

## PALEOCOMUNITÀ A MOLLUSCHI NEL PLEISTOCENE INFERIORE DELLA BASSA VAL DI CECINA (PISA)

**Riassunto** - Viene presa in esame una paleocomunità a Molluschi raccolta in un livello sabbioso della Formazione delle Sabbie e argille ad *Arctica islandica* affiorante nei pressi di Riparbella (Pisa). Sulla base dei taxa presenti è possibile un riferimento al Pleistocene inferiore, in accordo con l'inquadramento biostratigrafico basato sul Nannoplancton (Zona a *Gephyrocapsa oceanica-Calcidiscus macintyreii*). La malacofauna è risultata composta da 125 taxa, di cui 59 bivalvi, 65 gasteropodi ed 1 scafopode; sono presenti inoltre Echinoidi, Briozoi, Crostacei e Policheti, tra cui la specie *Ditrupa arietina*. La paleocomunità si è sviluppata in un biotopo dell'Infralitorale superiore caratterizzato da un substrato sabbioso nel quale predominano sospensivori infaunali di debole profondità come *Chamelea lamellosa* e *Spisula subtruncata*. Da un punto di vista bionomico l'associazione è riferibile ad una Biocenosi SFBC ed appare confrontabile con l'attuale «comunità a *Spisula subtruncata*» descritta per le coste catalane francesi.

**Parole chiave** - Molluschi, Paleoeologia, Pleistocene, Toscana.

**Abstract** - *Molluscan paleocommunity from lower Pleistocene sediments of the lower Cecina valley (Pisa)*. The present paper deals with a Pleistocene molluscan assemblage coming from a stratigraphic sequence surveyed near Riparbella (Pisa). The fossiliferous level belongs to the «Sabbie e argille ad *Arctica islandica*» Formation, which represents the lower part of the sequence. This formation is overlaid unconformably by the «Bibbona» Formation, and at the top of the sequence the «Sabbie rosse di Val di Gori» Formation is present. The sampled sediments contain a molluscan assemblage constituted by 125 taxa (59 bivalves, 65 gastropods and 1 scaphopod), besides remains of Echinoids, Briozoans, Crustaceans and Polichaetes, among which *Ditrupa arietina* is common. Its aim is to reconstruct and illustrate the original community by means of quantitative/semiquantitative palaeoecological analyses. In accordance with the kind of sediment, the infaunal sand-loving species are very abundant, and the fossil community is dominated by the suspension feeders *Chamelea lamellosa* and *Spisula subtruncata*. The fossil community may have lived in a sandy bottom located in the upper part of the Infralittoral Zone, ranging in depth approximately from 10 to 20 m. In terms of biocoenotic meaning, it is possible to interpret the molluscan assemblage as a SFBC Biocenosis characterized by organic material in suspension. The stratigraphic range of the significant species allows us to attribute the examined sediments to the early Pleistocene.

**Key words** - Molluscs, Palaeoecology, Pleistocene, Tuscany.

### PREMESSA

Nell'ambito degli studi paleoecologici condotti da vari anni sulle faune marine a invertebrati dei depositi neautoctoni della Toscana marittima, questo lavoro prende in esame una paleocomunità a Molluschi proveniente da sedimenti pleistocenici della bassa Val di Cecina (Pisa).

Tra il quinto ed il sesto chilometro della S.S. della Val di Cecina che costeggia, in destra orografica, l'omonimo corso d'acqua, si trova, sulla sinistra, una strada poderale che consente l'accesso all'affioramento fossilifero (Fig. 1). Esso è ubicato alla base di una parete messa in evidenza da recenti operazioni di sbancamento effettuate per la realizzazione di una carrabile in loc. Le Piane (Riparbella, Pisa).

La sezione di seguito descritta cade all'interno dell'area cartografata da Mazzanti e Sanesi (1987) ed è inquadrabile, da un punto di vista biostratigrafico grazie ai lavori di Giannelli *et al.* (1981) e Bossio *et al.* (1993); a questi autori viene fatto riferimento per le formazioni riconosciute.

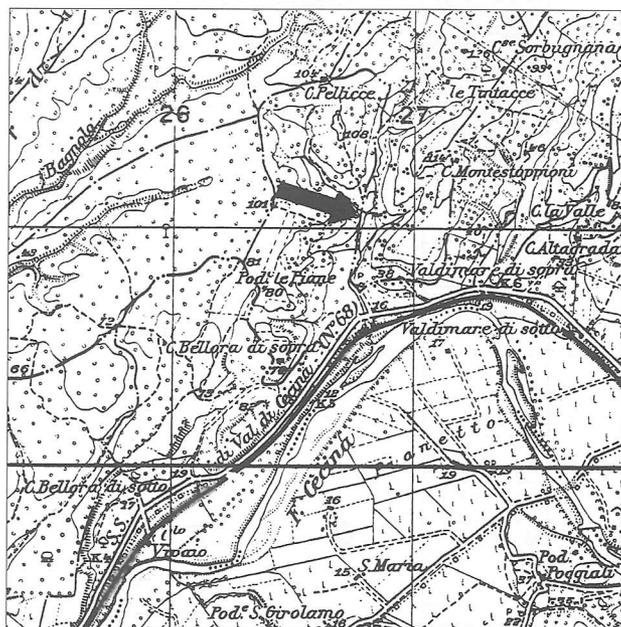


Fig. 1 - Ubicazione dell'affioramento.

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via S. Maria, 53, 56100 Pisa.

## DESCRIZIONE DELLA SEZIONE ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il termine inferiore della sezione (Fig. 2) è rappresentato da sabbie incoerenti fossilifere di colore giallo-arancio riconducibili alla Formazione delle Sabbie e argille ad *Arctica islandica* con la quale inizia, nella bassa Val di Cecina, la deposizione del ciclo Santerniano-Emiliano. Tale formazione, riferibile al Santerniano nell'area cartografata da Mazzanti e Sanesi (1987), è costituita da sabbie fini con intercalazioni calcarenitiche e lenti di argilla per uno spessore affiorante complessivo non superiore a 100 m. Essa rappresenta la parte preponderante della sezione esaminata, anche se una valutazione precisa del suo spessore è resa difficile da un gioco di faglie dirette evidenti anche nell'area circostante.

Alle Sabbie e argille ad *Arctica islandica* segue, in discordanza, la Formazione di Bibbona che nella sezione raggiunge uno spessore di 7-8 metri. In generale questa formazione è costituita da un insieme di litotipi diversi che vanno da calcareniti sabbiose più o meno cementate a sabbie incoerenti e conglomerati, a matrice sabbiosa o calcarenitica, organizzati in banchi e strati ad andamento lenticolare; lo spessore complessivo è variabile ma non supera mai i 30 m. I litotipi e le geometrie di questa formazione sono indicativi di ambienti diversi compresi tra la spiaggia sommersa e l'ambiente continentale di retrospiaggia. I macrofossili segnalati, soprattutto glic-

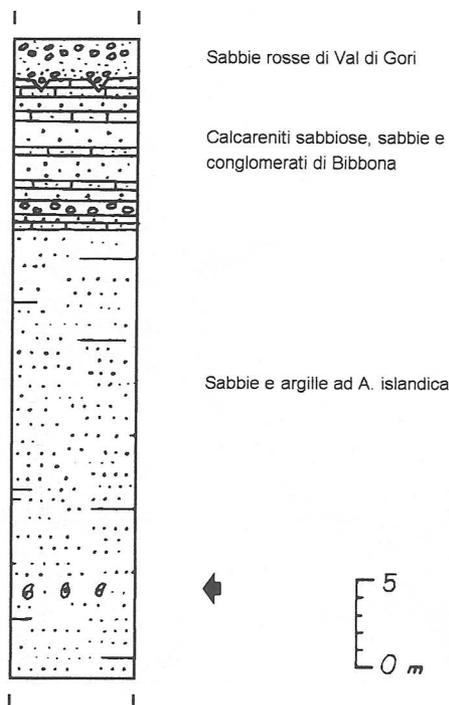


Fig. 2 - Ricostruzione della sezione di Le Piane. La freccia indica il livello campionato.

meridi e pectinidi, si presentano molto usurati in relazione a fenomeni di trasporto in ambienti caratterizzati da intenso idrodinamismo. Il generico riferimento al Pleistocene inferiore-medio, legato al rinvenimento di un complesso litico della «Pebble culture» (Galiberti, 1982), è stato limitato all'intervallo Siciliano basale - parte iniziale del Pleistocene medio sulla base della correlazione di questa formazione con la eteropica «Panchina» di Grotti nella Piana di Rosignano (Bossio *et al.*, 1993).

Le Sabbie rosse di Val di Gori chiudono, con uno spessore di un paio di metri, la successione esaminata. Questa formazione è rappresentata da sabbie massive e prive di fossili, talora con livelli di ciottoli e presenza di paleosuoli, legate ad un ambiente continentale prevalentemente in facies eolica/colluviale. La posizione stratigrafica ed il rinvenimento di industrie clactoniane ed acheuleane (Cresti e Galiberti, 1979) suggeriscono un riferimento al Pleistocene medio.

## CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE E CRONOLOGICHE

La malacofauna studiata proviene dalla Formazione delle Sabbie e argille ad *Arctica islandica* attribuita, nell'area in esame, al Santerniano. In particolare, lo studio delle Nannoflore eseguito da Giannelli *et al.* (1981) nell'area tra Riparbella e Bibbona ha consentito un riferimento alla Zona a *Gephyrocapsa oceanica* - *Calcidiscus macintyreii* che cade all'interno della Zona ad *Arctica islandica* di Ruggieri e Sprovieri (1975; 1977). Nella Piana di Rosignano la formazione si estende anche all'Emiliano, come dimostrano la coesistenza di *Gephyrocapsa oceanica* ed *Helicosphaera sellii* e la comparsa di *Hyalinea baltica* (Bossio *et al.*, 1986).

La presenza di «ospiti nordici» nelle Sabbie e argille ad *Arctica islandica* trova conferma nell'affioramento di Le Piane proprio con il rinvenimento di questo bivalve, anche se limitatamente alla raccolta manuale. Interessanti indicazioni cronostratigrafiche sono fornite anche da *Nucula placentina* e *Tellina corbis*, che scompaiono nella parte alta del Siciliano (Raffi *et al.*, 1985), e da *Turritella tricarinata plioecens* e *Niotha clathrata ficaratiensis*, ritenute esclusive del Pleistocene inferiore (Caldara *et al.*, 1981; 1989). La presenza di *Saxicavella angulata*, finora citata soltanto nel Pliocene superiore e nella parte iniziale del Pleistocene inf., potrebbe costituire un riferimento più preciso, ma la rarità delle segnalazioni (Caldara *et al.*, 1989) suggerisce di valutare con prudenza questo dato.

In conclusione, i dati ottenuti dalla malacofauna raccolta indicano che la deposizione delle Sabbie e argille ad *Arctica islandica* è avvenuta nell'ambito del Pleistocene inferiore, in un intervallo di tempo delimitato inferiormente dalla presenza di *A. islandica*, *T. tricarinata plioecens* e *N. clathrata ficaratiensis*, che esclude un'età pliocenica, e superiormente dalla presenza di *N. placentina* e *T. corbis*, estinte nella parte terminale del Siciliano, nell'am-

bito della Zona a *Globorotalia truncatulinoides* di Ruggieri e Sprovieri (1977). Tale inquadramento è in accordo con le indicazioni fornite dallo studio delle Nannoflore (Giannelli *et al.*, 1981).

#### ANALISI GRANULOMETRICHE

Dal livello di provenienza dell'associazione fossile sono stati prelevati 100 g di sedimento successivamente trattati in modo opportuno per sciogliere i sali eventualmente presenti, disgregare i singoli granuli ed eliminare la componente organica.

Dopo la pesatura a secco dei residui della vagliatura è stata costruita la curva cumulativa delle classi granulometriche utilizzando un diagramma semilogaritmico (Fig. 3) e sono stati quindi calcolati i seguenti parametri granulometrici (espressi in  $\Phi$ ): media (M), mediana (Md), moda (m), coefficiente di cernita ( $\Sigma$ ), coefficiente di asimmetria (Sk) (Tab. 1).

Dall'analisi dei parametri della Tab. 1 e del diagramma triangolare di Trefethen (Fig. 4), il sedimento analizzato è risultato essere una sabbia fine mediocrementemente selezionata con una leggera asimmetria negativa per una coda di materiale grossolano.

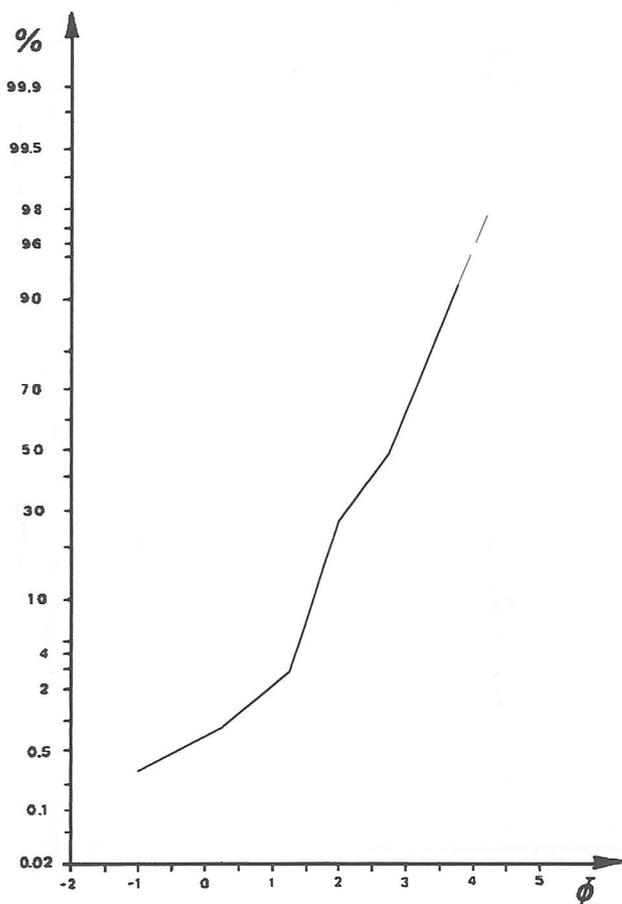


Fig. 3 - Curva cumulativa di frequenza.

Tab. 1 - Parametri granulometrici.

M	Md	m	$\Sigma$	Sk
2.70	2.80	3.74	0.85	-0.09

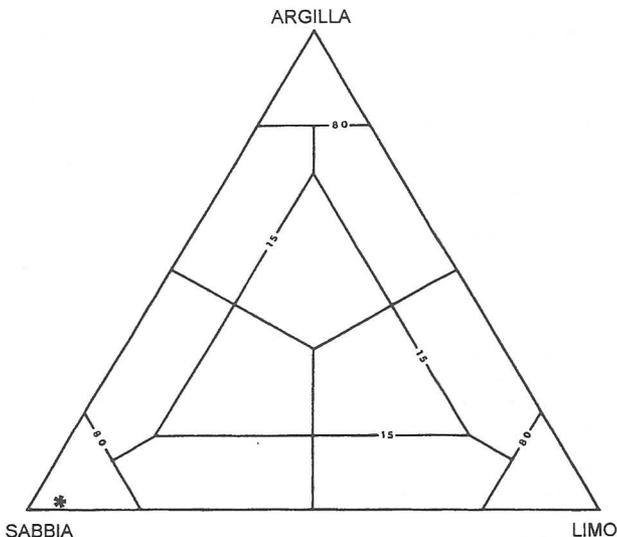


Fig. 4 - Triangolo di Trefethen. Il campione analizzato cade nel campo delle sabbie.

#### COMPOSIZIONE DELL'ASSOCIAZIONE FOSSILE

Per lo studio quantitativo della malacofauna è stato raccolto un campione volumetrico di 50 dmc che ha fornito complessivamente 125 taxa di cui 59 bivalvi (d. 88.88%), 65 gasteropodi (d. 10.82%) ed 1 scafopode (d. 0.3%) (Tab. 2). Sono risultati presenti inoltre Policheti (99 es. di *Ditrupa arietina*), placche e radioli di Echinoidi, Briozoi coloniali e frammenti di chele e carapaci di Crostacei.

Lo stato di conservazione generale dei fossili appare sostanzialmente buono e qualche esemplare ha parzialmente conservato la colorazione originaria. Diversa invece risulta la situazione per quanto riguarda la composizione mineralogica del guscio, indagata attraverso analisi diffrattometriche (XRD). Prove eseguite su diversi esemplari hanno infatti messo in evidenza, ad esempio, una massiccia calcitizzazione nel caso di *Turritella tricarinata pliorecens* e la presenza non trascurabile di dolomite in *Chlamys opercularis*. Tali elementi, associati all'abbondante presenza di quarzo, evidenziano l'azione di intensi fenomeni di ricristallizzazione legati alla circolazione di acque nel sedimento facilitata dalla sua matrice sabbiosa.

I rapporti valve ds./valve sin. (Tab. 3), calcolati per i bivalvi numericamente significativi, sono tutti prossimi all'unità se si eccettua il caso di *Anomia ehippium*, rappresentata essenzialmente da forme giovanili. Anche se la maggiore fragilità della valva ds., in relazione alle strutture del bisso, può aver giocato



un ruolo non trascurabile, è probabile che tale valore sia comunque legato a fenomeni di spiazzamento da aree limitrofe. Lo stesso fenomeno può essere chiamato in causa anche per *Pecten jacobaeus*, rappresentato esclusivamente da forme giovanili (0 v.ds., 17 v.sin.), le cui valve sinistre sono tra le più facilmente trasportabili ad opera di correnti di fondo anche di scarsa rilevanza (Futterer, 1978). In conclusione, lo stato generale di conservazione, i valori del rapporto valve ds./valve sin., il rinvenimento di esemplari a valve unite ed in posizione fisiologica, la presenza dei vari stadi di accrescimento per i taxa più comuni, l'omogeneità batimetrica dell'associazione e la sua impronta tessiturale in accordo con la granulometria del substrato testimoniano a favore di una buona autoctonia della malacofauna esaminata, con qualche elemento spiazzato da aree limitrofe.

Tab. 3 - Rapporto v.ds/v.sin. delle specie più significative.

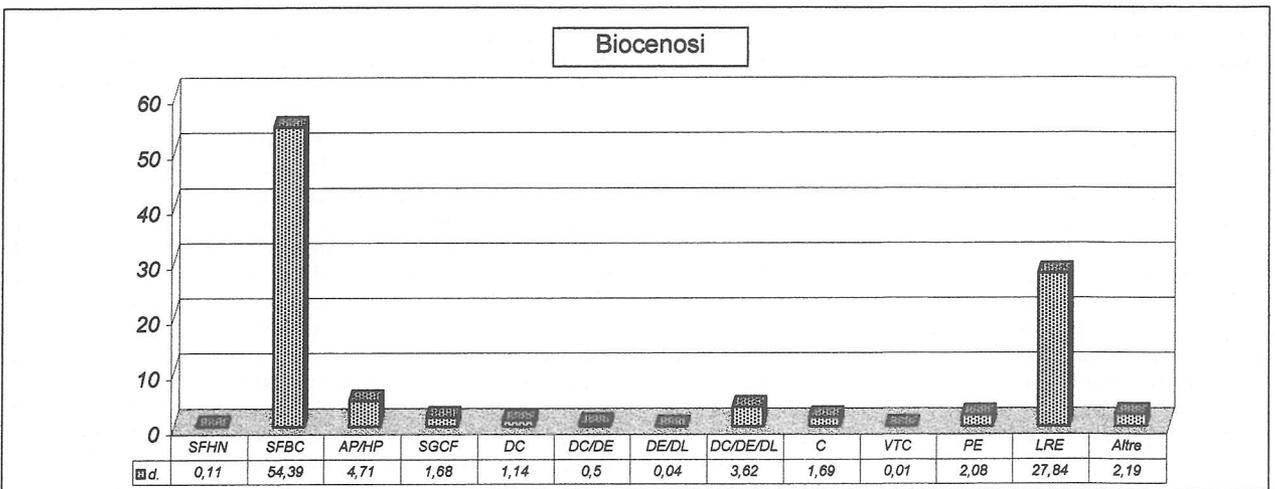
specie	v.ds.	v.sin.	v.ds./v.sin.
<i>Nuculana pella</i>	90	134	0,67
<i>Chlamys opercularis</i>	514	511	1,01
<i>Anomia ephippium</i>	151	2033	0,07
<i>Divaricella divaricata</i>	311	295	1,05
<i>Parvicardium nodosum</i>	160	178	0,90
<i>Parvicardium papillosum</i>	216	202	1,07
<i>Spisula subtruncata</i>	1862	1758	1,06
<i>Gouldia minima</i>	134	159	0,84
<i>Callista chione</i>	120	128	0,94
<i>Dosinia lupinus</i>	468	455	1,03
<i>Chamelea lamellosa</i>	2771	2968	0,93
<i>Timoclea ovata</i>	364	376	0,99

#### COMUNITÀ A *CHAMELEA LAMELLOSA* E *SPISULA SUBTRUNCATA*

Nella definizione della paleocomunità sono state utilizzate le due specie *Chamelea lamellosa* (d. 27.92%) e *Spisula subtruncata* (d.17.48%) che, oltre a costituire i taxa più frequenti, inquadrano l'associazione da un punto di vista bionomico, batimetrico e trofico.

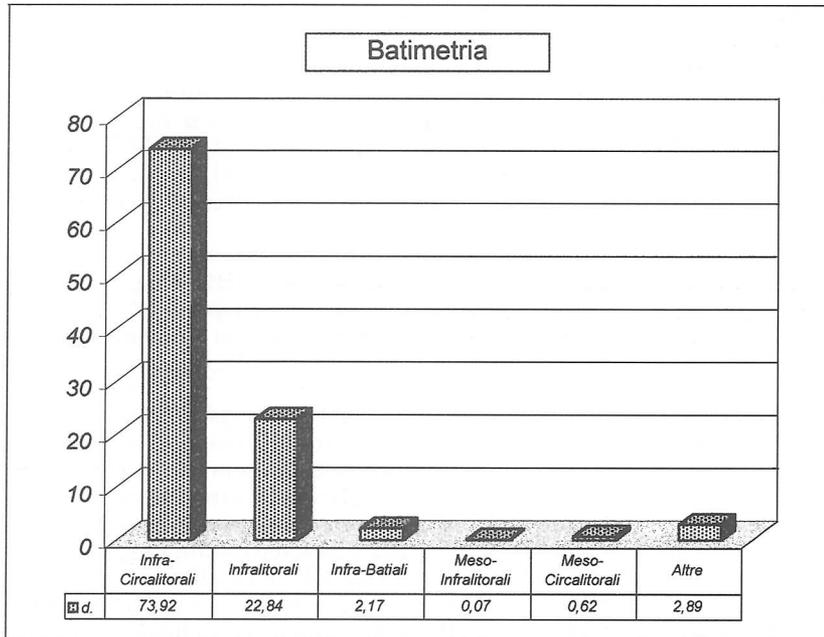
Tali specie appartengono allo stock delle forme caratteristiche della Biocenosi SFBC (Fig. 5) che risulta largamente dominante (20sp.; d.54.39%) nell'orictocenosi, in buon accordo con la natura sabbiosa del substrato. Anche le forme LRE (31sp.; d.27.84%) presentano un'elevata dominanza, in buona parte dovuta alla forma spiazzata *Anomia ephippium* (13.43%). Un'incidenza decisamente più modesta caratterizza le specie rapportabili alle Biocenosi AP/HP (13sp.; d.4.71%), mentre tra gli stocks circolatori soltanto il gruppo DC/DE/DL, rappresentato quasi integralmente dalla mistofila *Timoclea ovata*, raggiunge una presenza significativa (3.62%). Dominanze ancora più ridotte competono alla Biocenosi SGCF (5sp.; d.1.68%) ed alle forme indicatrici di instabilità (4sp.; d.2.08%) alle quali appartiene anche il Polichete *Ditrupea arietina* (99 es.).

Il quadro d'insieme evidenziato dall'analisi batimetrica risulta piuttosto omogeneo; la netta dominanza delle forme infra-circolatori (73.92%), associata alla frequenza di taxa infralitorali (22.84%) (Fig. 6), collocano l'originario biotopo all'interno di quest'ultimo piano. L'elevata dominanza di *Spisula subtruncata*, con numerosi individui adulti, consente poi di limitare ulteriormente l'intervallo batimetrico alla parte



	SFHN	SFBC	AP/HP	SGCF	DC	DC/DE	DE/DL	DC/DE/DL	C	VTC	PE	LRE	Altre
n° sp	1	20	13	5	7	6	2	3	2	1	4	31	30
% sp	0,8	16	10,4	4	5,6	4,8	1,6	2,4	1,6	0,8	3,2	24,8	24
d.	0,11	54,39	4,71	1,68	1,14	0,5	0,04	3,62	1,69	0,01	2,08	27,84	2,19

Fig. 5 - Rapporti tra i diversi stocks bionomici presenti nell'associazione.



	Infra-Circalitorali	Infralitorali	Infra-Batiali	Meso-Infralitorali	Meso-Circalitorali	Altre
n° sp.	75	18	10	2	5	15
% sp.	60	14,4	8	1,6	4	12
d.	73,92	22,84	2,17	0,07	0,62	2,89

Fig. 6 - Rapporti tra i diversi gruppi batimetrici presenti nell'associazione.

meno profonda (10-20 m) dell'Infralitorale (Benigni e Corselli, 1981; Di Geronimo *et al.*, 1987).

Sulla base dei dati sopra riportati, la paleocomunità appare riferibile ad una Biocenosi SFBC instaurata nella parte superficiale dell'Infralitorale (circa 10-20m di profondità) ed interessata da un moderato idrodinamismo di fondo, come testimoniano la presenza di forme reofile (8.5%) ed il grado di selezione del sedimento. La ridotta percentuale di silt (4-5%) appare in contrasto con la vicinanza della foce del paleo-Cecina, al quale doveva essere legato uno certo apporto terrigeno. Un'analoga situazione su un attuale fondo SFBC è stata riscontrata da Corselli e Scola (1990) nella baia di Recco e messa in relazione con un dinamismo ambientale di intensità tale da asportare buona parte della frazione fine del substrato. D'altra parte i risultati della nostra analisi granulometrica corrispondono quasi esattamente a quelli ottenuti da Leoni *et al.* (1991) per un campione raccolto nella zona di mare antistante la foce del Cecina. Le sabbie terrigene trasportate da questo corso d'acqua rappresentano infatti la frazione sedimentologica dominante nel substrato marino, per profondità non superiori a 25 m, nel tratto di costa compreso tra le Secche di Vada ed il Golfo di Baratti (Piombo).

Lo stock AP/HP è probabilmente legato all'esistenza di Posidonieti nelle aree limitrofe ed in questo contesto si giustifica anche il rinvenimento di forme tipiche della Biocenosi SGCF che spesso si instaura nei canali «intematte» dei Posidonieti. Di più diffi-

cile interpretazione il rinvenimento di *Timoclea ovata*, specie mistofila essenzialmente circalitorale la cui autoctonia è testimoniata sia dal rapporto v.ds./v.sin. che dal rinvenimento di esemplari adulti a valve unite e in posizione fisiologica. La sua presenza è forse legata agli apporti continentali sopra citati in grado di consentire lo sviluppo di forme mistofile. Le tipiche forme indicatrici di instabilità hanno un'incidenza estremamente ridotta (2.08%), sostanzialmente dovuta a *Nuculana pella* (1.26%), che esclude fasi critiche dei parametri ambientali e sono da mettere in relazione alla torbidità. In presenza di sbocchi fluviali si possono infatti facilmente verificare condizioni di instabilità legate ad episodi di maggiore o minore apporto di sedimento e squilibri per la decantazione di frazioni più o meno fini (Ferrero e Merlino, 1992). Tale ipotesi sembra confermata dalla rilevante percentuale (17.92%) delle forme che prediligono un'elevata torbidità con abbondante particolato alimentare in sospensione, quasi totalmente rappresentate da *Spisula subtruncata* (17.48%), e dalla presenza di *Chlamys opercularis* (4.90%), filtratrice preferenzialmente circalitorale che necessita di un'elevata quantità di fitoplancton.

#### HABITUS, FORMA BIOLOGICA E TROFISMO

L'infauna (70.31%) prevale nettamente sull'epifauna (27.42%), mentre le forme seminafaunali (2.33%) sono nettamente subordinate.

Tab. 4 - Habitus, forma biologica e sintesi trofica. C = carnivori; D = detritivori; E = erbivori; F = filtratori; P = parassiti.

EPIFAUNA								
n.sp. %sp. d.	VAGILI				SEDENTARI			SESSILI
	C	E	F	P	C	F	P	F
	5 4 0.27	21 16.8 5.32	5 4 0.36	6 4.8 0.16	1 0.8 0.57	4 3.2 5.18	1 0.8 0.01	11 8.8 15.55

INFAUNA					SEMINFAUNA			
VAGILI			SEDENTARI		SESSILI	VAGILI	SEDENTARI	
C	D	F	F	P	F	F	D	F
22 17.6 2.33	9 7.2 2.3	17 13.6 54.54	12 9.6 10.46	5 4 0.23	3 2.4 0.45	2 1.6 1.99	1 0.8 0.31	1 0.8 0.03

Per quanto riguarda la forma biologica, nell'infrafauna predominano i taxa vagili (59.17%) sui sedentari (10.69%), mentre quelli sessili sono trascurabili (0.45%). L'epifauna evidenzia invece una maggiore incidenza delle forme sessili (15.55%), prevalentemente dovuta alla forma alloctona *Anomia ephippium*, rispetto alle vagili (6.11%) ed alle sedentarie (5.76%). Dall'analisi trofica risulta l'assoluta prevalenza dei filtratori dell'infrafauna (65.45%) rispetto ai detritivori ed ai carnivori che presentano dominanze sostanzialmente analoghe (2.3%). Anche l'epifauna vede la predominanza dei filtratori (21.09%) sugli altri gruppi trofici, tra cui soltanto gli erbivori raggiungono una dominanza significativa (5.32%). L'incidenza di forme spazzate, come il filtratore epifaunale sessile *Anomia ephippium* (13.43%), non altera in modo sostanziale il quadro trofico sopra riportato.

La struttura della paleocomunità appare compatibile con una «*suspension feeding community*» (Scott, 1972; 1976) di fondo mobile sabbioso caratterizzata da un basso valore del rapporto epifauna/infrafauna e dalla predominanza di filtratori infaunali superficiali (*Chamelea lamellosa*, *Spisula subtruncata*) rispetto a quelli profondi (*Dosinia lupinus*, *Divaricella divaricata*). Dominanze ridotte competono ai filtratori dell'epifauna, mentre la rilevanza dei detritivori e degli altri gruppi trofici è assai modesta. Secondo Rhoads (1974), il rapporto epifauna /infrafauna dovrebbe presentare valori più elevati nei sedimenti sabbiosi che non in quelli argillosi; la scarsa incidenza di forme epifaunali nell'associazione di Le Piane può essere messa in relazione con la torbidità, legata ad abbondante particolato alimentare in sospensione, che rendeva l'ambiente sfavorevole per le forme epifaunali (Monegatti e Raineri, 1987).

#### CONCLUSIONI

La paleocomunità studiata è riferibile ad un biotopo che si sviluppava nella parte meno profonda dell'Infralitorale (10-20 m), con un substrato quasi total-

mente sabbioso influenzato da un idrodinamismo generalmente non troppo intenso. Apporti terrigeni dovuti alla vicinanza della foce del paleo-Cecina erano responsabili di condizioni di torbidità, dovute alla quantità di materia organica in sospensione, che hanno favorito lo sviluppo di una «*suspension feeding community*» dominata da *Chamelea lamellosa* e *Spisula subtruncata*.

L'indagine biocenotica ha messo in evidenza la netta predominanza della Biocenosi SFBC, mentre gli stocks AP/HP e SGCF, di rilevanza assai modesta, indicano la probabile presenza di posidonieti nelle aree limitrofe. Per un confronto con i popolamenti attuali è importante valutare il significato ecologico della specie estinta *Chamelea lamellosa* che rappresenta il taxon più frequente dell'associazione. Sulla base dei pochi dati della letteratura, questa può essere considerata una specie sospensivora infaunale sedentaria di scarsa profondità che popolava fondali infralitorali prediligendo acque areate ricche di particolato alimentare in sospensione. È ritenuta inoltre forma caratteristica della Biocenosi SFBC, che sembra assumere una maggiore importanza nelle facies più siltose (Di Geronimo e Raffi, 1987; Di Geronimo *et al.*, 1987). La sua particolare rilevanza in un biotopo con un substrato decisamente sabbioso, seppure in origine caratterizzato da una frazione fine più cospicua rispetto a quella rilevata, sembra quindi costituire un dato anomalo nei confronti di quelli forniti da altre paleocomunità pleistoceniche legate a substrati sabbiosi infralitorali (Caldara *et al.*, 1979; 1989) dove, pur sempre nell'ambito di Biocenosi SFBC, i rapporti di dominanza tra *Spisula subtruncata* e *Chamelea lamellosa* sono decisamente invertiti.

Al di là comunque della necessità di una più precisa connotazione bionomica/tessiturale di quest'ultima specie, la paleocomunità studiata evidenzia una sicura affinità con l'attuale «comunità a *Spisula subtruncata*» descritta da Guille (1970) per le coste catalane francesi. Tale interpretazione trova conferma anche nei risultati delle recenti ricerche sulle comunità bentoniche attuali del Tirreno settentrio-

nale (Aliani *et al.*, 1995; Bianchi *et al.*, 1993), che hanno individuato la costante presenza di Biocenosi SFBC nella parte meno profonda dell'Infralitorale lungo il tratto di costa tra le Secche di Vada ed il Golfo di Baratti (Piombino), in perfetto accordo con i dati sedimentologici dell'area (Leoni *et al.*, 1991).

#### RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il dott. Giovanni Villani per il contributo fornito a questa ricerca in occasione della sua Tesi di Laurea. Ringraziamo inoltre la dott. Elisabetta Palagi per la realizzazione di alcuni grafici.

#### BIBLIOGRAFIA

- Aliani, S., Bianchi, C.N. e Morri, C., 1995. Lineamenti del benthos dei mari toscani. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem. Ser. A, Suppl. vol. 102: 77-92.
- Benigni, C. e Corselli, C., 1981. Paleocomunità a Molluschi bentonici del Pliocene di Volpedo (Alessandria). Riv. ital. Paleont. Stratig., 87(4): 637-702.
- Bianchi, C.N., Ceppodomo, I., Galli, C., Sgorbini, S., Dell'Amico, F. e Morri, C., 1993. Benthos dei mari toscani. I: Livorno-Isola d'Elba (Crociera Enea 1985). In: Ferretti O., Immordino F. e Damiani V. (Eds.), Arcipelago toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico e biologico. Enea, Roma, Serie Studi Ambientali: 263-290.
- Bossio, A., Mazzanti, R., Mazzei, R. e Salvatorini, G., 1986. Analisi micropaleontologiche delle formazioni mioceniche, plioceniche e pleistoceniche dell'area del Comune di Rosignano M.mo. Suppl. 1 Quad. Mus. Sci. nat. Livorno, 6: 129-170.
- Bossio, A., Costantini, A., Lazzarotto, A., Liotta, D., Mazzanti, R., Mazzei, R., Salvatorini, G. e Sandrelli, F., 1993. Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del neautoctono toscano. Mem. Soc. geol. It., 49: 17-98.
- Caldara, M., Colella, A. e D'Alessandro, A., 1979. Studio sedimentologico e paleoecologico di alcune sezioni pleistoceniche affioranti presso Cerignola (Fg). Riv. ital. Paleont. Stratig., 85(1): 173-242.
- Caldara, M., D'Alessandro, A. e Di Geronimo, I., 1981. Paleocomunità circalitorali del Pleistocene di Gallipoli. Boll. Malac., 17(7-8): 125-164.
- Caldara, M., D'Alessandro, A. e Loiacono, F., 1989. Regressive Pleistocene sequence near Gravina in Puglia, Southern Italy: sedimentological and palaeoecological analyses. Atti 3° Simp. Ecol. Paleoecol. Com. bent., Catania 1985: 417-476.
- Corselli, C. e Scola, D., 1990. Biocoenoses and Thanatocoenoses in SFBC bottoms. Atti 4° Simp. Ecol. Paleoecol. Com. bent., Sorrento 1988: 643-658.
- Cresti, A. e Galiberti, A., 1979. Rivenimento di un bifacciale acheuleano presso S. Vincenzo (prov. di Livorno). Rassegna Archeol., 1: 6-16.
- Di Geronimo, I. e Raffi, S., 1987. Analisi di facies e Paleobionomia Bentonica: necessità di una maggiore integrazione. Boll. Acc. Gioenia Sci. nat., 20(331): 5-14.
- Di Geronimo, I., Raffi, S. e Rosso, A., 1987. Dominanza di specie opportuniste nei «Popolamenti eterogenei» del Pleistocene Inferiore di Mazzarino (Sicilia centrale). Boll. Acc. Gioenia Sci. nat., 20(331): 129-166.
- Futterer, E., 1978. Hydrodynamic behaviour of biogenic particles. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 157(1-2): 37-42.
- Ferrero, E. e Merlino, B., 1992. Ricostruzione paleoecologica di una malacofauna del bacino pliocenico astigiano (Italia N.W.). Boll. Malac., 28(5-12): 101-138.
- Galiberti, A., 1982. L'Industria di tipo «Pebble Culture» di Bibbona (Livorno). Atti 23° Riun. Preist. Protost., Firenze 1980: 463-479.
- Giannelli, L., Mazzanti, R., Mazzei, R. e Salvatorini, G., 1981. I sedimenti del Pliocene e del Pleistocene inferiore della zona compresa fra Riparbella e Bibbona (province di Pisa e Livorno). Boll. Soc. geol. it., 100: 41-56.
- Guille, A., 1970. Bionomie benthique du Plateau continental de la Côte Catalane Française. II - Les Commautés de la macrofaune. Vie et Milieu, s.B, 21(1): 149-280.
- Leoni, L., Sartori, F., Saitta, M., Damiani, V., Ferretti, O. e Viel, M., 1991. Mineralogy, Chemistry and Grain Size Composition of Recent sediments in the Northern Tyrrhenian Sea: Contribution to the Study of Sediment Transport and Distribution. Environ. Geol. Water Sci., 17(1): 23-46.
- Mazzanti, R. e Sanesi, G., 1987. Geologia e morfologia della bassa Val di Cecina. Suppl. 1 Quad. Mus. Sci. nat. Livorno, 7: 1-27.
- Monegatti, P. e Raineri, G., 1987. Osservazioni paleoecologiche sulla sezione pliocenica di Rio Stramonte. (Piacenza). Boll. Acc. Gioenia Sci. nat., 20(331): 287-308.
- Raffi, S., Stanley, S. e Marasti, R., 1985. Biogeographic patterns and Plio-Pleistocene extinction of Bivalvia in the Mediterranean and southern North Sea. Palaeobiol., 11(4): 368-388.
- Rhoads, D.C., 1974. Organism - sediment relations on the muddy sea floor. Oceanogr. marine Biol. Ann. Rev., 12: 263-300.
- Ruggieri, G. e Sprovieri, G., (1975). La definizione dello stratotipo del piano Siciliano e le sue conseguenze. Riv. min. sicil., 26: 151-153.
- Ruggieri, G. e Sprovieri, G., (1977). A revision of Italian Pleistocene Stratigraphy. Geologica romana, 16: 131-139.
- Scott, R.W., 1972. Preliminary ecological classification of ancient benthic communities. 24th. Int. Geol. Congr. Proc., 7: 103-110.
- Scott, R.W., 1976. Trophic classification of benthic communities. In: Scott R.W. e West R.R. (Eds.), Structure and classification of paleocommunities. Dowden, Hutchinson & Ross Inc., Stroudsboung, U.S.A., 22-66.

(ms. pres. il 16 gennaio 1998; ult. bozze l'11 settembre 1998)