine di grandezza superiore al milione d'anni. Il riconoscimento, nella porzione più bassa delle carote, della Zona a *D. tamalis* (Sottozona a *R. pseudoumbilica*), e cioè di una parte piuttosto alta del Pliocene inferiore (intorno ai 3,5 MA), assume un particolare significato in quanto consente di interpretare ancora come pliocenici non solo i 40 m di sedimenti rilevati dalle registrazioni Sparker al di sotto degli strati campionati, ma anche i sedimenti depositi nella paleo-valle (unità sismostratigrafica C) che entra nel Golfo di Oristano lambendo il Capo S. Marco. È verosimile quindi che la sequenza pre-pliocenica e post-tettonica (unità sismostratigrafica B), che colma il graben asimmetrico della piattaforma, chiuda con termini del Messiniano del tipo di quelli riscontrabili nella Penisola del Sinis e che la genesi della paleo-valle sia da collegarsi proprio con i processi erosivi associati alla regressione messiniana.

**Abstract** — *The Lower Pliocene of western Sardinia shelf.* In this research three vibrocorings (CV1, CV2 and CV3) effected in the western Sardinia shelf in front of the Peninsula of Sinis have been considered. All the recovered sediments, with the exception of the terminal sands, have been studied by the biostratigraphic point of

---

(\*) Collaboratrice Istituto Policattedra di Scienze geologico-mineralogiche, Università di Sassari.

(\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Cagliari.

(\*\*\*) Istituto Policattedra di Scienze geologico-mineralogiche, Università di Sassari.

(\*\*\*\*) La ricerca è stata effettuata con il contributo MPI (60%) - Università di Sassari - Tit. R. Mazzei e con quello MPI (60%) - Università di Cagliari - Tit. L. Lecca.

view. The green-grey clays, rich in Sponge spicules, have been referred to the *Discoaster tamalis* Zone (*Reticulofenestra pseudoumbilica* Subzone). The sandy clays, which follow upward, are grey-coloured and show frequent volcanic grains; they have been ascribed to the interval including the upper part of *Discoaster brouweri* Zone and the *Gephyrocapsa oceanica-Calcidiscus macintyrei* Zone. The upper green-grey muds, containing very abundant fossils (bivalves), have been attributed to the *Emiliana huxleyi* Acme Zone. These biostratigraphic results give evidence of two hiatuses within the Plio-Quaternary sequence. Each hiatus includes about 1.5 million years.

The occurrence of *D. tamalis* Zone (*R. pseudoumbilica* Subzone) in the lowermost part of the cores allows to refer to the Lower Pliocene also forty metres of underlying sediments (which have been observed to be present under the sampled beds through the sparker profile) and the deposits (seismostratigraphical unit C) of the palaeovalley recognized in the Gulf of Oristano. Consequently, it's likely that the pre-Pliocene and post-tectonic sequence (seismostratigraphical unit B) filling the asymmetrical graben of the shelf ends with Messinian sediments similar to those outcropping in the Peninsula of Sinis. Again it appears probable that the origin of the palaeovalley is related to erosive processes associated with the Messinian regression.

**Key words** — *Biostratigraphy, Seismic stratigraphy, Shelf, Miocene, Pliocene, Quaternary, Western Sardinia.*

## INTRODUZIONE

### PREMESSA

Nel 1985 è stata effettuata una campagna oceanografica (MCS/85, N/O Bannock-CNR) il cui scopo era quello di provare che la successione sismostratigrafica rilevata nella piattaforma continentale della Sardegna occidentale (LECCA, 1982; LECCA *et al.*, 1983) è rappresentativa della serie marina miocenica, della discordanza messiniana, del Pliocene marino e del Quaternario, anziché rappresentare la sola serie pliocenica e quaternaria come interpretato da FANUCCI *et al.* (1976).

Tra le diverse campionature effettuate solamente quelle eseguite con carotaggi a vibrazione in una zona antistante alla Penisola del Sinis (Fig. 1) hanno conseguito un buon risultato; esse hanno infatti prelevato, al di sotto dei sedimenti quaternari, argille marine attribuibili, sulla base di studi preliminari, all'intervallo NN 12-13, e, probabilmente, anche all'intervallo NN 14-15, del Pliocene inferiore (LECCA *et al.*, 1987). In un successivo studio sulla discordanza versiliana nello stesso settore di piattaforma (CARBONI *et al.*, 1989) la stratigrafia di questi carotaggi è stata ripresa brevemente: il livello di circa 50 cm di spessore di argille basali è stato assegnato al Plio-

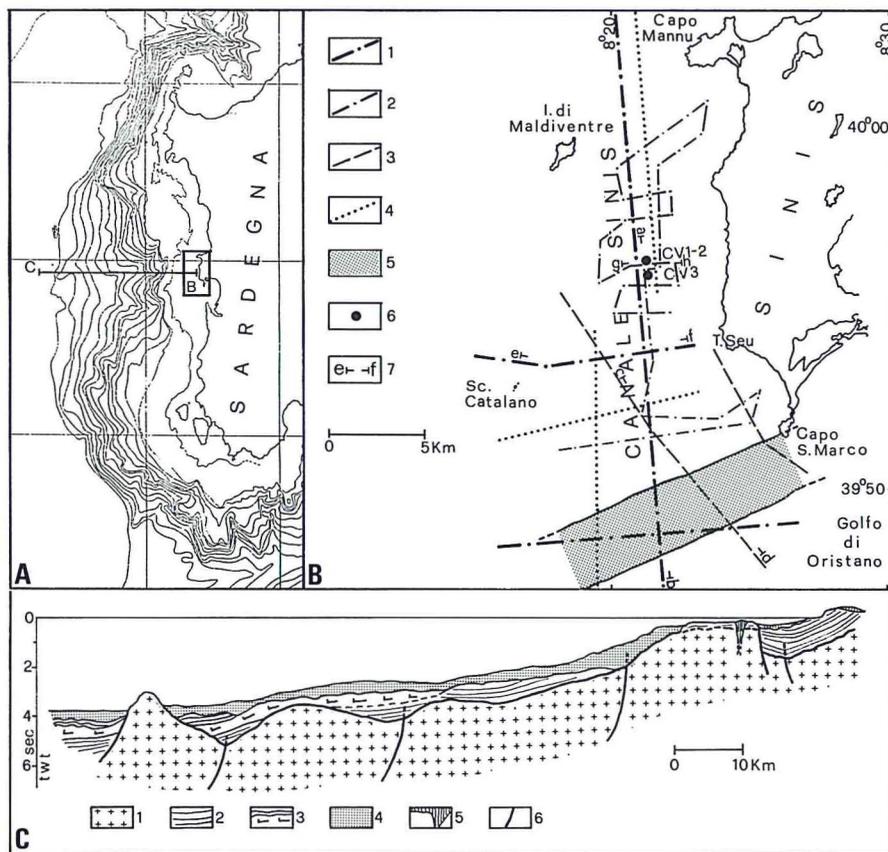


Fig. 1 - A) Ubicazione del settore del Sinis e della sezione rappresentata in C; B) ubicazione delle linee sismiche, dei carotaggi e della paleo-valle: 1) Aquapulse, 2) Sparker MCS/85, 3) Sparker «OGS-Trieste 70», 4) Sparker Placers-Cagliari 1978-81, 5) paleo-valle, 6) carotaggi CV, 7) linee sismiche di figura 2; C) sezione geologica dell'intero margine continentale: 1) basamento della Sardegna, 2) unità miocenica pre-messiniana, 3) unità messiniana, 4) unità plio-quadernaria, 5) vulcaniti alcaline plioceniche, 6) faglie.

cene inferiore, mentre i successivi 4 m di sedimenti sono stati riferiti al Quaternario. Vista però l'incertezza di tali studi, verosimilmente da collegare al numero esiguo di campioni considerati, e l'importanza di una precisa definizione bio-cronostratigrafica delle argille, si è cercato con il presente lavoro di riprendere in esame il problema.

#### INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Come documentato in diversi lavori (CITA, 1973; CURZI *et al.*, 1982;

LECCA *et al.*, 1988), il margine continentale della Sardegna occidentale è caratterizzato da strutture tettoniche di tipo estensivo, che hanno smembrato e ribassato il basamento paleozoico (Fig. 1, C). È verosimile che le rocce paleozoiche siano localmente ricoperte da lembi delle serie sarde del Mesozoico e del Paleogene, con la presenza anche di vulcaniti del ciclo calcoalcalino oligo-miocenico. Negli «*half graben*» determinati dal basculamento dei prismi di basamento le registrazioni sismiche mostrano unità sedimentarie riferibili al Miocene ed al Plio-Quaternario (THOMAS *et al.*, 1988).

Nel margine superiore, lungo il settore di piattaforma continentale compreso tra l'Isola di Maldiventre ed il Golfo di Oristano, e più a sud fino a Capo Pecora, è situato il graben asimmetrico il cui riempimento è attribuito al Miocene ed al Pliocene e la cui sismostratigrafia è oggetto di taratura mediante questa nota.

Per l'analisi sismostratigrafica di tale settore sono state utilizzate linee di sismica a riflessione *Aquapulse* (Western Geophysical-Agip, 1968) e linee Sparker *0,5-0,8-1 KJ*, queste ultime eseguite sia durante precedenti ricerche (*OGS-Trieste, Sardegna '70; Placers-Cagliari, 1978-81*) sia durante la stessa campagna MCS/85 (Fig. 1, B).

Nelle registrazioni *Aquapulse* si rileva che il suddetto graben asimmetrico è colmato da tre unità sismostratigrafiche (Fig. 2): la prima (A) è pre-tettonica, la seconda (B) è post-tettonica, la terza (C) riempie un'ampia paleo-valle, a direzione WSW-ENE, prodottasi probabilmente in condizioni di emersione; la sponda settentrionale di questa paleo-valle prosegue verso il Capo S. Marco, dove è documentato un affioramento di Pliocene inferiore in facies marina (PECORINI, 1972; CHERCHI, 1973; CHERCHI e MARTINI, 1981).

I profili sparker consentono invece di appurare che l'unità C, che colma la paleo-valle, prosegue, debolmente deformata, anche più a nord, poggiando in paraconcordanza su di un banco competente, che dalla fascia costiera del Sinis si immerge verso ovest; è verosimile che tale banco possa essere correlato con i calcari messiniani oppure con i basalti pliocenici del Sinis.

In questa zona la copertura quaternaria D (Fig. 2) è irregolare e si riduce localmente a qualche metro, costituendo così un'area favorevole per la campionatura dei sedimenti di presunta età pliocenica.

I rapporti delle unità del graben con la progradazione quaternaria non sono osservabili in questo settore, perché tra di loro si interpone la spalla tettonica; più a sud, invece, è rilevabile come esse stiano al di sotto di tale progradazione.

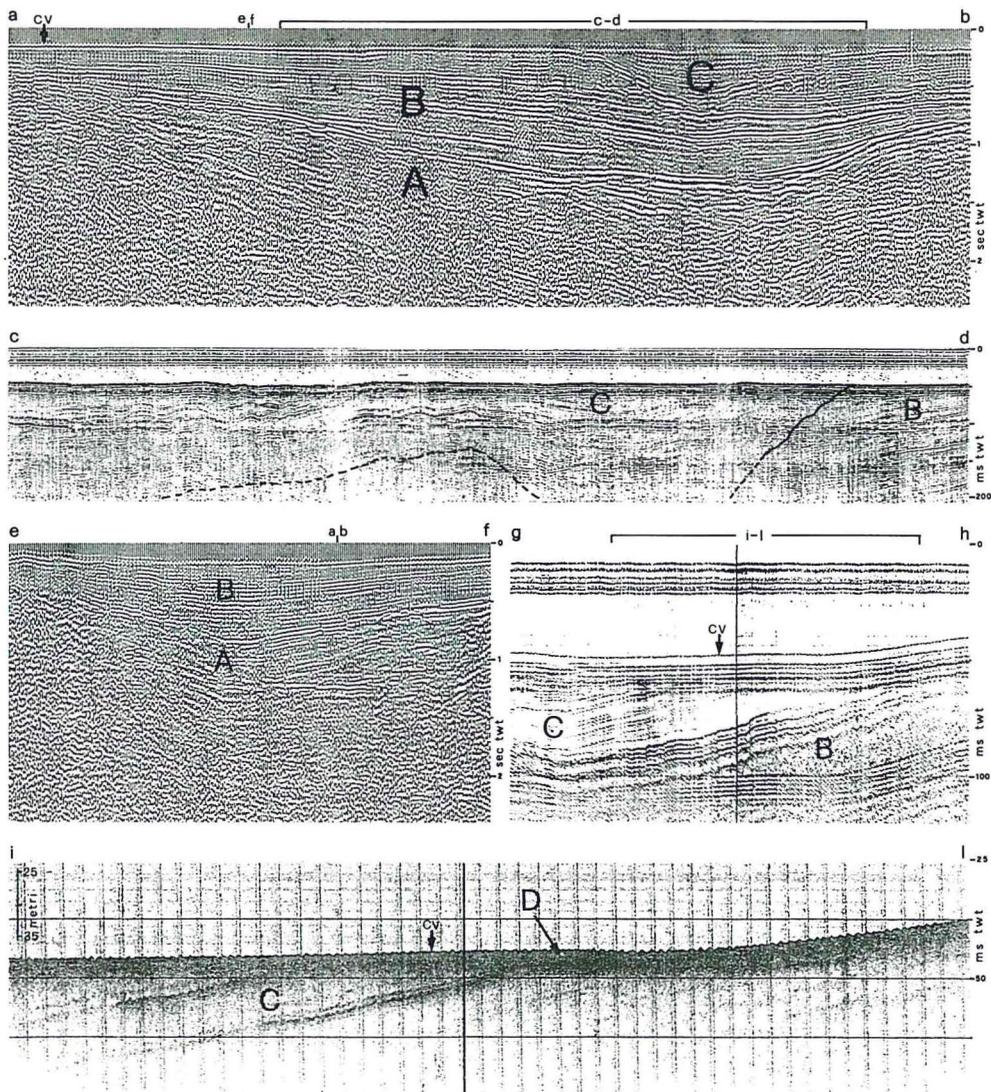


Fig. 2 Linee sismiche ed ecografiche (ubicazione in Fig. 1). A) unità pre-tettonica; B) unità post-tettonica; C) unità che colma la paleo-valle; D) coperture versiliano-attuali.

## DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA

I tre carotaggi considerati in questa nota, eseguiti mediante elettrotrivella *Mic-Vega Kabeltecnic*, in dotazione alla N/O Bannock, han-

no campionato circa 4,5 metri di sedimento, anziché lo spessore massimo possibile, che sarebbe di 6 metri. Ciò è imputabile alla compattezza dell'unità basale, che l'elettrotrivella non è riuscita a penetrare.

Data la vicinanza delle tre stazioni di campionatura (CV1: 39°56,35'-08°21,15'; CV2: 39°56,34'-08°21,15'; CV3: 39°55,93'-08°21,24'; Fig. 1) i carotaggi hanno attraversato sempre la stessa successione, caratterizzata, dal basso verso l'alto, dalle seguenti unità sedimentarie (Fig. 5):

- *Argille a spicole di Spugna*
- *Argille siltoso-sabbiose*
- *Fanghi a Lamellibranchi*
- *Sabbie*

#### *Argille a spicole di Spugna*

L'unità più bassa della sequenza è stata prelevata per uno spessore massimo di circa un metro (carota CV1 e carota CV3). Essa è costituita da una argilla debolmente siltosa, compatta, di colore grigio-verde, caratterizzata da un ricco contenuto in spicole di spugna; nella sua parte più alta presenta anche delle bioturbazioni. Nelle carote CV1 e CV2 il passaggio all'unità litostratigrafica sovrastante è segnato da una netta superficie di erosione; nella carota CV3 il passaggio avviene invece attraverso un'alternanza delle facies che caratterizzano le due unità, alternanza che potrebbe essere imputabile a fenomeni di risedimentazione.

#### *Argille siltoso-sabbiose*

Questa unità si differenzia dalla precedente per una coerenza nettamente inferiore, per il suo colore grigio chiaro e per la presenza, lungo tutto il suo spessore, di abbondanti frammenti di valve di Veneridi, rare spicole di Spugna e frequenti granuli di vulcaniti, vetro vulcanico e pirosseni. Inoltre degna di nota è la presenza di alcuni clasti centimetrici quarzosi e litici sulla superficie di erosione basale o nella zona immediatamente sovrastante. L'unità delle argille siltoso-sabbiose può essere suddivisa in tre intervalli: un intervallo argilloso-siltoso, caratterizzato da bioturbazioni riempite da sabbia; un intervallo intermedio, costituito da una alternanza di lamine sabbioso-marnose e di lamine argillose; infine un intervallo superiore, prevalentemente argilloso-siltoso con rare lamine sabbiose. Nella parte più bassa dell'intervallo intermedio si rinvencono sia

lamine nere, fetidi, contenenti pirite microgranulare, che lamine bianche, a importante componente carbonatica, costituite da «*fecal pellets*» e resti algali. La laminazione è prevalentemente parallela, anche se vi si riconosce pure un caso di «*cross bedding*»; è invece dubbia la reale presenza di una struttura convoluta, che potrebbe essere riconducibile a disturbi dovuti al carotaggio. La transizione alla successiva unità non è ben netta per la presenza di bioturbazioni. Comunque la differenziazione dall'unità sovrastante è ugualmente possibile sulla base dei caratteri granulometrici e del contenuto in macrofossili.

### *Fanghi a Lamellibranchi*

Questa terza unità è costituita da un sedimento di tipo fangoso, di colore prevalentemente grigio-verde, ma con toni giallognoli alla base, mentre verso l'alto tende a divenire grigio scuro. Nella parte bassa dell'unità sono abbondantemente rappresentati, tra i macrofossili, gli Scrobicularidi; in quella centrale diventano invece abbondanti i Cardidi; in quella alta, dove il sedimento assume il colore più scuro, hanno la prevalenza gli Ostreidi ed i Mitilidi. Queste variazioni di contenuto faunistico e di colore sono ben osservabili nelle carote CV1 e CV2, ma non sono rilevabili nella carota CV3, nella quale manca la parte alta dell'unità.

Il passaggio dai fanghi a Lamellibranchi alle sovrastanti sabbie è sempre molto evidente, per la presenza di strutture dovute a processi erosivi e di bioturbazioni.

### *Sabbie*

L'unità più recente della sequenza, costituita essenzialmente da un sedimento di natura bioclastica e quarzosa, dal punto di vista paleontologico è caratterizzata dalla presenza di *Pecten jacobaeus*, *Spatangus* e *Lithothamnium*. Nella parte bassa le sabbie sono in prevalenza di dimensioni medie e di colore grigio, verso l'alto appaiono invece più grossolane e di colore giallastro. Questa unità rappresenta il deposito sedimentario ancora mobile che ricopre l'attuale fondo marino.

## ANALISI MICROPALAEONTOLOGICHE

I sedimenti carotati, ad eccezione delle sabbie grossolane termi-

nali, sono stati fittamente campionati per l'analisi biostratigrafica: infatti sono stati prelevati 13 campioni nella carota CV1, 11 campioni nella carota CV2 e 14 campioni in quella CV3. Questo numero considerevole di campioni, per spessori piuttosto limitati di sedimento (al massimo superano di poco i 4,50 metri), appare giustificato sulla base della notevole variabilità composizionale, tessiturale e strutturale che vi si osserva e che faceva presupporre, già in partenza, un panorama cronologico differenziato.

Per fornire un quadro analitico il più completo possibile del contenuto in nannofossili calcarei dei campioni analizzati sono state seguite, nell'espore i risultati, le suddivisioni operate in precedenza sulla base delle caratteristiche litologiche e delle associazioni di macrofossili. Al fine di evitare inutili ripetizioni è stata però unificata la descrizione delle carote CV1 e CV2, che presentano strette somiglianze di contenuto nannofloristico. Si ricordi in proposito che tali carote sono state prelevate in due punti della piattaforma continentale assai vicini l'uno all'altro.

### CV1 e CV2

— *Argille a spicole di Spugna*. I campioni delle due carote prelevati in questa unità hanno fornito associazioni planctoniche ricche in organismi sia silicei (Diatomee e Silicoflagellati) che calcarei. Per quanto riguarda questi ultimi, più specificatamente studiati in questa ricerca, è da mettere però in evidenza la relativa diversificazione ed il numero limitato di specie ben rappresentate dal punto di vista quantitativo. Le nannoflore calcaree sono infatti essenzialmente rappresentate da comuni o frequenti *Calcidiscus macintyrei*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri* e *Reticulofenestra pseudoumbilica*, a cui si aggiungono, in modo saltuario e sempre con rari o rarissimi esemplari, *Calcidiscus leptoporus*, *Crenalithus doronicoides*, *Cyclolithella sp.*, *Discoaster brouweri*, *D. stellulus* (solo nella carota CV2), *D. surculus*, *D. tamalis* (di dimensioni ridotte e limitato alla carota CV1), *Helicosphaera sellii*, *Pontosphaera discopora*, *P. multipora*, *P. japonica*, *Pseudoemiliana lacunosa*, *Rhabdosphaera procera*, *Scyphosphaera sp.* (solo nella carota CV1) e *Sphenolithus abies*. In alcuni campioni è inoltre osservata una presenza apprezzabile di taxa miocenici rimaneggiati quali, ad esempio, *Coccolithus miopelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Discoaster aulakos*, *D. deflandrei*, *Helicosphaera ampliapertura*, *Sphenolithus heteromorphus* e *S. moriformis*.

— *Argille siltoso-sabbiose*. Dei tre intervalli in cui è stata suddivisa

questa unità solo l'intervallo inferiore e quello intermedio hanno presentato un contenuto in nannofossili calcarei apprezzabile; la stessa osservazione vale anche per gli organismi silicei. Nelle nannoflore del primo intervallo, decisamente ridotte rispetto a quelle riscontrate nell'unità precedente, giungono ad essere comuni *Calcidiscus macintyreii* e *Coccolithus pelagicus* (nella carota CV2 anche questo taxon riduce la sua frequenza); non vanno invece oltre una presenza rara o rarissima *Crenalithus doronicoides*, *Cyclolithella sp.*, *Discoaster surculus* (solo nella carota CV1), *Gephyrocapsa spp.*<sup>(1)</sup> (limitatamente alla carota CV1), *Helicosphaera carteri*, *Pseudoemiliania lacunosa* e *Reticulofenestra pseudoumbilica* (solo nella carota CV2). Sono presenti anche, tra i taxa rimaneggiati miocenici, *Helicosphaera ampliapertura* e *Spenolithus heteromorphus*. Delle forme calcaree incontrate nel secondo intervallo (*Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Cricolithus jonesi*, *Helicosphaera carteri*, *Pontosphaera japonica* e *Rhabdosphaera procera*) sono ancora *Calcidiscus macintyreii* e *Coccolithus pelagicus* ad avere una discreta frequenza, mentre le altre forme sono rappresentate solo da un numero assai limitato di esemplari. Oltre ad una debole componente chiaramente «alloctona», costituita da alcuni dei taxa miocenici sopra menzionati, è da ricordare, nelle associazioni di questo intervallo, anche qualche sporadico rappresentante del gruppo dei Silicoflagellati.

— *Fanghi a Lamellibranchi*. Il contenuto nannofloristico è decisamente scarso nella parte inferiore dell'unità, mentre diviene un poco più abbondante in quella superiore, dove si rinvencono, insieme a rari *Coccolithus pelagicus*, *Emiliania huxleyi*, *Helicosphaera carteri* e *Syracosphaera hystrica*, comuni esemplari di *Braarudosphaera bigelowi*.

### CV3

— *Argille a spicole di Spugna*. Un breve tratto iniziale dell'unità è risultato del tutto privo di Nannoplankton calcareo e ricco di Diatomee e Silicoflagellati; la parte restante, invece, è caratterizzata da associazioni planctoniche in cui anche la frazione calcarea diviene più abbondante. A dominare le nannoflore calcaree sono ancora *Cal-*

<sup>(1)</sup> Il taxon è rappresentato da esemplari di dimensioni ridotte (diametro massimo di 2-3  $\mu\text{m}$ ), che differiscono tra loro essenzialmente per lo spessore e la lunghezza del ponte.

*calcidiscus macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri* e *Reticulofenestra pseudoumbilica*; abbastanza diffuse sono talvolta anche *Crenalithus daronicoides* e *Cyclolithella sp.*, mentre rare e di rinvio saltuario sono *Calcidiscus leptoporus*, *Cricolithus jonesi*, *Discoaster asymmetricus*, *D. brouweri*, *D. pentaradiatus*, *D. stellulus*, *D. surculus*, *Lithostromation perdurum*, *Helicosphaera sellii*, *Pontosphaera discopora*, *P. multipora*, *P. japonica*, *Pseudoemiliana lacunosa*, *Rhabdosphaera procera*, *Sphenolithus abies* e *Syracosphaera histrica*. Sono presenti, infine, sporadici taxa miocenici rimaneggiati.

— *Argille siltoso-sabbiose*. Rispetto alle argille a spicole di Spugna, questa unità risulta decisamente impoverita in contenuto nannofloristico; a rappresentare quest'ultimo, limitatamente agli intervalli inferiore e medio, rimangono infatti solo rari *Calcidiscus macintyreii* e *Coccolithus pelagicus*, oltre che rarissimi quanto sporadici *Cyclolithella sp.*, *Discoaster surculus*, *Helicosphaera carteri*, *Pontosphaera discopora* e *Reticulofenestra pseudoumbilica*. Da notare che nell'ambito dei campioni considerati si osservano frequenti elementi che indicano l'intervento di processi di risedimentazione: le nannoflore infatti tornano talvolta ad essere simili, sia dal punto di vista qualitativo che da quello quantitativo, a quelle incontrate nell'unità sottostante.

— *Fanghi a Lamellibranchi*. L'unità mostra un povero contenuto nannofloristico, rappresentato esclusivamente da alcuni individui di *Calcidiscus leptoporus*, *Coccolithus pelagicus* e *Helicosphaera carteri*.

## BIOSTRATIGRAFIA E CRONOSTRATIGRAFIA

Lo schema biostratigrafico adottato deriva, per il Pliocene, dalla combinazione delle zonazioni per aree tropicali e subtropicali di BUKRY (1973, 1975) con quella standard di MARTINI (1971), per il Quaternario dalla zonazione di GARTNER (1977). Nelle figure 3 e 4 esso è correlato con gli schemi di MARTINI (1971) e di OKADA e BUKRY (1980) ed inquadrato nelle scale cronostratigrafica e geocronologica.

Gli elementi biostratigrafici più significativi osservati nell'unità delle argille a spicole di Spugna delle tre carote sono:

— la presenza di *Pseudoemiliana lacunosa* riscontrata a partire dai livelli più bassi (manca solo nel breve tratto iniziale della carota CV3)

— la presenza di *Reticulofenestra pseudoumbilica*, continua e consistente, dalla base alla sommità dell'unità.

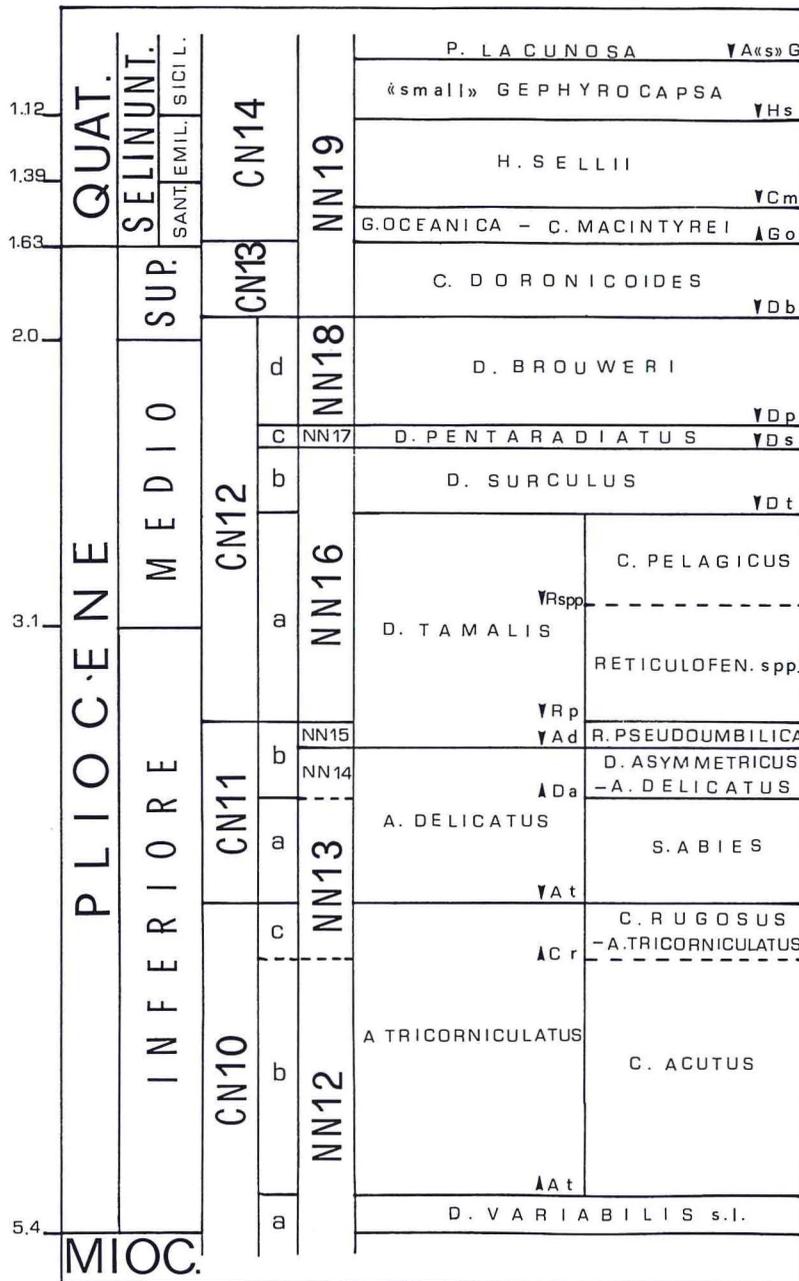


Fig. 3 - Schema biostratigrafico a nanfossili calcarei dell'intervallo Pliocene-Pleistocene inferiore.

Sulla base di questi elementi è possibile riferire le argille a spicole di Spugna alla Zona a *Discoaster tamalis* (Sottozona a *Reticulofenestra pseudoumbilica*) e quindi ad una porzione piuttosto alta del Pliocene inferiore (intorno a 3,5 MA) (Figg. 3, 5). A sostegno di questa attribuzione può essere portata anche la presenza di *Discoaster tamalis* (il FAD del taxon precede di poco il limite inferiore dell'intervallo biostratigrafico suddetto), anche se limitata alla carota CV1, e quella di *Sphenolithus abies* (il LAD del taxon si realizza nell'ambito della Sottozona a *R. pseudoumbilica*).

Per quanto riguarda il tratto basale della carota CV3 in cui mancano i nannofossili calcarei è del tutto giustificato considerarlo di pertinenza della stessa sottozona, tenuti presenti la sua brevità e il rinvenimento di *Pseudoemiliana lacunosa* (il suo FAD segue di poco l'inizio della sottozona) al suo termine.

L'inquadramento biostratigrafico delle argille siltoso-sabbiose appare piuttosto incerto, se ci si basa sui soli nannofossili. Questi ultimi sono infatti decisamente scarsi, presumibilmente in conseguenza dell'esistenza di condizioni ambientali sfavorevoli al momento della deposizione delle argille siltoso-sabbiose (le microfaune bentoniche a Foraminiferi e a Ostracodi presenti in questa unità indicano un ambiente di tipo lagunare, poco profondo, con comunicazioni più o meno facili con il mare, e con acque talvolta tendenti al salmastro).

Un altro ostacolo all'inquadramento biostratigrafico delle argille siltoso-sabbiose sulla base delle sole nannoflore è rappresentato dai chiari indizi di rimaneggiamento di almeno una parte di tale unità. Tra questi indizi si ricordano, ad esempio, la presenza, nelle microfaune a Foraminiferi, di *Globorotalia inflata* (la sua comparsa segna notoriamente l'inizio del Pliocene superiore), certamente in evidente contrasto stratigrafico con quella, tra i nannofossili, di *Reticulofenestra pseudoumbilica* (scompare nell'ambito del Pliocene inferiore e caratterizza le associazioni delle argille a spicole di Spugna sottostanti) e di *Discoaster surculus* (scompare nel Pliocene medio), l'assenza di una omogeneità qualitativa nelle associazioni nannofloristiche, le tracce di risedimentazione di argille a spicole di Spugna (e delle loro flore) nel primo intervallo dell'unità delle argille siltoso-sabbiose nell'ambito della carota CV3. Un ausilio all'inquadramento biostratigrafico delle argille siltoso-sabbiose viene comunque fornito dal sopracitato rinvenimento di *G. inflata*, che consente di attribuire quanto meno al Pliocene superiore questa unità

e, conseguentemente, di individuare uno *hiatus* di oltre 1,5 milioni di anni (Figg. 3, 5) tra essa e l'unità sottostante delle argille a spicole di Spugna.

Tuttavia si ritiene probabile che alcuni tra i nannofossili dell'unità delle argille siltoso-sabbiose non abbiano subito alcun rimaneggiamento; tra di essi sono da ricordare *Gephyrocapsa spp.* e *Calcidiscus macintyreii*. Nel primo caso l'assenza di rimaneggiamento è verosimile perché questo taxon, pur comparando nella Sottozona a *R. pseudoumbilica*, non è mai stato ritrovato nell'unità delle argille a spicole di Spugna, dove peraltro si incontrano le associazioni nannofloristiche più ricche. Quanto a *Calcidiscus macintyreii* una sua derivazione da processi di rimaneggiamento di sedimenti precedenti è poco probabile sia per l'ottimo stato di conservazione che esso mostra sia perché rappresenta la forma costantemente presente con il maggior numero di esemplari.

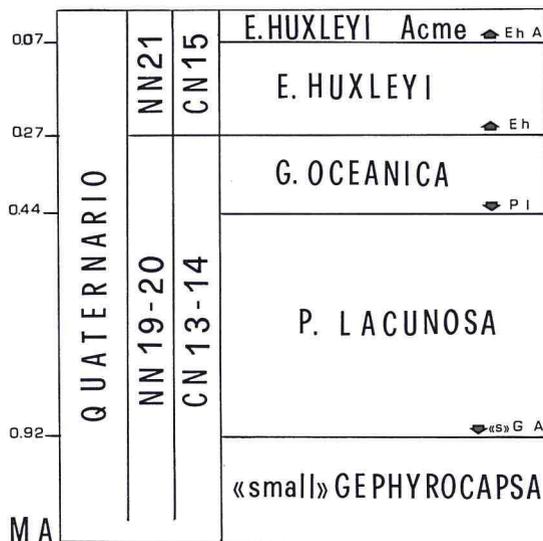


Fig. 4 - Schema biostratigrafico a nannofossili calcarei dell'intervallo Pleistocene inferiore (parte alta) - Attuale.

Se si accetta che questi due nannofossili rappresentino forme non rimaneggiate si deve riconoscere che la deposizione delle argille siltoso-sabbiose si sia realizzata nell'ambito di un intervallo temporale comprendente al massimo il Pliocene superiore e parte del Santerniano, dato che *C. macintyreii* scompare proprio nella parte superiore di questo sottopiano (Figg. 3, 5).

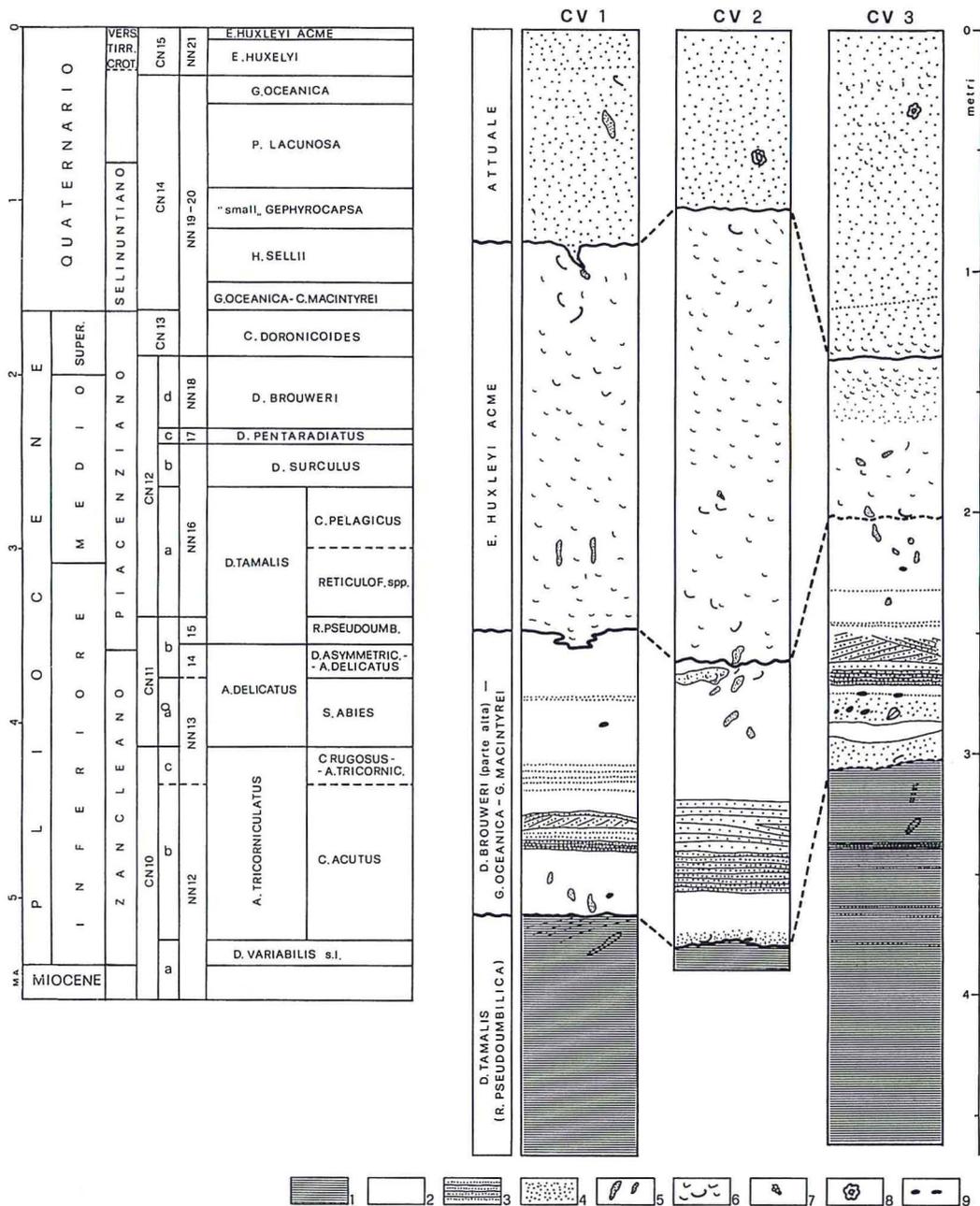


Fig. 5 - Litostratigrafia e inquadramento bio-cronostratigrafico. 1) argille a spugne di Spongia, 2) argille siltose e fanghi, 3) lamine sabbiose, 4) sabbie, 5) burrows, 6) valve di Lamellibranchi, 7) Gasteropodi, 8) Lithothamni, 9) clasti di quarzo e litici.

Per i fanghi a Lamellibranchi, ultima unità della sequenza campionata considerata in questa nota, occorre segnalare come unico elemento importante dal punto di vista biostratigrafico la presenza di *Emiliana huxleyi* (limitata alla carota CV1). Tale presenza è comunque sufficiente a garantire l'appartenenza di questa unità alla zona omonima o, più verosimilmente, alla zona acme del taxon (Figg. 4, 5), se si considera il contesto ambientale espresso dai sedimenti che la costituiscono. L'ambiente di deposizione dei fanghi a Lamellibranchi doveva infatti essere di tipo transizionale, poco profondo, tale da favorire lo sviluppo di Scrobicularidi, Cardidi, Ostreidi e Mitilidi, ma del tutto sfavorevole agli organismi planctonici (fra questi ultimi l'unica forma ad assumere una presenza consistente è *Braarudosphaera bigelowi*, che notoriamente predilige acque costiere sottosalate). Anche in questo caso lo studio biostratigrafico delle carote evidenzia dunque, tra le argille siltoso-sabbiose ed i fanghi a Lamellibranchi, l'esistenza di uno *hiatus* superiore al milione di anni.

## CONCLUSIONI

I dati ottenuti dallo studio biostratigrafico delle carote CV1, CV2, e CV3, prelevate nel Canale del Sinis, poco a nord del traverso di Turr'e Seu, consentono di esprimere alcune considerazioni conclusive:

— L'unità stratigraficamente più bassa campionata tramite carotaggio, cioè l'unità delle argille a spicole di Spugna, è di competenza della Zona a *Discoaster tamalis* (Sottozona a *R. pseudoumbilica*), e quindi di un Pliocene inferiore piuttosto alto. Il rinvenimento di sedimenti appartenenti a questa zona mostra come il Pliocene inferiore abbia, nel Canale del Sinis, una estensione stratigrafica maggiore rispetto a quella che caratterizza l'affioramento pliocenico del vicino Capo San Marco. In quest'ultima località, infatti, è nota, al di sotto di alcune colate basaltiche, una sequenza pliocenica siltoso-marnosa, di pertinenza, secondo i dati raccolti da PECORINI (1972), della Zona a *Globorotalia puncticulata* - *Globorotalia margaritae* di IACCARINO e SALVATORINI (1982) (il limite superiore di questa unità precede, anche se di poco, la base della Zona a *D. tamalis*), secondo quelli di CHERCHI e MARTINI (1981) e CHERCHI *et al.* (1985), della Zona a *G. margaritae* (pars) e della corrispondente Zona NN12.

— La presenza della Zona a *D. tamalis* nelle argille a spicole di Spugna assume un particolare significato in quanto consente di ritenere

del Pliocene inferiore anche il proseguimento verso il basso dell'unità sismostratigrafica C (corrispondente a circa 40 m di sedimenti, dalla base degli strati campionati fino al presunto tetto dei calcari messiniani) documentato dalle registrazioni Sparker (Fig. 2, g-h). L'unità C dovrebbe raggiungere poi, nella paleo-valle, dove le registrazioni Aquapulse la rivelano per spessori fino a 400-500 m (Fig. 2, a-b), un'età certamente più antica, ma forse non la base del Pliocene, perché in questa parte alta del margine la trasgressione pliocenica e la sedimentazione ad essa associata dovrebbe essere in ritardo, seppur di poco, rispetto alla piana sardo-balearica. Per quanto concerne quest'ultima si può fare riferimento al Sito DSDP 134, ubicato nella piana batiale pochi chilometri a ovest del margine sardo, dove è stato rinvenuto, al di sopra delle marne piritifere e dolomitiche del Messiniano, un livello di fanghi a Foraminiferi appartenenti alla «*G. margaritae margaritae* Lineage-Zone», e quindi ad un Pliocene inferiore già inoltrato (CITA, 1973, a, b).

— L'attribuzione al Pliocene inferiore dell'unità C consente anche di ritenere del tutto verosimile, per la paleo-valle, una genesi associata ai processi erosivi, probabilmente di tipo fluviale, manifestatisi durante la regressione messiniana nella parte alta del paleomargine, essendosi questa trovata in condizioni subaeree. La sequenza pre-pliocenica e post-tettonica che colma il graben asimmetrico terminerebbe dunque con un'unità messiniana, pre- o parzialmente sin-regressione, del tipo di quella affiorante nella Penisola del Sinis. L'estensione temporale di tale sequenza non è documentabile; si ricorda comunque che la sottostante sequenza pre-tettonica, affiorante nella struttura di Funtanazza-Arcuentu, è stata attribuita all'intervallo Aquitaniano-Burdigaliano (ASSORGIA *et al.*, 1986). Questo dato porta ad inserire l'evoluzione del graben della piattaforma in una nuova fase tettonica estensiva post-Burdigaliano e pre-serie miocenica del Sinis, che avrebbe ridefinito il paleomargine aquitaniano-burdigaliano.

— L'unità delle argille siltoso-sabbiose, di più incerta collocazione biostratigrafica, è probabilmente da riferirsi all'intervallo Zona a *Discoaster brouweri* (parte alta) - Zona a *Gephyrocapsa oceanica-Calcidiscus macintyreii*, corrispondente, in termini cronostratigrafici, all'intervallo Pliocene superiore-Selinuntiano (pars). La presenza, nelle argille siltoso-sabbiose, di materiale vulcanico fa pensare alla erosione dei basalti, che nell'area del Sinis ricoprono il Pliocene inferiore, in un ambiente marino litorale del Pliocene medio-superiore,

evolutosi in uno di tipo lagunare in cui è andata a deporsi l'unità.

— L'unità dei fanghi a Lamellibranchi è risultata appartenere, con tutta probabilità, alla Zona Acme di *Emiliania huxleyi*. La sua deposizione può essere messa in relazione con un livello eustatico, più basso dell'attuale, riferibile alla trasgressione versiliana; questa asserzione deriva, oltre che dall'attribuzione biostratigrafica suddetta e dall'aspetto recente dei sedimenti, dal fatto che essa costituisce l'ultima unità deposta prima delle sabbie delle spiagge attuali.

#### BIBLIOGRAFIA

- ASSORGIA A., BARCA S., SECCHI F.A.G., SPANO C. (1986) - Episodi sedimentari e vulcanici oligo-miocenici nel settore occidentale dell'Arcuentu e loro contesto geodinamico (Sardegna SW). *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**, 229-240.
- BUKRY D. (1973) - Low-Latitude Coccolith biostratigraphic zonation. In: EDGAR N.T., SAUNDERS J.B. *et al.*, *Int. Rep. D.S.D.P.*, **15**, 685-703.
- BUKRY D. (1975) - Coccolith and Silicoflagellate Stratigraphy, Northwestern Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 32. In: LARSON R.L., MOBERLY R. *et al.*, *Int. rep. D.S.D.P.* **32**, 677-701.
- CARBONI S., LECCA L., FERRARA C. (1989) - La discordanza versiliana sulla piattaforma continentale occidentale della Sardegna. *Boll. Soc. Geol. It.*, **108**, 503-519.
- CHERCHI A. (1973) - Appunti biostratigrafici sul Pliocene in Sardegna. *Boll. Soc. Geol. It.*, **92**, 891-902.
- CHERCHI A., D'ONOFRIO S., MARTINI E., MATTEUCCI R., MURRU M., RUSSO A. (1985) - Lower Pliocene of Capo San Marco. In: CHERCHI A., *19th Europ. Micropaleont. Colloq., Sardinia October 1-10, 1985*, Guidebook.
- CHERCHI A., MARTINI E. (1981) - Calcareous nannoplankton and planktonic foraminifera of the Messinian and basal Pliocene from Capo San Marco (W. Sardinia). *Géol. Médit.* **8** (2), 109-120.
- CITA M.B. (1973a) - I pozzi profondi perforati nel 1970 nel quadro paleogeografico e geodinamico del Mediterraneo Occidentale. *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari*, **43**, 91-128.
- CITA M.B. (1973b) - Pliocene biostratigraphy and chronostratigraphy. In: KANEPS A.G., *Int. Rep. D.S.D.P.*, **13** (2), 1343-1379.
- CURZI P., ROSSI P.L., SARTORI R. (1982) - Dati geologici e petrografici sul basamento della scarpata occidentale della Sardegna. *Giorn. Geol.*, **45** (2), 1-15.
- FANUCCI F., FIERRO G., ULZEGA A., GENNESSEAUX M., REHAULT J.P., VIARIS DE LESEGNO L. (1976) - The continental shelf of Sardinia: structure and sedimentary characteristic. *Boll. Soc. Geol. It.*, **95**, 1201-1217.
- GARTNER S. (1977) - Calcareous nannofossil biostratigraphy and revised zonation of the Pleistocene. *Mar. Micropaleont.*, **2**, 1-125.

- IACCARINO S., SALVATORINI G. (1982) - A framework of planktonic foraminiferal biostratigraphy for Early Miocene to Late Pliocene Mediterranean area. *Paleont. Strat. ed Evol.*, Quad. 2.
- LECCA L. (1982) - La piattaforma continentale della Sardegna occidentale. (Nota preliminare). *Rend. Soc. Geol. It.*, 93-97.
- LECCA L., CARBONI S., ERBA E., MULLER C., PISANO S., SECHI F., TILOCCA G. (1987) - Campagna oceanografica «Margini continentali sardi 1985»: resoconto e risultati preliminari. *Rend. Soc. Geol. It.*, **10**, 61-64.
- LECCA L., CARBONI S., FERRARA C., MARCHI M. *et al.* (1988) - Report on cruise MCS/87 (Western and Southern Margin of Sardinia). *Rend. Soc. Geol. It.*, **11**, 73-74.
- LECCA L., CARBONI S., SCARTEDDU R., SECHI F., TILOCCA G., PISANO S. (1986) - Schema stratigrafico della piattaforma continentale occidentale e meridionale della Sardegna. *Mem. Soc. Geol. It.*, **36**, 31-40.
- LECCA L., SCARTEDDU R., SECHI F. (1983) - La piattaforma continentale sarda da Capo Mannu a Capo Marrargiu. *Boll. Soc. Geol. It.*, **102**, 57-86.
- MARTINI E. (1971) - Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: FARINACCI A., *Proc. IInd Plankt. Conf., Roma 1970*, **1**, 739-785.
- MONTIGNY R., EDEL J.B., THUIZAT R. (1981) - Oligo-Miocene rotation of Sardinia: K-Ar ages and paleomagnetic data of Tertiary volcanism. *Earth and Planet. Sc. Lett.*, **54**, 261-271.
- 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.
- PECORINI G. (1972) - La trasgressione pliocenica nel Capo S. Marco (Oristano, Sardegna Occidentale). *Boll. Soc. Geol. It.*, **91**, 365-372.
- THOMAS B., LECCA L., GENNESSEAU M. (1988) - Structuration et morphogenèse de la marge occidentale de la Sardaigne au Cénozoïque. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **306** (2), 903-910.
- WESTERN GEOPHYSICAL - AGIP (1968) - Marine Seismic Survey, Sardinia Areas.

(ms. ricevuto il 4 settembre 1990; ult. bozze il 28 dicembre 1990)

#### TAVOLA I

- Fig. 1 - *Discoaster asymmetricus* GARTNER  
(×2000). Argille a spicole di Spugna, CV3; Pliocene inferiore.
- Fig. 2 - *Discoaster tamalis* KAMPTNER  
(×2000). Argille a spicole di Spugna, CV1; Pliocene inferiore.
- Fig. 3 - *Discoaster surculus* MARTINI e BRAMLETTE  
(×1600). Argille a spicole di Spugna, CV2; Pliocene inferiore.
- Fig. 4 - *Calcidiscus macintyreii* (BUKRY e BRAMLETTE) LOEBLICH e TAPPAN  
(×1600). Argille siltoso-sabbiose, CV1; Pliocene superiore-Santerniano (pars).
- Fig. 5 - *Braarudosphaera bigelowi* (GRAN BRAARUD) DEFLANDRE  
(×2000). Fanghi a Lamellibranchi, CV1; Olocene.
- Fig. 6 - *Helicosphaera sellii* (BUKRY e BRAMLETTE)  
(×1600). Nicols incrociati. Argille a spicole di Spugna, CV3; Pliocene inferiore.

TAVOLA I

