

Riv. Ital. Paleont.	v. 87	n. 4	pp. 637-702	tav. 51	Maggio 1982
---------------------	-------	------	-------------	---------	-------------

## PALEOCOMUNITÀ A MOLLUSCHI BENTONICI DEL PLIOCENE DI VOLPEDO (Alessandria)

CHIARA BENIGNI e CESARE CORSELLI

KEY-WORDS: Paleoeology - Mollusca - Pliocene - Eastern Piemonte, Italy.

*Summary.* The present paper deals with Pliocene molluscan assemblages coming from a stratigraphic section, some 30 m thick, surveyed near Cascinetta di Volpedo in the Alessandria Province. Its aim is to reconstruct and illustrate the original communities, as documented in 5 bulk-samples (25 dm<sup>3</sup>) taken from silty-clays and sandy-silts.

Known and/or inferred informations on species autoecology as well as a statistical treatment of data enabled us to point out that *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* (Olivi) is the dominant taxon in each community, always accompanied by species linked to sandy and muddy bottoms, being the respective frequencies of these two latter stocks of Molluscs dependent from the grain size as well as from the amount of organic matter.

Molluscs inhabitant sandy bottoms are well represented at the base of the section (VCB 1), due to relative abundance of sand at this level; evidence of an extensive cover of sea grass is the fairly high dominance of species usually living on marine *Fanero-gamae*. The subsequent increase of silt and clay (VCB 2) was followed by a higher dominance of species typical of muddy substrata; sea grass was strongly reduced, the abundant deposition of mud unfavourable. Later, as a consequence of decreasing mud supply by rivers, and of a better sorting by wave action, sand dwellers were again dominant, accompanied by taxa which are to be seen as indicators of sedimentary instability (sample VCB 4 and, partly, VCB 6, VCB 8).

Size frequency distribution as well as values of the  $e_x$  coefficient (probability of life), concerning *Spisula* (*Spisula*) *subtruncata* (da Costa) and *Timoclea* (*Timoclea*) *ovata* (Pennant), lead to the following: former taxon can be defined as « espèce accompagnatrice » in regard to samples VCB 1 and VCB 2, « espèce caractéristique préférentielle » if samples VCB 4, VCB 6 and VCB 8 are taken into account; the latter taxon seems to have always played the role of « espèce accidentelle » (in regard to French definitions, make reference to Pérès & Picard, 1964).

Four fossil communities have been identified, referable to present day M.I. Community («Fonds Meubles Instables», after Pérès & Picard, 1964), which is heterogeneous and makes transition between two or more biocoenoses. In fact, fossil communities under study could have been transitional between S.F.B.C. and V.T.C. («Sables Fins Bien Calibrés and Vases Terrigènes Cotières, after Pérès & Picard, 1964) Biocoenoses, being the former or the latter the prevailing one during the time.

Ecological changes are to be reasonably related with the tectonic activity along the Apennines northern border, during the Lower Pliocene.

— Istituto di Paleontologia dell'Università di Milano, Piazzale Gorini 15, 20133 Milano.

— Lavoro eseguito con il contributo finanziario del C.N.R., Comitato 05 (CT 79.00102).

### Introduzione.

Il presente lavoro rientra nel quadro degli studi paleoecologici svolti nell'ambito del Gruppo Informale di Ricerca «Paleobenthos» del C.N.R. dall'Istituto di Paleontologia dell'Università degli Studi di Milano. Esso riguarda in particolare le comunità fossili a Molluschi presenti nelle formazioni plioceniche che affiorano tra Volpedo e Stradella. Scopo principale è l'individuazione di queste comunità, nonché la ricostruzione delle caratteristiche chimiche e fisiche dei paleobiotopi, sulla base dei Molluschi più significativi.

La metodologia adottata è quella descritta da Di Geronimo e Robba (1976) e da Robba (1978), che si basa sull'analisi, previo trattamento in laboratorio, di campioni volumetrici di roccia prelevati lungo una sezione stratigrafica.

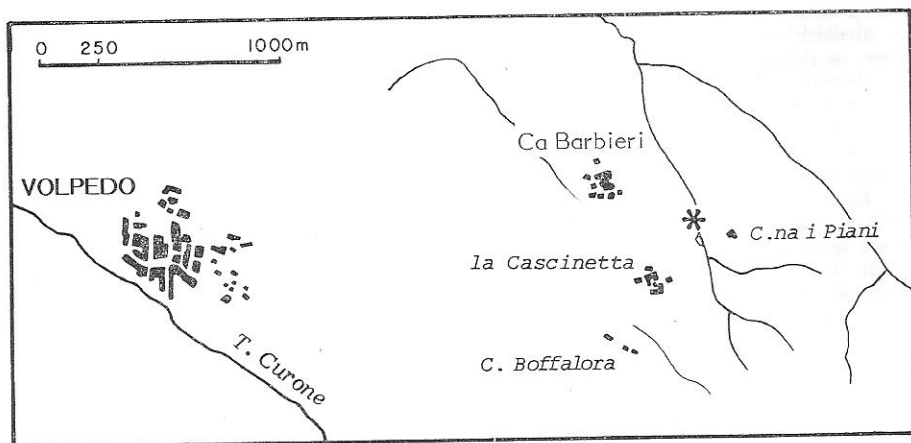


Fig. 1 - Ubicazione della località fossilifera.

Per effettuare questo lavoro si è scelta la Cascinetta di Volpedo (Fig. 1) fra le varie località dove affiorano litotipi riferibili al Pliocene, in quanto località classica già ben nota agli autori del secolo scorso come « Cascinella ». Tra questi Parona (1879) ha esaminato una fauna a Molluschi raccolta nelle marne sabbiose esposte in diversi luoghi, di cui il più importante è appunto Cascinella di Volpedo. L'autore ha quivi considerato due depositi fossiliferi: uno, probabilmente coincidente con quello studiato in questo lavoro, localizzato poco sotto la frazione Cascinella lungo la sponda del Torrente Limbione, in marna sabbiosa piuttosto fine alternata ad argilla; il secondo corrispondente a marne sabbiose di colore giallastro,

esposte lungo la sponda sinistra del Torrente Brizzone. Parona ha sottolineato che « le argille azzurre sono collegate alle marne per modo da non poterle ascrivere ad altra formazione » ed ha attribuito queste marne sabbiose al Pliocene.

Si ricorda anche che Bellardi (1873-1887), Bellardi e Sacco (1889-1890), Sacco (1890-1904) hanno segnalato e descritto numerose specie di Bivalvi e di Gasteropodi provenienti da Volpedo.

### Stratigrafia.

Nella zona studiata i sedimenti pliocenici vengono distinti nelle Note Illustrative del Foglio 71 (Voghera) della C.G.I. in due unità litostratigrafiche: le Argille di Lugagnano e le Sabbie di Asti. Gli estensori delle Note Illustrative sopra citate descrivono le Argille di Lugagnano come « argille marnose, siltose, sabbiose, grigio-azzurre con macrofauna rappresentata da Gasteropodi »; l'età, in base ad una microfauna contenente *Anomalina helicina* (Costa), *Bolivina punctata* d'Orbigny, *Uvigerina rutila* Cushman è stata riferita (Mosna, 1971) genericamente al Pliocene. Le Sabbie di Asti (« marne sabbiose, sabbie, arenarie e conglomerati, verso l'alto in parte di deposito continentale ») sono state riferite (Mosna, 1971) al Pliocene medio-superiore in base a microfaune con *Nonion boueanum* d'Orbigny, *Eponides frigidus granulatus* di Napoli, *Ammonia beccarii* (Linneo), *Valvulineria bradyana* (Fornasini), *Asterigerina planorbis* (d'Orbigny), *Elphidium crispum* (Linneo).

La sezione studiata si sviluppa lungo il versante sinistro della valletta incisa dal Rio Limbione ad est della località la Cascinetta (Comune di Volpedo), in prossimità del laghetto artificiale, subito al di sotto di Cascina Piani (310 m). La sezione che ha inizio a quota 225 m e termina a quota 285 m, si sviluppa per uno spessore di circa 28 m. Quando la stratificazione è osservabile si rileva una immersione degli strati verso ENE ed una inclinazione di circa 15°.

Sono stati prelevati 5 campioni volumetrici, ognuno di 25 dm<sup>3</sup>, insieme a 5 campioni per le analisi granulometriche; per le indagini micropaleontologiche sono stati raccolti 3 campioni rispettivamente alla base, a metà e verso il tetto della sezione.

La successione incontrata è la seguente (Fig. 2):

— Alla base: copertura detritico-colluviale.

1) Sabbia siltosa di color grigio azzurro, a stratificazione indistinta, con numerosi Gasteropodi, Bivalvi e abbondanti resti carboniosi (1,80 m). Campione VCB 1 prelevato a circa 1 m dalla base;

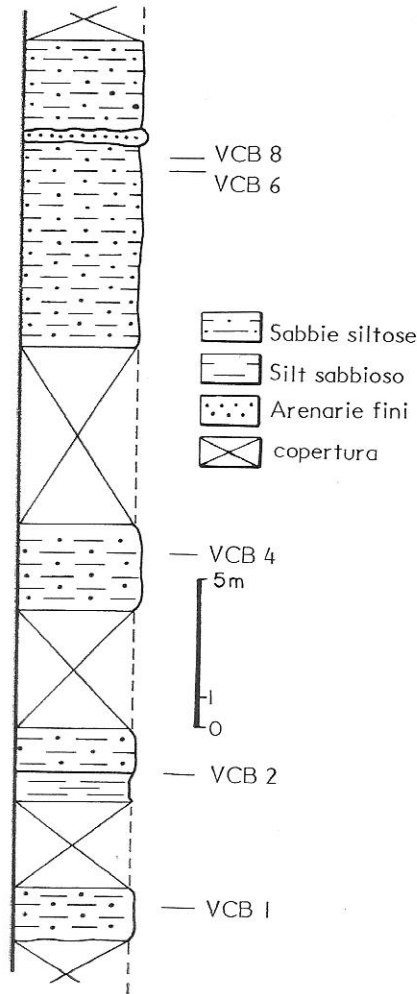


Fig. 2 - Colonna stratigrafica.

- copertura (3 m);
- 2) silt sabbioso di colore grigio azzurro privo di stratificazione, con numerosi resti fossili; verso l'alto tende ad arricchirsi in sabbia (0,90 m). Campione VCB 2 a circa metà del livello;
- 3) sabbia siltosa di color giallo nocciola ricca in fossili (1,5 m);
- copertura (4 m circa);
- 4) sabbia siltosa di color grigio nocciola, talvolta più compatta, ma comunque non cementata, senza stratificazione evidente. Numerosi esemplari di Gasteropodi e Bivalvi sparsi all'interno del sedimento, talvolta concentrati in orizzonti più ricchi (3 m). Campione VCB 4 a circa 1 m dal tetto;
- copertura (6 m circa);
- 5) sabbia siltosa di colore giallo nocciola, talvolta compatta e con accenni di stratificazione. Numerosi Gasteropodi e Bivalvi anche di grandi dimensioni, per lo più sparsi, ma anche in sottili livelli conchigliari; sono presenti frustoli carboniosi (7 m). Campione VCB 6 e VCB 8 a circa 0,30 m dal tetto;

- 6) arenaria fine, ben cementata, con superfici di stratificazione ondulate di colore giallo nocciola (0,30 m);  
 7) sabbia siltosa di colore giallo nocciola simile a quella del livello 5 (3 m).  
 — Al tetto: alluvioni quaternarie terrazzate.

I lavati contengono due gruppi diversi di microfaune: uno costituito da forme mal conservate, indizio di un probabile rimaneggiamento, appartenenti a specie paleogeniche e neogeniche; un altro composto da esemplari meglio conservati appartenenti a taxa di scarso significato stratigrafico, dato che indicano solo un generico Pliocene.

Una conferma dell'età pliocenica di questa sezione deriva dal rinvenimento, nei diversi campioni, di Molluschi la cui distribuzione stratigrafica non oltrepassa il Pliocene. Infatti le seguenti specie si estinguono al termine o durante il Pliocene: *Korobkovia oblonga* (Philippi), *Cubitostrea frondosa* (de Serres), *Lucina (Lucina) orbicularis* Deshayes, *Callista (Callista) italica* (Defrance), *Teinostoma (Solariorbis) woodi* (Hörnes), *Teinostoma (Solariorbis) woodi astensis* (Sacco), *Apicularia sulzeriana* (Risso), *Strombus (Strombus) coronatus* (Defrance), *Mitrella (Columbellopsis) astensis* (Bellardi), *Hinia (Uzita) clathrata* (Born), *Turris (Turris) contigua* (Brocchi), *Strioterebrum (Strioterebrum) pliocenicum* (Fontannes), *Strioterebrum (Strioterebrum) reticulare* (Pecchioli), *Acteon (Acteon) semistriatus* (Férussac), *Macrostomia bismichaelis* (Sacco), *Odostomia (Brachystomia) conoastensis* (Sacco), *Syrnola (Syrnola) persuturatoturris* (Sacco), *Eulimella (Ptycheulimella) subalpina* (Sacco), *Turbonilla (Strioturbonilla) pliocostellatoides* (Sacco), *Turbonilla (Pyrgolampros) pliopupoides* (Sacco), *Turbonilla (Pyrgiscus) bonellii* Pavia, *Pyramidella (Pyramidella) obtusior* (Semper), *Pyramidella (Pyramidella) plicosa* Bronn, *Dentalium (Dentalium) sexangulum* Gmelin.

#### Il sedimento.

Si è provveduto all'analisi granulometrica dei sedimenti mediante il setacciamento, utilizzando inoltre, per la frazione più fine il metodo della « pipetta »; sono state anche determinate le percentuali dei carbonati e del carbonio organico presenti. I risultati delle granulometrie sono stati tradotti in curve cumulative a scala probabilistico-logaritmica (Fig. 3) e su tali curve sono stati determinati i seguenti coefficienti (Folk, 1974): mediana (m), media ( $Mz \Phi$ ), deviazione standard o coefficiente di selezione ( $\sigma_1$ ), coefficiente di cernita o di Trask ( $S_o$ ), asimmetria ( $SK_1$ ), acutezza o « curtosità » ( $Kg$ ). La Tab. 1 fornisce il quadro delle analisi fisiche e chimiche

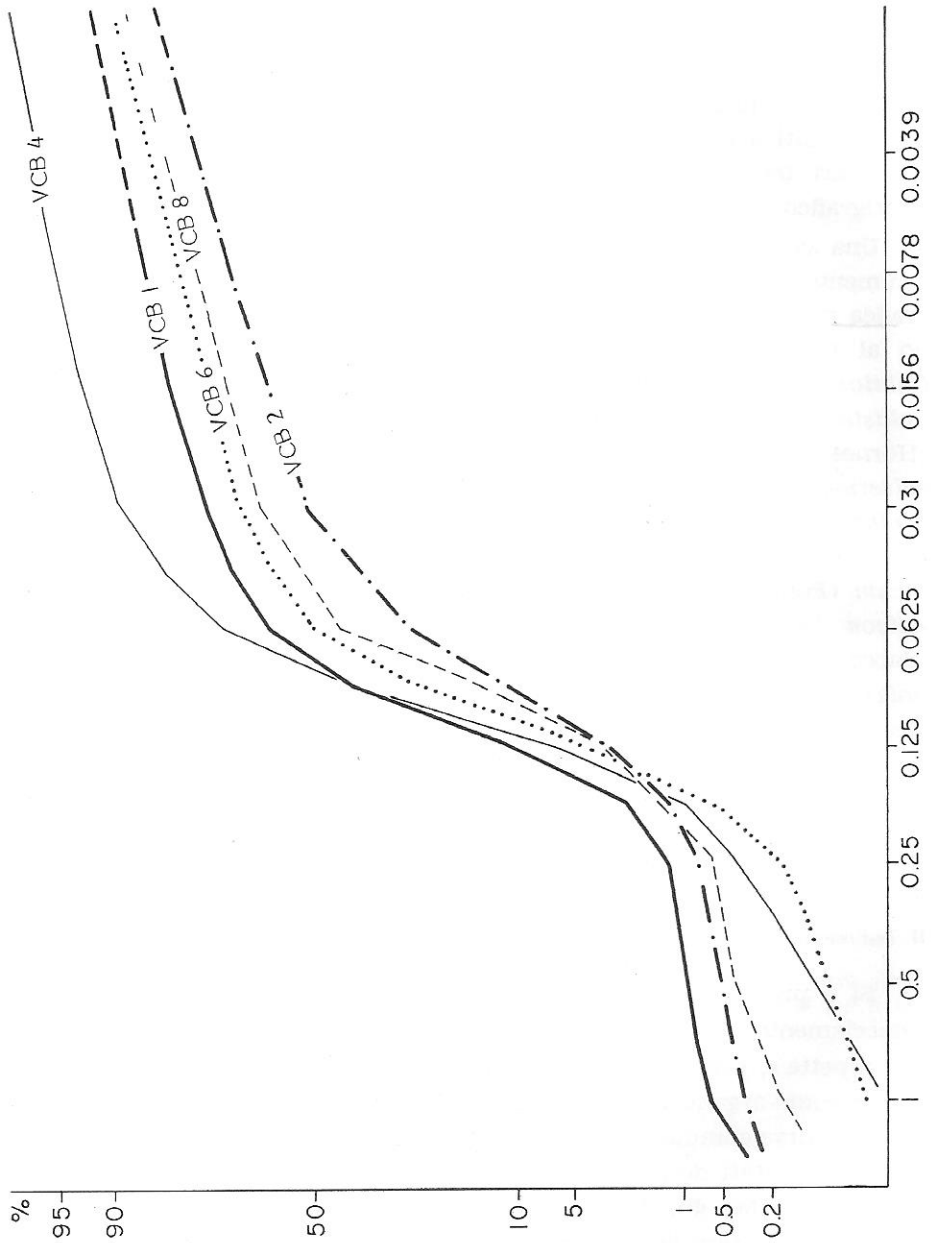


Fig. 3 - Curve cumulative della granulometria dei singoli campioni, in scala probabilistico-logaritmica.

Tab. 1 - Analisi fisico-chimiche del sedimento.

Cam- pioni	m	Mz $\Phi$	$\sigma_I/S_O$	SK <sub>I</sub>	Kg	% sabbia	% fangio	% 0,05-0,5	% 0,05	% CaCO <sub>3</sub>	% C. or.
VCB 1	0,080	4,26	1,84/1,51	0,67	2,52	68,35	35,94	70	30	22	0,32
VCB 2	0,035	6,14	2,62/3,42	0,58	0,79	29,66	70,18	40	60	20,7	0,43
VCB 4	0,080	3,77	0,92/1,29	0,45	2,19	73,43	26,57	80	20	14,7	0,00
VCB 6	0,066	4,85	2,09/2,14	0,70	1,30	53,37	46,62	60	40	16	0,25
VCB 8	0,063	5,19	2,26/2,39	0,69	1,12	46,51	53,45	54	46	16/17	n.c.

m: mediana  
Mz  $\Phi$ : media  
 $\sigma_I$ : coefficiente di selezione  
 $S_O$ : coefficiente di Trask  
SK<sub>I</sub>: asimmetria  
Kg: acutezza o « curtosi »  
CaCO<sub>3</sub>: carbonati  
C. or.: Carbonio organico

eseguite e dei coefficienti calcolati. In essa compaiono inoltre le percentuali delle frazioni sabbiosa e fangosa, sia secondo la scala di Wentworth, sia secondo la suddivisione proposta da Picard (1965); quest'ultima definisce i diversi diametri granulometrici, in base ai quali le specie che popolano un determinato fondo vengono distinte in pelofite, psammofite e psefofile.

In generale si può affermare che i sedimenti esaminati consistono in sabbia fine siltosa decisamente poco selezionata, con asimmetria verso la componente fine; la mediana (m) oscilla infatti tra 0,080 e 0,035 mm. I valori dei diversi coefficienti sono paragonabili a quelli ottenuti da Kremer (1975) per la costa di Mentone. Va però precisato che i valori batimetrici forniti da questo autore dipendono da diversi fattori, quali l'esposizione, il tipo di ondazione, l'intensità della medesima, eventuali apporti di materiali fini da parte dei corsi d'acqua sfocianti in mare. E' quindi solo possibile ipotizzare che i sedimenti pliocenici affioranti a Volpedo si siano depositi in un ambiente dalle caratteristiche generali simili a quelle dell'ambiente investigato da Kremer. Si tratterebbe, cioè, della fascia compresa fra la « zona infralitorale » e la « zona di transizione » così chiamata dall'autore sopracitato. Tale zona non è più interessata in modo diretto dalle onde ed il trasporto del materiale fine avviene per la maggior parte per galleggiamento.

Il calcolo dei carbonati presenti nei campioni studiati mostra un progressivo impoverimento nei valori percentuali dal basso della sezione verso l'alto, con una punta minima nel campione VCB 4. Nei sedimenti attuali della baia di Cassis, Bourcier (1971) ha messo in evidenza come il tasso di  $\text{CaCO}_3$  parta da valori intorno al 30% a circa 15 m di profondità e tenda ad aumentare progressivamente, raggiungendo il massimo (84%) intorno a 76-80 m. In seguito diminuisce regolarmente verso il largo, mantenendosi però sempre su valori superiori al 30%. Tenendo conto di tali osservazioni si può supporre che i sedimenti di Volpedo si siano depositi a profondità inferiore a 15 m ed in vicinanza della costa.

Il contenuto in carbonio organico presenta a sua volta un minimo in corrispondenza del campione VCB 4 (0%), mentre i valori ottenuti per gli altri campioni sono inferiori a 0,50%; il massimo (0,43%) si ha nel campione VCB 2. Massé (1970; 1971 a, b, c) ha misurato valori compresi fra 0,23 e 0,89% in sedimenti sabbiosi infralitorali della costa francese del Mediterraneo. Va però precisato, a questo riguardo, che i valori del carbonio organico sono stati da noi utilizzati solo in via sperimentale, persistendo ancora tutti i dubbi ed i problemi non risolti di cui abbonda la letteratura su tale argomento. I diversi valori trovati per i singoli campioni non rappresentano infatti probabilmente i valori reali presenti nei sedimenti all'epoca della loro deposizione, per cui essi sono stati utilizzati solo come confronto fra i diversi campioni. E' comunque significativo il fatto che la minima percentuale di carbonati e l'assenza di carbonio organico riguardino il campione (VCB 4) che presenta la miglior selezione, con la media e la mediana più alte. Queste evidenze risultano anche per i sedimenti infralitorali studiati da Massé (1970; 1971 a, b, c).

I risultati sopra esposti portano ad ipotizzare che nel corso del tempo vi siano stati dei cambiamenti nel tipo di sedimentazione che interessava il fondo del bacino nell'area considerata. Tale ipotesi verrà in seguito ripresa al termine dell'analisi dei popolamenti fossili ritrovati nei diversi campioni.

Infine va segnalato che i gusci dei Molluschi presenti nei campioni più bassi della sezione (VCB 1, VCB 2), specialmente quelli dei piccoli Gasteropodi, mostrano minuti cristalli di solfuri sparsi sia all'esterno che all'interno del guscio; ciò in concomitanza con il colore grigio azzurro del sedimento e con i valori più alti del carbonio organico.



### La malacofauna.

Lungo la sezione sono stati prelevati cinque campioni volumetrici di 25 dm<sup>3</sup> ciascuno. Questi sono stati prima disgregati con acqua ossigenata a 130 volumi e poi lavati su setacci con maglie di 1 mm. Sul residuo accumulato nei setacci ed asciugato, è stato eseguito il picking raccogliendo, oltre a tutti i Molluschi, anche gli altri resti fossili presenti. Si tratta in particolare di tubi calcarei di Policheti, frammenti di piastre ed aculei di Echinoidi, otoliti e frammenti di Briozoi.

La Tab. 2 fornisce l'elenco in ordine sistematico (1) di tutte le specie di Molluschi identificate in ogni campione volumetrico, accompagnata ognuna dai rispettivi valori della abbondanza (A) e dominanza (D).

Oltre a quelli elencati, sono stati rinvenuti lungo la sezione e specialmente nella parte inferiore, i seguenti taxa di Molluschi, in genere tutti di grosse dimensioni: *Xenophora crisper* (Koenig), *Tenagodus anquinus* (Linneo), *Ficus (Ficus) communis* (Roeding), *Semicassis laevigata* (Defrance), *Crepidula* sp., *Murex* cf. *brandaris* (Linneo), *Ostrea lamellosa* (Linneo), *Pinna* sp.

Nel corso della determinazione sono emersi problemi riguardanti sia la sistematica di alcuni taxa, sia l'attribuzione specifica di taluni esemplari giovanili. Da una attenta analisi dei dati di letteratura e da confronti diretti si sono potuti tuttavia puntualizzare sul materiale esaminato alcuni elementi relativi a *Nuculana (Saccella) fragilis* (Chemnitz), *Barbatia (Barbatia) pectinata* (Brocchi) e *Chamelea gallina* (Linneo).

*Nuculana (Saccella) fragilis* (Chemnitz, 1784) (Tav. 51, fig. 5-7). In base all'ornamentazione del guscio gli esemplari esaminati sono separabili in due gruppi di forme. Il primo, in cui l'ornamentazione interessa tutta la conchiglia, è identificabile con *Nuculana (Saccella) fragilis* (Chemnitz, 1784). Il secondo, con la sola regione posteriore ornata, è attribuibile a *Nuculana (Saccella) bonellii* (Bellardi, 1875).

Cerulli Irelli (1909), pur mantenendo distinte le due specie sopra citate, afferma a proposito di *N. bonellii*: «...è con forte dubbio che ritengo buona questa specie, giacché il suo principale carattere distintivo dalla *L. fragilis* — la mancanza cioè della striatura superficiale — si riscontra, benché in grado minore, in altri individui che per forma debbono sicuramente ascrivere a questa seconda specie, e quindi penso che

---

(1) L'inquadramento tassonomico è stato eseguito in base al « Treatise on Invertebrate Paleontology » (Parte N, Mollusca, 1969-71) per i Bivalvi; Graham (1971), Fretter & Graham (1977), Nordsieck (1968, 1977), Wenz (1938-44) per i Gasteropodi Prosobranchi; Nordsieck (1972) per i Gasteropodi Opistobranchi ed in particolare per le specie appartenenti ai *Pyramidellida*.







segue Tab. 2.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Chamelea gallina</i> (Linneo)	111	1,08	156	1,07	316	6,004	228	3,094	343	2,736
<i>Clausinella fasciata</i> (da Costa)					14	0,266	6	0,084	14	0,112
<i>Trinochea (Trinochea) ovata</i> (Pennant)	428	4,28	213	1,491	202	3,838	101	1,414	155	1,24
MYOIDA										
Myacea										
<i>Corbula (Varicorbula) gibba</i> (Olivi)	2625	26,25	6879	48,153	1599	30,381	2417	33,838	4181	33,448
Hiattellaceae										
<i>Panopea (Panopea) glycymeris</i> (Born)					1	0,019				
ANOMALODESMATA										
PHOLADOMYOIDA										
Poromyacea										
<i>Cuspidaria (Cuspidaria) cuspidata</i> (Olivi)	2	0,02	2	0,014						
GASTROPODA										
PROSOBRANCHIA										
ARCHAEOGASTROPODA										
Trochaceae										
<i>Danilia sublimbata</i> (d'Orbigny)			1	0,007				1	0,014	
<i>Gibbula (Gibbula) magnus</i> (Linneo)					7	0,133	9	0,126	6	0,048
<i>Gibbula (Tumulus) ardens</i> (von Salis)	3	0,09								
<i>Jajubinus (Jajubinus) striatus</i> (Linneo)	1	0,01	23	0,161					1	0,008
<i>Teustostoma (Solariorbis) woodi</i> (Hörnes)	15	0,15	25	0,175	1	0,019	6	0,084	4	0,032
<i>Teustostoma (Solariorbis) woodi astensis</i> (Sacco)					3	0,057	3	0,042	2	0,016

segue Tab. 2.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Tricolita (Tricolita) pulla</i> (Linneo)	107	1,07	108	0,756			39	0,546	91	0,728
<i>Tricolita (Tricolita) speciosa</i> (von Muilfeldt)	5	0,05	3	0,021			1	0,014	6	0,048
MESOGASTROPODA										
<i>Rissoacea</i>										
<i>Barleeia rubra</i> (Adams)	45	0,45	206	1,442	4	0,076	37	0,518	322	2,576
<i>Truncatella subcylindrica</i> (Linneo)			3	0,021					1	0,008
<i>Circulus striatus</i> (Philippi)			1	0,007						
<i>Alvania cf. montagui</i> (Payraudeau)			1	0,007						
<i>Alvania (Turbona) aglaya</i> (de Stefani & Pantanelli)	5	0,05								
<i>Alvania (Turbona) reticulata</i> (Montagu)										
<i>Alvania (Acinopsis) cancellata</i> (da Costa)	2	0,02	1	0,007					1	0,008
<i>Alvania (Acinopsis) subcrenulata</i> (Schwartz)	50	0,50	1	0,007					2	0,016
<i>Turboella (Multiturboella) inconspicua</i> (Alder)			7	0,049						
<i>Turboella (Multiturboella) prismatica</i> (Monterosato)	12	0,12	12	0,084						
<i>Apiculularia sulzeriana</i> (Risso)	10	0,10	3	0,021	1	0,049	3	0,042	37	0,296
<i>Rissoa cf. angulatacuta</i> (Sacco)	10	0,10								
<i>Cerithiacea</i>										
<i>Turritella tricarinata</i> (Brocchi)	508	5,08	138	0,986	40	0,760	180	2,520	274	2,192
<i>Architectonica (Architectonica) simplex</i> (Bronn)										
<i>Bititium (Bititium) reticulatum</i> (da Costa)	1160	11,60	1375	9,625	8	0,152	10	0,140	1	0,008
<i>Bititium (Bititium) deshayesi</i> (Cerulli-Irelli)	11	0,11	332	2,324	27	0,513	64	0,896	19	0,152
<i>Cerithium (Theridium) crenatum</i> (Brocchi)			13	0,091	17	0,323	15	0,210	231	1,848
									8	0,064

segue Tab. 2.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8		
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	
<i>Epitoniacca</i>											
<i>Cirsoirema (Gyroscala) pseudoscalare</i> (Brocchi)	1	0,01	10	0,070	15	0,285	6	0,084	8	0,064	
<i>Scala (Clathrus) clathra</i> (Linneo)			6	0,042					2	0,016	
<i>Eulimacea</i>			3	0,021			7	0,098	1	0,008	
<i>Leiostraca (Leiostraca) subulata</i> (Donovan)											
Niso (Niso) eburnea Risso	2	0,02									
<i>Calyptraeacea</i>											
<i>Calyptraea (Calyptraea) chinensis</i> (Linneo)									2	0,016	
<i>Strombacea</i>											
<i>Aporrhais (Aporrhais) pespelecani</i> (Linneo)	1	0,007									
<i>Strombus (Strombus) coronatus</i> Deirance	1	0,007									
<i>Naticacea</i>											
<i>Neverita josephina</i> Risso	153	1,53	25	0,175	11	2,109	273	3,822	353	2,824	
<i>Lunatia politana</i> (delle Chiaie)	311	3,11	243	1,701	15	0,285	40	0,56	27	0,216	
<i>Sinum (Sinum) sirtatum</i> (de Serres)									1	0,008	
<i>Naticarius tigrinus</i> (Deirance)	1	0,01	37	0,259	25	0,475	44	0,616	32	0,256	
NEOGASTROPODA											
<i>Muricacea</i>											
<i>Coralliophila (Pseudomurex) bracteata</i> (Brocchi)	1	0,01									
<i>Buccinacea</i>											
<i>Mitrella (Columbellopsis) astensis</i> (Bellardi)	29	0,29	2	0,014			2	0,028	1	0,008	
<i>Amgacina dertonensis</i> (Bellardi)	116	1,16	238	1,666	127	2,413	128	1,792	237	1,848	
<i>Amgacina semistriata</i> (Brocchi)	6	0,06	536	3,752	112	2,128	161	2,254	236	1,840	

segue Tab. 2.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Hinia (Tritonella) serraticosta</i> (Bronn)	21	0,21	4	0,028	10	0,19	16	0,224	18	0,144
<i>Hinia (Tritonella) asperata</i> (Cocconi)	250	2,50	108	0,756	42	0,798	65	0,91	44	0,352
<i>Hinia (Tritonella) incassata</i> Strom			9	0,063	55	1,045	77	1,078	252	2,016
<i>Hinia (Tritonella) angulata</i> (Brocchi)	271	2,71	63	0,441	7	0,133	6	0,084	10	0,080
<i>Hinia (Uzita) clathrata</i> (Born)	16	0,16	5	0,035						
<i>Voluacea</i>										
<i>Vexillum (Uromitra) recticosta</i> (Bellardi)	1	0,01	1	0,007	11	0,209	6	0,084	20	0,16
<i>Cancellaria (Bivetiella) cancellata</i> (Linneo)										
<i>Gibberulina (Gibberulina) clandestina</i> (Brocchi)	1	0,01								
<i>Conacea</i>										
<i>Clavus (Cymatosyrinx) sigmoideus</i> (Bronn)	3	0,03	3	0,021	1	0,019				
<i>Turris (Turris) contigua</i> (Brocchi)					34	0,646	16	0,224	24	0,192
<i>Mangelia attenuata</i> (Montagu)	35	0,35	13	0,091					1	0,008
<i>Mangelia (Mangelia) pusilla</i> (Scacchi)										
<i>Cythara (Cytharella) costata</i> (Donovan)	7	0,07	11	0,077						
<i>Cythara (Rugocythara) rugulosa</i> (Philippi)	5	0,05	6	0,042						
<i>Benthomangelia cf. mericica</i> (Locard)			1	0,007						
<i>Smithiella costulata</i> (Blainville)	1	0,01			37	0,703	20	0,28	61	0,488
<i>Bela brachystoma</i> (Philippi)	136	1,36	74	0,518	24	0,456	21	0,294	95	0,76
<i>Bela submarginata</i> (Bellardi, Bonelli ms.)	2	0,02	1	0,007						
<i>Comarmondia gracilis</i> (Montagu)	3	0,03			1	0,019	1	0,014	5	0,040
<i>Raphitoma echinata</i> (Brocchi)	10	0,10	3	0,021					7	0,056
<i>Raphitoma (Lineotoma) linearis</i> (Montagu)	2	0,02								
<i>Raphitoma cf. linearis</i> (Montagu)	2	0,02								
<i>Teretia anceps</i> (Eichwald)	11	0,11	2	0,014						



	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Conus antiquus</i> (Lamarck)					1	0,019			3	0,024
<i>Conus (Leptoconus) brocchii</i> Bronn	8	0,08			2	0,038			2	0,016
<i>Conus sirtatulus</i> (Brocchi)					36	0,684			54	0,432
<i>Strioterebrum (Strioterebrum) pitocenicum</i> (Fontannes)	2	0,02	1	0,007	4	0,076	2	0,028	2	0,016
<i>Strioterebrum (Strioterebrum) reticulare</i> (Pecchioli?)										
O P I S T I O B R A N C H I A										
CEPHALASPIDEA										
<i>Acteon (Acteon) semistriatus</i> (Férussac)	58	0,58	50	0,35	5	0,095	11	0,154	40	0,32
<i>Ringicula (Ringicula) buccinea</i> (Brocchi)	21	0,21	24	0,168	27	0,513	179	2,506	356	2,848
<i>Ringicula (Ringicula) ventricosa</i> (Sowerby)	129	1,29	46	0,322	36	0,684	123	1,722	210	1,68
<i>Acteocina hemipleura</i> Fontannes	27	0,27	20	0,140	3	0,057	11	0,154	76	0,608
<i>Cylichna cylindracea</i> (Fennant)	3	0,03			1	0,019	14	0,196	32	0,256
<i>Rozania (Rozania) utriculus</i> (Brocchi)	1	0,01	2	0,014			3	0,042	11	0,088
<i>Weinkauffia semistriata</i> (Requiem)									1	0,008
<i>Retusa decussata</i> (Bonelli)	3	0,03								
<i>Retusa (Coleophysis) truncatula</i> (Bruguière)			6	0,042						
<i>Cylichna subcylindrica</i> (Brown)			3	0,021						
<i>Rhizocrus acuminatus</i> (Bruguière)			1	0,007						
P y r a m i d e l l a c e a										
<i>Chrysalitida (Ivadiella) excavata</i> (Philippi)	1	0,01							2	0,016
<i>Chrysalitida (Ivadiella) obtusa</i> (Brown)	1	0,01							5	0,040
<i>Macrodomomia bismichaetis</i> Sacco	3	0,03	4	0,028	2	0,038			139	1,112
<i>Odosstomia cf. aperta</i> Pavia					60	1,114	27	0,378		
<i>Odosstomia (Megastomia) conoidea</i> (Brocchi)	92	0,92	147	1,029						

segue Tab. 2.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Odostomia (Megastomia) unidentata</i> (Montagu)	8	0,08							1	0,008
<i>Odostomia (Nisostomia) acuta</i> Jeffreys	8	0,08								
<i>Odostomia (Brachystomia) rissoides</i> Hanley	4	0,04								
<i>Odostomia (Brachystomia) conoastensis</i> (Sacco)	8	0,08								
<i>Odostomia (Odostomia) turrita</i> Hanley	1	0,01	3	0,021					7	0,056
<i>Odostomia (Auristomia) michaelis</i> Brugnone	1	0,01								
<i>Odostomia cf. planatina</i> (Sacco)										
<i>Synola (Synola) persaturatourris</i> (Sacco)	1	0,01								
<i>Eulimella (Ptycheulimella) subalpina</i> (Sacco)	1	0,01			7	0,133			3	0,024
<i>Eulimella (Eulimella) scilae</i> (Scacchi)	11	0,11	4	0,028					63	0,504
<i>Turbonilla (Turbonilla) lactea</i> (Linneo)	3	0,03	4	0,028					48	0,384
<i>Turbonilla (Cyrtoturbonilla) pusilla</i> (Philippi)										
<i>Turbonilla (Strioturbonilla) pliocostellatoides</i> (Sacco)			1	0,007						
<i>Turbonilla (Pyrgiscus) rufo</i> (Philippi)			3	0,021	1	0,019			3	0,024
<i>Turbonilla (Pyrgiscus) bonellii</i> Pavia	4	0,04	40	0,280					2	0,016
<i>Turbonilla (Mormula) lanceae</i> (Libassi)	1	0,01								
<i>Turbonilla cf. striatula</i> (Linneo)	1	0,01								
<i>Turbonilla (Pyrgolampros) piopropoides</i> (Sacco)										
<i>Pyramidella (Pyramidella) obtusior</i> (Semper)	11	0,11	13	0,091	13	0,247	25	0,350	63	0,504
<i>Pyramidella (Pyramidella) picosa</i> Bronn	18	0,18	1	0,007	1	0,014	9	0,126	33	0,264
S C A P H O P O D A										
<i>Dentalium (Dentalium) serangulum</i> Gmelin	15	0,15	5	0,035	14	0,266	21	0,294	20	0,160
<i>Dentalium (Antatis) dentale</i> Linneo			94	0,658	3	0,057	18	0,252	9	0,072
<i>Fustiaria (Fustiaria) rubescens</i> (Deshayes)					4	0,076	9	0,126	3	0,024
	10256		14470		5294		6899		12073	

la *L. Bonellii* potrebbe forse ritenersi varietà, ancor più spiccata delle altre, della *L. fragilis* ».

Pavia (1975) propone di considerare *fragilis* e *bonellii* come due morfotipi estremi di un'unica specie: *Nuculana (Saccella) fragilis* (Chemnitz, 1784).

Anche noi concordiamo con gli autori sopracitati e manteniamo riuniti i due gruppi, non ravvisando caratteri sufficienti per la distinzione di due specie.

*Barbatia (Barbatia) pectinata* (Brocchi, 1814) (Tav. 51, fig. 8-11). Sono state attribuite a questa specie esemplari con conchiglia equivalve, inequilaterale, discretamente convessa, più lunga che alta, a contorno subrettangolare, con parte anteriore lunga circa la metà della posteriore. Margine anteriore, più breve di quello posteriore, debolmente arcuato, raccordato quasi ad angolo retto con il margine ventrale, che è subrettilineo ed inciso in posizione mediana da un'insenatura bissale; margine posteriore arcuato. Area legamentare poco estesa, anfideta, triangolare. Cerniera taxodonte leggermente arcuata, formata da 18-20 denti, più piccoli e perpendicolari al margine dorsale nella parte mediana, più sviluppati ed obliqui verso le estremità. Muscolo posteriore più sviluppato ed a contorno subtrapezoidale. Margini anteriore, ventrale e posteriore internamente crenellati. Ornamentazione data da 27-29 coste radiali piatte, più ampie degli spazi intercostali.

In tutti i campioni esaminati sono rappresentate solo forme giovanili di questa specie. Si è ritenuto, perciò, necessario un confronto diretto con l'olotipo ed i paratipi della specie. E' emersa così, nonostante il cattivo stato di conservazione della regione umbonale dei tipi primari, un'evidente analogia tra gli esemplari provenienti da Ca' Barbieri e quelli di Brocchi. Inoltre in questi ultimi è presente un'insenatura bissale mediana, la cerniera è tendenzialmente arcuata, i denti aumentano gradualmente di dimensione verso le estremità del margine dorsale. Per questi caratteri la specie di Brocchi va quindi riferita al genere *Barbatia* Gray, 1842, secondo quanto già suggerito da Caprotti (1968) e non al genere *Anadara* Gray, 1847, come è stato invece proposto da Cox et al. (1969).

*Chamelea gallina* (Linneo, 1758) (Tav. 51, fig. 1-4). Tra gli esemplari esaminati, per la maggior parte forme giovanili o di piccole dimensioni, si sono notate differenze relative all'ornamentazione. Molti individui presentano infatti lamelle concentriche a profilo piatto, che bruscamente si assottigliano nella regione posteriore, dove alcune tendono a riunirsi a due a due in prossimità della carena. Altri hanno lamelle

concentriche erette, a profilo tagliente su tutto il fianco della valva ed interrotte in corrispondenza della carena posteriore.

Stanley (1970) precisa che molti Veneroida viventi in substrati fangosi presentano allo stadio giovanile lamelle ben sviluppate per aumentare la propria stabilità, mentre sono lisci allo stadio adulto.

Rhoads (1974) afferma che un organismo può adattarsi a vivere su di un substrato molle in quattro modi:

- 1) riducendo la densità,
- 2) riducendo le dimensioni (restando piccolo),
- 3) aumentando la superficie d'appoggio senza aumentare il volume,
- 4) aumentando la sua galleggiabilità.

Per queste ragioni abbiamo preferito attribuire tutti gli esemplari esaminati a *Chamelea gallina* (Linneo), anche perché non ci è stato possibile osservare individui di *Chamelea lamellosa* (De Rayneval, Van De Hecke & Ponzi, 1854), l'unica altra specie con ornamentazione simile a quella del secondo gruppo.

#### Autoecologia.

Per riconoscere in ogni singolo campione l'eventuale presenza di forme alloctone estranee alle comunità originali, si è ritenuto necessario raccogliere notizie autoecologiche sui diversi taxa rinvenuti. Queste provengono in parte dalla letteratura, in parte da osservazioni personali sulle comunità attuali, nonché dalle evidenze emerse nei singoli campioni. Quando è stato possibile si sono considerati i rapporti fra la fauna ed il substrato ed il tipo di trofismo dei taxa. Per mettere in luce inoltre la dinamica delle popolazioni sono stati calcolati, sulla base delle misure biometriche di talune specie particolarmente abbondanti, alcuni coefficienti proposti dalla letteratura.

#### BIVALVIA.

##### NUCULACEA.

*Nucula (Lamellinucula) sulcata*, è stata indicata da diversi autori (Vatova, 1949; Picard, 1965; Cadée, 1968; Guille, 1970) come specie pelofila. Guille (1970) ha segnalato in Atlantico, a profondità comprese fra 40 e 90 m, in fondi fangosi, una sottocomunità a *Nucula sulcata*, caratterizzata dalla scomparsa delle specie euriterme litorali.

*Nucula (Nucula) placentina* e *Nucula (Lamellinucula) jeffreysi*, en-

trambe estinte nel Pleistocene, possono essere considerate come probabili specie pelofile.

I *Nuculacea* sono Protobranchi detritivori, che vivono infossati a poca distanza dalla superficie del sedimento. Stanley (1970) ha notato come la specie atlantica *Nucula proxima* prelevi il cibo sia all'interno che sulla superficie del sedimento stesso.

#### NUCULANACEA.

*Nuculana (Lembulus) pella* è una specie detritivora, che seleziona le particelle organiche sia all'interno che sulla superficie del sedimento. Picard (1965) l'ha considerata come indicatrice di instabilità al fondo, mentre *Nuculana (Saccella) fragilis* è indicata, sempre dall'autore, come specie mistofila. Stanley (1970) ha definito le specie atlantiche del genere *Nuculana* come forme infossate a debole profondità.

#### ARCACEA.

Le due specie *Barbatia (Barbatia) mytiloides* e *Barbatia (Barbatia) pectinata* appartengono entrambe all'epifauna; sono bisstate e necessitano di substrati adatti ai quali fissarsi.

*Anadara (Anadara) diluvii* appartiene alla seminafauna; sospensivora, come le precedenti, è comunemente ritenuta specie mistofila.

#### LIMOPSACEA.

*Glycymeris (Glycymeris) insubrica* è indicata da Pérès e Picard (1964) come caratteristica esclusiva della Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Selezionate (S.F.B.C.); va dunque considerata come specie psammofila. Dati personali confermano la presenza di *Glycymeris (Glycymeris) insubrica* in sabbie medie-fini a profondità di 7-9 m, come del resto osservato da Massé (1971 a) nelle S.F.B.C. della costa francese del Mediterraneo. In genere si tratta di esemplari giovanili presenti in discreta abbondanza. *Glycymeris (Glycymeris) insubrica* è sospensivora e appartiene al gruppo dei Filibranchi. I dati forniti da Stanley (1970) per la specie atlantica *Glycymeris pectinata* indicano un lento fossatore, che vive appena al di sotto dell'interfaccia acqua-sedimento, talvolta anche con la conchiglia parzialmente esposta.

#### PTERIACEA.

Le specie appartenenti al genere *Pteria* sono sessili e vivono in genere attaccate a *Gorgonacea*. La forma mediterranea è caratteristica del-

la Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (V.T.C.) (Pérès & Picard, 1964). È probabile che i rappresentanti del genere possano trovare substrati adatti su cui fissarsi anche in talune Fanerogame marine.

#### PECTINACEA.

Filibranchi, sospensivori, appartengono tutti all'epifauna sia come forme liberamente natanti, sia come forme bissate.

*Korobkovia oblonga* è indicata (Robba, 1981) come specie preferenziale della Biocenosi dei Fanghi Profondi (V.P.).

*Chlamys (Flexopecten) hyalina* è caratteristica della Biocenosi dell'« herbier » di *Posidonia oceanica* (H.P.) (Pérès & Picard, 1964). Gli altri taxa presenti nei campioni esaminati, sono stati segnalati su diversi fondi mobili infra e circalitorali.

#### ANOMIACEA.

*Anomia (Anomia) ephippium* è forma dell'epifauna sessile, appartiene ai sospensivori. Ubiquista vive fissata su piccoli substrati solidi. Picard (1965) l'ha definita come specie « detriticola » insieme a *Pododesmus (Monia) patelliformis*.

#### OSTREACEA.

*Cubitostrea frondosa* appartiene all'epifauna sessile; gli esemplari, tutti di piccole dimensioni, rinvenuti nei diversi campioni presentano un'area di attacco in forma di canale allungato, probabilmente dovuto ad una fissazione su steli di Fanerogame.

#### LUCINACEA.

*Anodontia (Loripinus) fragilis* è indicata da Vatova (1949) come specie « pelo-psammofila » ed è stata rinvenuta dallo stesso autore in fondi melmoso-sabbiosi dell'Adriatico. Stanley (1970) ha considerato la specie atlantica *Anodontia alba* come appartenente all'endofauna profonda. Sospensivora, *Anodontia (Loripinus) fragilis*, è probabilmente anch'essa un'endobionte profonda, legata a sedimenti sabbiosi fini e tollerante una certa percentuale di fango; la si è considerata come psammofila tollerante.

*Lucinella divaricata* è stata ritrovata nella Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Selezionate (S.F.B.C.) lungo la costa francese ed è indicata da Picard (1965) come una specie senza preciso significato (s.s.pr.). Vatova

(1949), rinvenendola in substrati melmosi, l'ha definita « ilio-psammofila ». Febvre-Chevalier (1969) l'ha ritrovata in pochi metri d'acqua nelle « zone di transizione » fra biocenosi riferibili alle S.F.B.C., dominanti, e S.F.H.N. *Divaricella quadrisulcata*, specie atlantica molto affine a *Lucinella divaricata*, è indicata da Stanley (1970) come endobionte profonda. Secondo noi la specie in questione è da ritenersi una psammofila tollerante.

*Diplodonta (Diplodonta) rotundata* è considerata da Picard (1965) come pelofila stretta, legata a biotopi nei quali la frazione fangosa è dominante. La specie atlantica *Diplodonta notata* è un'endobionte profonda (Stanley, 1970).

#### LEPTONACEA.

*Bornia (Bornia) sebetia*, eulamellibranco, sospensivora è considerata da Pérès e Picard (1964) come caratteristica esclusiva delle S.R.P.V.; probabilmente si tratta di una specie psammofila tollerante.

#### CARDIACEA.

*Acanthocardia (Acanthocardia) paucicostata* è definita da Vatova (1949) come « iliofila », mentre Pérès e Picard (1964) l'hanno considerata caratteristica della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (V.T.C.). Febvre-Chevalier (1969) l'ha ritrovata nel Golfo di Fos, in stazioni esterne del V.T.C. La specie è pelofila tollerante.

*Parvicardium scabrum* in genere appena infossata nel sedimento, è segnalata su diversi fondi mobili (Tebble, 1966). Vatova (1949) ha identificato con *Cardium nodosum* un taxon da lui definito « pelo-psammofilo », ritrovato a profondità di 8 m su di un fondo sabbioso. La specie in esame è da ritenersi probabilmente psammofila tollerante.

*Plagiocardium (Papillicardium) papillosum* è indicata da Picard (1965) come specie a larga ripartizione ecologica (l.r.e.), preferenziale della Biocenosi del D.C. È stata incontrata da chi scrive in diversi biotopi dei Piani Infralitorale e Circalitorale; si tratta di una forma mistofila a larga ripartizione.

#### MACTRACEA.

*Mactra corallina* è riportata da Pérès e Picard (1964) come caratteristica esclusiva della Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Selezionate (S.F.B.C.). Si tratta di una specie psammofila, sospensivora.

*Spisula (Spisula) subtruncata*. Diversi autori si sono occupati, anche recentemente, di questo sospensivoro. Pérès e Picard (1964) l'hanno considerata come specie caratteristica preferenziale della Biocenosi delle S.F.B.C.; questo dato è confermato da Picard (1965), da Febvre-Chevallier (1969) e da Massé (1971 a-c, 1972). In Mediterraneo *Spisula (Spisula) subtruncata*, allo stadio adulto, popola i fondi sabbiosi a profondità inferiori a 10 m, mentre esemplari giovanili sono stati raccolti fino a —40 m (Picard, 1965). Due sono i fattori edafici che sembrano condizionare la sua distribuzione: una grande quantità di materiale organico in sospensione ed una buona circolazione d'acqua (Lagardère, 1971). Tali condizioni sono in genere favorite dalla presenza di grandi corsi d'acqua o da una rilevante escursione di marea; la torbidità dell'acqua non deve essere eccessiva, mentre la tolleranza al fango è in funzione della materia organica in sospensione.

Bodoy (1980), nel suo studio su *Spisula subtruncata* del Golfo di Marsiglia, ha messo in evidenza come la specie presenti nelle acque mediterranee una crescita praticamente continua lungo l'arco dell'anno. Ciò è dovuto al fatto che la temperatura dell'acqua non discende mai al di sotto di 12° C. Se da una parte questo comporta una rapida crescita e la possibilità di una riproduzione precoce, dall'altra riduce la durata della vita media dell'organismo, la cui taglia massima è inferiore a quella di esemplari provenienti da acque più fredde. Sulla base di queste ultime considerazioni e data anche l'abbondanza di esemplari nei diversi campioni, si è effettuata una analisi biometrica della specie. Scelte delle classi di individui di taglia determinata, si è proceduto ad una elaborazione dei dati secondo il metodo suggerito da Ricklefs (1981), in modo da costruire delle « Tabelle demografiche specifiche per il tempo » e calcolare, per ciascuna classe dimensionale, il coefficiente di probabilità di vita ( $e_x$ ). Oltre ai dati derivati dai singoli campioni, sono stati elaborati anche quelli ricavati dalla letteratura (Massé, 1970, 1971 a) ed altri desunti dall'esame di una tanatocenosi attuale prelevata nel Golfo di Baratti in un fondo di tipo S.F.B.C.

Pur tenendo presente che i campioni pliocenici non sono direttamente confrontabili, per le diverse condizioni edafiche, con i campioni prelevati in fondi attuali, è tuttavia possibile fare alcune osservazioni (Fig. 4).

— *Spisula (Spisula) subtruncata*, negli esemplari misurati raggiunge raramente la lunghezza di 10 mm, mentre in quelli provenienti dalla costa mediterranea francese arriva a 20-21 mm.



— A Volpedo la specie presenta un massimo di mortalità nelle classi comprese fra 2-4 mm.

— Solo in due campioni (VCB 4 e VCB 6) dopo questo massimo di mortalità si nota una ripresa nella vitalità degli animali, segno di condizioni più favorevoli del paleobiotopo.

— Seguendo quanto affermato da Bodoy (1980), il taxon raggiungerebbe dimensioni vicine a quelle minime riproduttive solo in un campione (VCB 6). Se però si considera che la temperatura media dell'acqua doveva essere superiore agli attuali 12° C mediterranei, si può ammettere che la specie raggiungesse la maturità sessuale già a taglie leggermente inferiori. Di conseguenza anche in altri campioni (VCB 4 e VCB 8) *Spisula (Spisula) subtruncata* potrebbe aver raggiunto lo stadio efebico.

— Diversi fattori edafici si sommano alla granulometria del sedimento nel condizionare uno sviluppo regolare del taxon considerato. In particolare il sedimento sembra influenzare la metamorfosi larvale ed i primi stadi di vita.

— Tutte queste considerazioni sono suffragate dall'analisi dei diversi campioni (Fig. 4).

Nel campione VCB 1, in cui il sedimento è dominato dalla frazione sabbiosa e la dominanza della specie è elevata, la lunghezza raggiunge difficilmente 7 mm. La caduta della curva è continua. La possibilità di raggiungere lo stadio efebico rimane quindi molto improbabile. Si può pertanto ipotizzare che la popolazione di *Spisula (Spisula) subtruncata* sia derivata da un massiccio apporto larvale esterno, proveniente da altre comunità vicine. La si può quindi considerare nella paleocomunità come « specie accompagnatrice ».

Nel campione VCB 2 la percentuale fangosa più elevata condiziona in modo determinante lo sviluppo del taxon. Il valore della dominanza presenta infatti la percentuale minima fra tutti i campioni investigati. Il coefficiente  $e_x$  raggiunge il valore 1 per lunghezze di 7 mm. La popolazione di *Spisula (Spisula) subtruncata* deriva anche in questo caso da un apporto larvale esterno ed essa rimane una « specie accompagnatrice ».

Nel campione VCB 4 il coefficiente  $e_x$  ha valore 1 per taglie comprese fra 7-8 mm. È quindi possibile che taluni individui raggiungessero direttamente nel paleobiotopo lo stadio riproduttivo. La specie può essere considerata forma caratteristica preferenziale della paleocomunità.

Nei campioni VCB 6 e VCB 8 il coefficiente  $e_x$  (per valori di  $e_x = 1$ )

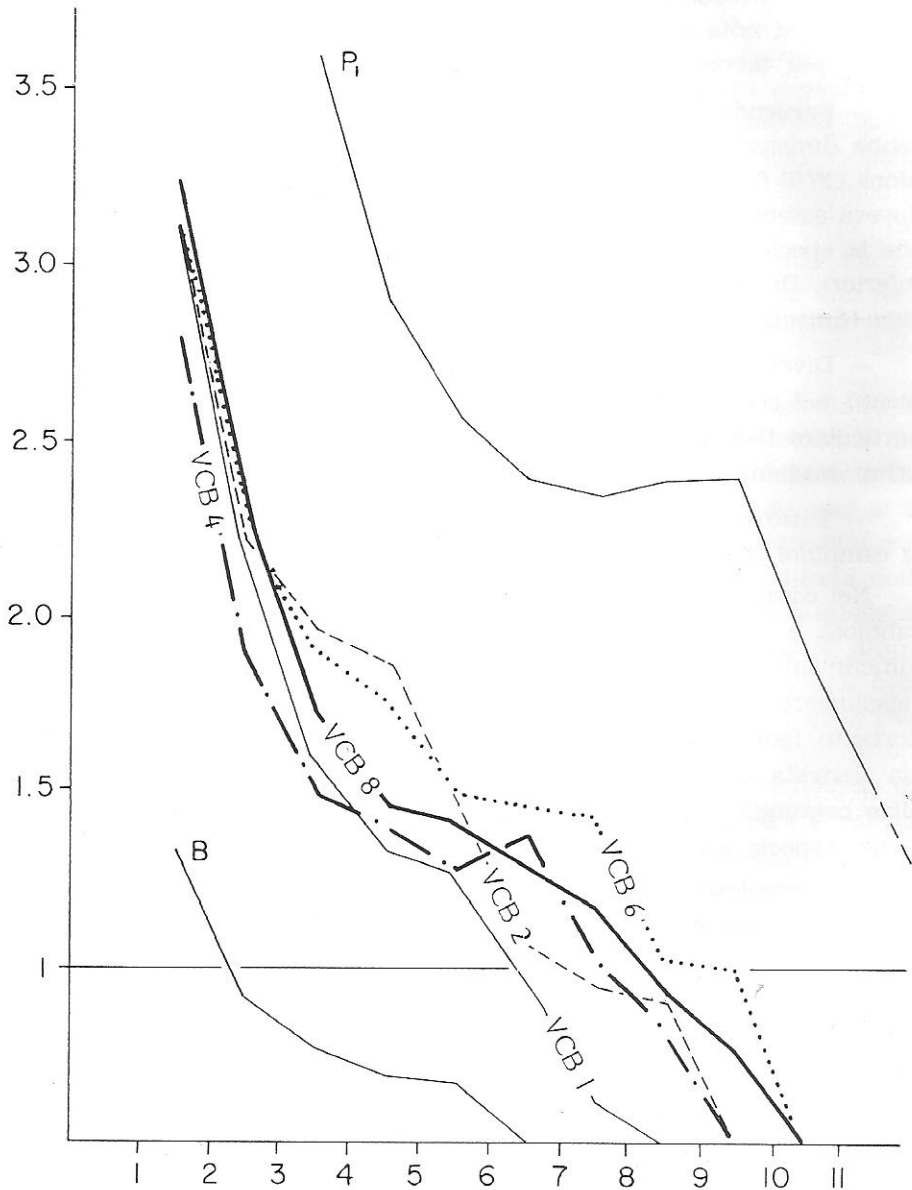


Fig. 4 - Curve del coefficiente di probabilità di vita ( $e_i$ ) di *Spisula (Spisula) subtruncata* (da Costa); B) S.F.T., Baratti (dati personali);  $P_i$ ) Baia del Prado (Marsiglia), da Massé (1971 a).

è situato fra taglie di 8-10 mm. È probabile che le condizioni edafiche generali fossero favorevoli alla specie in esame, che sembra così caratterizzare in modo definitivo i paleobiotopi.

#### TELLINACEA.

*Tellina (Tellinella) distorta* è specie detritivora che vive profondamente infossata nel sedimento. Vatova (1940, 1943) l'ha segnalata in fondi melmoso-sabbioso-fangosi a diverse profondità, definendola « ilio-psammofila ». Il taxon è stato designato come indicatore di instabilità sedimentaria al fondo (Pérès & Picard, 1964; Picard, 1965). Lo stesso significato gli è stato attribuito da Febvre-Chevalier (1969), che l'ha ritrovato nel Golfo di Fos, in diverse stazioni di transizione fra una Biocenosi V.T.C. ed una D.E.

*Tellina (Oudardia) compressa* presenta gli stessi caratteri di *Tellina (Tellinella) distorta*: detritivora, vive a sua volta profondamente infossata nel sedimento. Osservazioni personali ne hanno confermato la presenza in fondi fangoso-detritici, a circa 30 m di profondità. I dati emersi dall'esame dei singoli campioni fanno ipotizzare che si tratti di una specie psammofila tollerante.

*Gari (Psammobia) fervensis* è specie sospensivora, segnalata da diversi autori come caratteristica esclusiva della Biocenosi D.C. (Picard, 1965; Febvre-Chevalier, 1969); può quindi essere considerata mistofila.

*Abra (Abra) nitida*, detritivora, è considerata da Picard (1965) e da Febvre-Chevalier (1969) come pelofila stretta. Tebble (1966) l'ha segnalata in fondi fangosi, siltoso-fangosi e fangosi grossolani e ciò porta a considerarla specie più tollerante.

*Abra (Abra) prismatica*, detritivora, è indicata da Picard (1965) come caratteristica esclusiva dei D.C.; egli ha inoltre segnalato la presenza di questa specie mistofila in diverse stazioni dei Fondi Mobili Instabili (M.I.) e, come accidentale, nella Biocenosi D.L. Glémarec (1973) ha indicato una « facies » ad *Abra prismatica* in sabbie medio-fini fra 50-70 m di profondità, lungo le coste atlantiche europee.

*Abra (Syndosmya) alba*. Le diverse segnalazioni ricavate dalla letteratura (Vatova, 1949; Pérès & Picard, 1964; Picard, 1965; Febvre-Chevalier, 1969; Guille, 1970; Lagardère, 1971) permettono di qualificare questa specie come psammofila tollerante.

## VENERACEA.

Stanley (1970) ha fatto notare che in Atlantico i taxa della superfamiglia, caratterizzati da una forte ornamentazione, sono dei lenti fossatori, che vivono a breve distanza dall'interfaccia acqua/sedimento; osservazioni personali in acquario relative a *Venus verrucosa* hanno confermato tale dato.

*Venus (Ventricoloidea) multilamella*, alla quale Pérès e Picard (1964) non hanno ritenuto di attribuire un significato particolare a causa della sua rarità, è stata interpretata da Pelosio e Raffi (1973) come specie pelofila in «fondali fangosi e tranquilli di scarsa profondità». In base a quanto emerso dall'analisi dei singoli campioni studiati la specie sembra presentare, invece, una certa predilezione per sedimenti più selezionati, mostrando un carattere reofilo.

*Pitar (Pitar) rudis* è stata definita da Vatova (1949) come specie «psammo-pelofila», mentre Picard (1965) l'ha indicata come mistofila a larga ripartizione ecologica, preferenziale per il D.C.; Febvre-Chevalier (1969) l'ha ritrovata in diverse biocenosi a componente fangoso-sabbiosa del Golfo di Fos. La specie può quindi essere qualificata come psammofila tollerante.

*Callista (Callista) chione*, psammofila secondo Vatova (1949), è caratterizzata da sifoni corti che la obbligano ad una localizzazione superficiale all'interno del sedimento. Esemplari di varie dimensioni sono stati trovati da uno degli scriventi in un biotopo ascrivibile al «Complesso delle Sabbie Fini Terrigene». Sospensivora, è quindi una specie psammofila.

*Chamelea gallina* è stata definita da Picard (1965) come psammofila stretta, preferenziale della Biocenosi S.F.B.C. Nei mari dell'Europa boreale, Hagmeier (1951) ha riconosciuto la presenza di due facies nelle comunità a «*Venus gallina*». La prima, caratteristica delle sabbie pure, è dominata da *Chamelea gallina* con una biomassa in genere debole; la seconda, legata a sabbie più fangose, mostra la netta dominanza di *Spi-sula (Spisula) subtruncata*, con una elevata produzione. *Chamelea gallina* sembra preferire acque areate, ricche di materia organica in sospensione. Il carattere psammofilo stretto del taxon è confermato dai dati desunti dai singoli campioni; la dominanza maggiore si ha nei campioni con più ricca percentuale sabbiosa. Al contrario, quando la frazione sil-toso-argillosa è più abbondante, la dominanza della specie tende a diminuire e l'ornamentazione sembra assumere un aspetto particolare: ne-

gli esemplari giovanili, in genere, le coste concentriche tendono a divenire più sottili fino a ridursi quasi a lamelle.

*Clausinella fasciata* è stata ritrovata da Vatova (1949) in fondi sabiosi compatti e viene definita forma psammofila. Cabioch (1961) ha riconosciuto una comunità a « *Venus fasciata* », che può essere messa in relazione con la Biocenosi delle Sabbie Grossolane con Correnti di Fondo (S.G.C.F.) presente oggi in Međiterraneo. Picard (1965) e Febvre-Chevalier (1969) hanno definito *Clausinella fasciata* come specie psefofila preferenziale del S.G.C.F.

*Timoclea (Timoclea) ovata*, ritrovata da Vatova (1943) in fondi sabioso-fangosi, è definita da questo autore (1949) come forma psammofila. Picard (1965) e Febvre-Chevalier (1969) l'hanno indicata come specie mistofila presente nelle Biocenosi D.L., D.E., D.C. Guille (1970) ha identificato una sottocomunità a « *Venus ovata* » in fondi detritico-fangosi.

Data la relativa abbondanza di esemplari nei diversi campioni si è ritenuto di effettuare una serie di indagini biometriche e statistiche analoghe a quelle compiute su *Spisula (Spisula) subtruncata*.

La Fig. 5 mostra l'andamento del coefficiente  $e_x$  per *Timoclea (Timoclea) ovata* nei diversi campioni. Come si può osservare, la specie supera difficilmente le dimensioni di 6 mm; dopo un buon sviluppo nei primi stadi di vita, raggiunta una taglia compresa fra 2-3 mm, il taxon tende velocemente a scomparire, senza arrivare allo stadio efebico. È quindi ipotizzabile che nelle paleocomunità in esame la specie debba essere considerata a tutti gli effetti come accidentale. Infatti Picard (1965) nel descrivere le caratteristiche di talune specie accidentali ha sottolineato: « le cas des individus accidentelles correspondant à l'existence momentanée et precare de jeunes individus disparaissant brutalement dès qu'ils ont atteint une taille déterminée.. le nombre des individus d'espèces accidentelles de ce type peut être fort important ». Nel caso delle comunità fossili studiate, ciò è da mettere in relazione con il fatto che *Timoclea (Timoclea) ovata* è una forma mistofila e necessita di biotopi, in cui sono presenti tutte e tre le frazioni granulometriche (ghiaia-sabbia-fango). Nelle paleocomunità studiate l'alta dominanza della specie ha quindi avuto origine da un apporto larvale esterno. Per la nota capacità delle forme giovanili di adattarsi a substrati simili a quelli della biocenosi originale, le larve, una volta effettuata la metamorfosi, erano destinate a scomparire velocemente con la crescita; al contrario *Spisula (Spisula) subtruncata*, come si è visto, tendeva a raggiungere dimensioni idonee alla riproduzione.

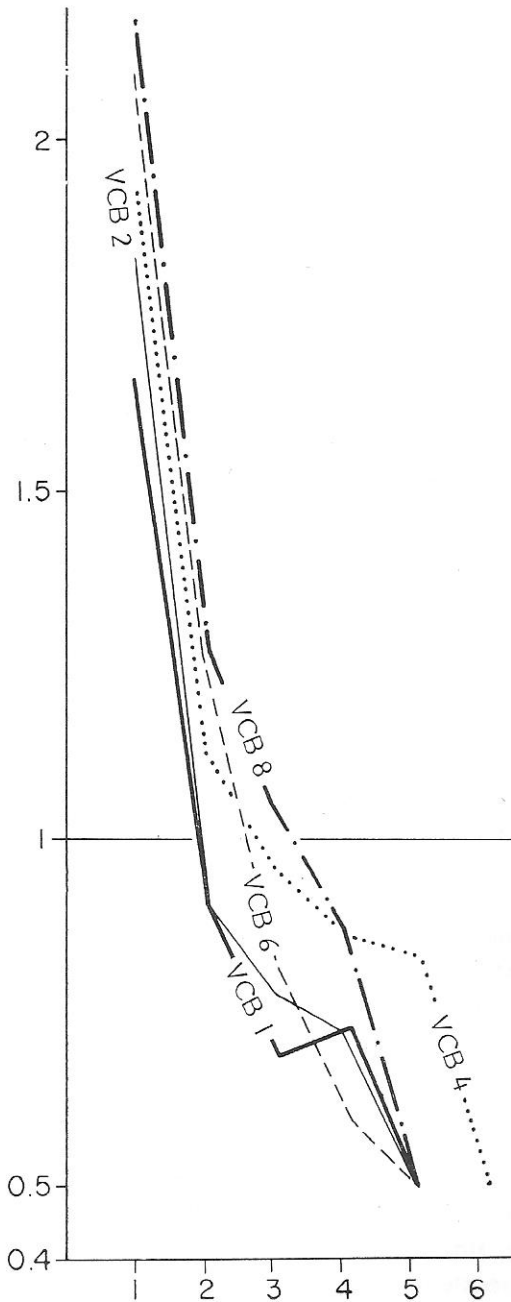


Fig. 5 - Curve del coefficiente di probabilità di vita ( $e_x$ ) di *Timoclea (Timoclea) ovata* (Pennant).

## MYACEA.

*Corbula (Varicorbula) gibba* registra la dominanza più elevata nei diversi campioni esaminati, perciò sembra essere l'elemento caratteristico delle paleocomunità investigate. Yonge (1946 a) ha descritto con particolare attenzione l'ecologia di questo taxon, che vive in genere in substrati da ghiaiosi a fangosi. Dotata di un robusto apparato filtrante, è in grado di sopportare notevoli quantità di sabbia e fango all'interno del sifone inalante; ciò permetterebbe quindi all'animale di prelevare il cibo non solo dal materiale in sospensione, ma anche da quello presente sulla superficie del sedimento.

I diversi autori l'hanno considerata come indicatrice di materia organica al fondo. Pérès e Picard (1964) l'hanno segnalata nei Fondi Mobili Instabili (M.I.), mentre Vatova (1949) l'ha elencata fra le specie presenti nella « Zoocenosi a *Syndosmya alba* », in fondi sabbioso-melmosi. Cabioch (1961) ha descritto dei fondi a *Corbula gibba* nella Manica in cui sono mescolate forme pelofile e forme appartenenti alla Biocenosi delle S.F.B.C., specificando inoltre che la torbidità dell'acqua, legata alle correnti di marea, è la causa principale della distribuzione della specie. Guille (1970) ha ritrovato la specie in stazioni della costa catalana francese, al limite inferiore del Piano Infralitorale.

In ragione della sua adattabilità a diversi tipi di trofismo, è probabile quindi che la specie diventi prevalente in tutte le situazioni caratterizzate da un'alta percentuale di materia organica o da una certa instabilità del substrato.

L'alta dominanza, la presenza di numerosi esemplari interi e di tutti gli stadi di crescita testimoniano che il taxon in esame era specie caratteristica delle paleocomunità. Non si è ritenuto perciò opportuno eseguire uno studio biometrico e statistico.

## HIATELLACEA.

*Panopea (Panopea) glycymeris*. Ghisotti e Steinmann (1969) l'hanno indicata come endobionte profonda in sabbie e fanghi litorali.

## POROMYACEA.

*Cuspidaria (Cuspidaria) cuspidata*, septibranchiata, carnivora macrofaga, è stata segnalata da Vatova (1949) quale pelofila in substrati fangoso-detritici. Tebble (1966) l'ha indicata vivente a partire da 20 m di profondità in substrati sabbioso-fangosi grossolani.

## GASTROPODA.

## TROCHACEA.

La maggior parte dei taxa appartenenti a questa superfamiglia sono direttamente collegati alle diverse Fanerogame marine oggi presenti in Mediterraneo; di conseguenza non entrano mai a far parte di biocenosi di substrati mobili. *Gibbula (Gibbula) magus* è segnalata da Ghisotti e Melone (1972) in substrati detritico-fangosi dei Piani Infralitorale e Circalitorale. Fretter e Graham (1977) l'hanno definita come una specie che sopporta fondi sabbiosi, anche se preferenziale di substrati duri.

I due *Skeneidae Teinostoma (Solariorbis) woodi* e *Teinostoma (Solariorbis) woodi astensis* possono invece essere stati presenti anche in fondi mobili, come avviene attualmente per altri taxa della famiglia (Fretter & Graham, 1977).

## RISSEOCEA.

Parecchi taxa di questa superfamiglia sono stati segnalati nei popolamenti legati agli « herbiers » a Fanerogame del Piano Infralitorale. Di altre specie mancano invece precise notizie autoecologiche. Ledoyer (1968) ha affermato che nei popolamenti delle praterie a Fanerogame si ha una forte diminuzione dei *Rissoacea* con l'aumento delle affinità tropicali.

*Barleia rubra* è segnalata (Fretter & Graham, 1978) come vivente su Alghe e su substrati solidi in acque basse. La specie, detritivora, probabilmente popola anche le praterie a Fanerogame.

## CERITHIACEA.

*Turritella tricarinata*, che raggiunge oggi le massime frequenze con l'abito di *Turritella communis*, è sospensivora (Yonge, 1946 b) ed è stata ritrovata da Vatova (1949) in fondi per lo più melmosi, raramente sabbiosi. La specie, che secondo l'autore sopracitato dà il nome ad una delle « Zoocenosi » adriatiche che caratterizza, è presente in questo bacino a partire da circa 20 m di profondità, non oltrepassando quasi mai l'isobata di 50 m. Vatova l'ha definita specie « pelo-psammofila ».

Pérès e Picard (1964) l'hanno segnalata come caratteristica della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (V.T.C.), nella « facies » a fanghi molli legata ad apporti fluviali diretti ed a sedimentazione rapida. La specie, definita da Picard (1965) come pelofila tollerante, è stata ritrovata anche in Fondi Mobili Instabili (M.I.) e nelle Biocenosi D.C. e D.E.;



Bourcier et al. (1979) hanno confermato i dati degli autori precedenti.

Va segnalato che nei diversi campioni si sono rinvenuti quasi esclusivamente apici di conchiglie, che in genere presentano tracce di predazione da parte di Crostacei. È perciò ipotizzabile che tali esemplari siano per la maggior parte alloctoni rispetto alla comunità fossile e siano stati trasportati in essa da Paguri; ciò trova conferma anche nel mancato ritrovamento di esemplari adulti e/o interi lungo tutta la sezione.

*Bittium (Bittium) reticulatum* ha caratteristiche ecologiche non ancora del tutto chiare. Citata generalmente come specie legata alle praterie a Fanerogame marine (Ledoyer, 1968; Cadée, 1968; Febvre, 1968), è stata trovata anche in substrati mobili, dove però viene ritenuta accidentale (Ledoyer, 1968; Vatova, 1968, Cadée, 1968; Graham, 1971). Il trasporto sembra legato alle foglie di Fanerogame sulle quali *Bittium (Bittium) reticulatum* vive (Cadée, 1968). Va però ricordato che Gray (1974) ha messo in evidenza come le larve di *Bittium* sp. possano svilupparsi su qualunque tipo di substrato, pur preferendo le foglie di *Cystoseira* sp. o *Zoostera* sp.

Le considerazioni precedenti sono probabilmente valide anche per *Bittium (Bittium) deshayesi*.

*Cerithium (Theridium) crenatum* è molto simile a *Cerithium vulgatum*, che vive preferenzialmente in biotopi superficiali fangosi, colonizzati da *Zoostera nana* e *Cymodocea* sp.

#### EPITONIACEA.

I taxa appartenenti alla superfamiglia si rinvencono attualmente su tutti i tipi di fondi mobili del Piano Infralitorale. Molte specie sono associate a Celenterati; tale carattere è probabilmente riferibile anche a *Cirsoirema (Gyroscala) pseudoscalare*, segnalata da Ledoyer (1968) in fondi mobili circalitorali molto ricchi di fango.

*Scala (Clathrus) clathra* è riportata da Graham (1971) come ectoparassita o predatrice di Anemoni ed altri Celenterati.

#### EULIMACEA.

*Leiostraca (Leiostraca) subulata* è indicata da Ledoyer (1968) come pelofila tollerante a larga ripartizione, ectoparassita di Echinodermi.

#### CALYPTRAEACEA.

*Calyptraea (Calyptraea) chinensis* è definita da Picard (1965) come « detriticola ».

## STROMBACEA.

*Aporrhais (Aporrhais) pespelecani* è specie mistofila, erbivora (Yonge, 1937).

*Strombus (Strombus) coronatus*. Le specie attuali di questo genere sono indicate come erbivore in praterie algali e solo raramente infossate in fondi sabbiosi.

## NATICACEA.

*Neverita josephinia* è caratteristica esclusiva delle S.F.B.C. (Pérès & Picard, 1964; Picard, 1965; Febvre-Chevalier, 1969).

*Lunatia poliana* è segnalata in fondi fangosi e detritici circalitorali (Sabelli & Spada, 1977).

*Naticarius tigrinus*, estinta nel Pleistocene inferiore, ha forma molto simile a quella dell'attuale *Naticarius millepunctatus*. Quest'ultima specie è designata da Picard (1965) come pelofila. Sabelli e Spada (1980) l'hanno segnalata in fondi fangosi circalitorali a partire da 25 m di profondità, mentre Febvre-Chevalier (1969) l'ha rinvenuta nel Golfo di Fos, in stazioni della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (V.T.C.) a —10 m.

Nell'ambito della superfamiglia, Massé (1972) ha fatto notare che le due specie di dimensioni maggiori, *Neverita josephinia* e *Natica catena*, tendono a confinare in profondità le due specie più piccole, *Lunatia poliana* e *Natica guillemini*.

## MURICACEA.

*Coralliophila (Pseudomurex) bracteata* sembra un ectoparassita di Celenterati.

## BUCCINACEA.

*Amyclina semistriata* è stata ritrovata da Di Geronimo (1975) in fondi batiali al largo di Siracusa, a profondità comprese fra 500 e 550 m. A detta dell'autore, la specie sembra essersi spinta sempre più in profondità dal Pliocene ad oggi. Cadée (1968) l'ha definita preferenziale dei substrati mobili fini. Caratteristiche identiche sono attribuibili a *Amyclina dertonensis*.

*Hinia (Tritonella) incrassata* è indicata da Cadée (1968) come preferenziale di fondi molli grossolani. De Metrio et al. (1980) l'hanno segna-

lata nei « mattes » del *Posidonietum*. Secondo gli scriventi può forse essere considerata forma preferenziale degli « herbiers » a Fanerogame; tale qualifica è da ritenersi valida anche per la specie fossile *Hinia (Tritonella) asperata*, molto simile ad *Hinia (Tritonella) incrassata*; i suoi valori di dominanza subiscono infatti nei diversi campioni le stesse flessioni presentate da tutto il gruppo delle specie legate alle praterie a Fanerogame.

*Hinia (Tritonella) angulata* può essere considerata specie psammofila tollerante, data la sua grande affinità con la specie attuale *Hinia pygmaea* (caratteristica esclusiva della Biocenosi S.F.B.C., secondo Picard, 1965).

#### VOLUTACEA.

Le specie del genere *Vexillum* sono segnalate su substrati diversi nei Piani Infralitorale e Circalitorale.

*Cancellaria (Bivetiella) cancellata* è indicata da Sabelli (1980) in fondi detritici e fangosi infra e circalitorali.

*Gibberulina (Gibberulina) clandestina*, secondo Ledoyer (1968), è indicatrice di substrati duri infralitorali e legata alle praterie di Fanerogame.

#### CONACEA.

Il genere *Turris* è sempre legato ai fondi mobili (Sabelli, 1980).

*Mangelia attenuata* è segnalata da Picard (1965) come caratteristica esclusiva della Biocenosi S.F.B.C.; tale segnalazione è confermata anche da Ledoyer (1968), Graham (1971) e da osservazioni personali.

*Cythara (Cytharella) costata* è stata rinvenuta in fondi fangosi fra 8 e 100 m di profondità, mentre *Cythara (Rugocythara) rugulosa* è specie più francamente infralitorale.

*Smithiella costulata* è segnalata da Graham (1971) in fondi grossolani.

*Bela brachystoma*, ritrovata da Cadée (1968) in fondi fangoso-siltosi, è indicata da Graham (1971) come predatrice di Policheti, in fondi fangoso-grossolani.

*Comarmondia gracilis* è stata rinvenuta da Graham (1971) in fondi sabbioso-grossolani e fangoso-grossolani.

*Raphitoma (Lineotoma) linearis*, secondo Ledoyer (1968), è indicatrice di substrati duri circolitorali; Graham (1971) l'ha invece segnalata in fondi sabbioso-grossolani.

Per i Conidi, presenti nei diversi campioni, sono probabilmente valide le caratteristiche relative alle numerose specie attuali. Attivi predatori, essi frequentano diversi substrati mobili in cui possono infossarsi. La specie attuale mediterranea è indicata da Ledoyer (1968) come pelofila, preferenziale delle praterie a Fanerogame più superficiali.

*Strioterebrum (Strioterebrum) pliocenicum* e *Strioterebrum (Strioterebrum) reticulare* appartengono ad un genere, i cui rappresentanti attuali, carnivori predatori di Policheti, vivono infossati in sabbie grossolane e fanghi siltosi.

#### CEPHALASPIDEA.

*Acteon tornatilis* è segnalata (Picard, 1965) come forma caratteristica esclusiva delle S.F.B.C.; questo dato trova pure conferma in osservazioni personali e può essere ritenuto valido anche per la specie fossile, *Acteon (Acteon) semistriatus*, rinvenuta nei campioni studiati.

*Ringicula (Ringicula) buccinea* e *Ringicula (Ringicula) ventricosa* appartengono ad un genere la cui ecologia non è molto conosciuta. Cadée (1968) ha segnalato nella Ria De Arosa la presenza di *Ringicula auricolata* in biotopi argilloso-siltosi. Le specie in questione, presenti nei diversi campioni anche con numerosi esemplari, possono essere ipoteticamente considerate pelofile tolleranti.

*Cylichna cylindracea*, predatrice di Protozoi, è segnalata nella Bioce-nosi delle S.F.B.C. (Massé, 1971 c); Lagardère (1971) l'ha ritrovata in sedimenti sabbioso-fangosi. In base a tali informazioni la specie può essere considerata psammofila tollerante.

*Roxania (Roxania) ulriculus*, predatrice di Molluschi, è rinvenuta da Thompson e Brown (1976) in fondi sabbioso-fangosi e può quindi essere considerata psammofila tollerante.

*Retusa (Coelophysis) truncatula*, predatrice di piccoli Molluschi e Foraminiferi, è segnalata da Thompson e Brown (1976) in fondi sabbioso-fangosi; Cadée (1968) ha indicato in 5 m la profondità massima per questa specie.

*Cylichnina subcylindrica*, probabile predatrice di Protozoi, è stata ritrovata nelle S.F.B.C. (Massé, 1971 c). Ledoyer (1968) la indica come specie altamente preferenziale delle Sabbie Fini Terrigene.

## PYRAMIDELLACEA.

*Odostomia (Megastomia) conoidea*, ritrovata da Cadée nella Ria De Arosa (1968), è un ectoparassita di *Astropecten irregularis*, che notoriamente vive in fondi melmosi fra 50 e 400 m, ma si può trovare anche nelle sabbie (Tortonese, 1965).

*Odostomia (Brachystomia) rissoides*, secondo Ledoyer (1968) abita substrati duri infralitorali, dove è legata a *Mytilus* sp., *Littorina* sp., *Rissoa* sp.

*Turbonilla (Turbonilla) lactea* è per lo più ectoparassita di Echinodermi, ma è riportata anche come parassita di Policheti sedentari. Ledoyer (1968) l'ha ritrovata su di un fondo riferibile alle Sabbie Fini Terri-gene.

*Turbonilla (Pyrgiscus) rufa*, menzionata da Picard (1965) come specie indicatrice di instabilità, è stata anche ritrovata da Ledoyer (1968) in fondi fangosi, popolati da *Cymodocea* sp. ed *Halophila* sp.; uno di noi ne ha raccolto diversi esemplari in un fondo di sabbia fine fra 7 e 13 m di profondità.

## SCAPHOPODA.

*Dentalium (Antalis) dentale* è considerata da Picard (1965) come pelofila tollerante.

*Fustiaria (Fustiaria) rubescens* è invece segnalata come indicatrice di instabilità da Picard (1965).

## Componenti autoctoni ed alloctoni.

Dai dati in precedenza esposti, risulta che le tanatocenosi dei singoli campioni sono formate da specie endobionti legate ai fondi mobili e da specie epibionti vagili e sessili, sia di substrato duro, sia di substrato mobile. Va precisato in proposito che i bionomi intendono per substrati duri anche le praterie a Fanerogame marine (Pérès & Picard, 1964).

Le specie dell'endofauna sono state tutte considerate, in prima analisi, come forme autoctone, anche se per talune di esse la granulometria del sedimento non era ottimale. Per alcune forme, infatti, il sedimento non sembra costituire il fattore edafico principale; inoltre sono frequenti i casi, in cui specie legate allo stadio adulto ad una ben precisa frazione granulometrica, possono durante lo stadio giovanile essere pre-

senti in biotopi con granulometria simile a quella della biocenosi originale.

Per quanto riguarda le specie dell'epifauna, è stata operata una prima distinzione tra quelle sessili, che si incontrano anche sui piccoli substrati solidi e la rimanente epifauna vagile. Nel primo caso si tratta di un gruppo di specie presenti in quasi tutte le biocenosi dei Piani Infra-litorale e Circalitorale. Picard (1965) le ha definite specie « detriticole », Clausade (1969) le ha ritrovate e analizzate in diverse biocenosi di fondi mobili del Piano Circalitorale, dove erano presenti piccoli substrati solidi, idonei alla fissazione. Nei campioni studiati tali specie sono rappresentate da *Anomia* (*Anomia*) *ephippium* e *Pododesmus* (*Monia*) *patelliformis*; per entrambe, il rapporto fra valve destre e sinistre testimonia da solo l'estraneità alla paleocomunità. Inoltre, malgrado la loro alta dominanza, non si è ritenuto opportuno conteggiarle fra le specie delle paleocomunità, in ragione del loro rapporto indiretto con il sedimento.

Relativamente alle forme vagili, ed in particolar modo ai Pettinidi, si è ipotizzata una probabile origine alloctona per due motivi ben precisi. Il primo si fonda sullo squilibrio tra valve destre e sinistre, già di per sè indizio di trasporto. Nei diversi campioni esaminati si riscontra effettivamente un incremento del numero di valve sinistre di *Chlamys* (*Aequipecten*) *opercularis* concomitante con l'aumento della selezione del sedimento e quindi con un probabile idrodinamismo. Inoltre Futterer (1978) ha dimostrato che le valve di *Pecten* sono fra le più facilmente trasportabili ad opera di correnti di fondo. In secondo luogo, tali specie, tutte appartenenti ai Filibranchiata, trovano condizioni poco favorevoli per la nutrizione in fondi a carattere instabile, come quello che è possibile ipotizzare per i campioni studiati.

Sono stati inoltre considerati estranei alla comunità del sedimento tutti quegli esemplari appartenenti a specie legate ai popolamenti a Fanerogame marine. Alla base di tale scelta stanno le osservazioni effettuate da Pérès (1967); questo autore ha infatti affermato che le Fanerogame hanno una debole influenza sulla sedimentazione e che la loro struttura è tale da non aggiungere niente o quasi, con i loro popolamenti, alla biocenosi del substrato. La fauna sarebbe perciò paragonabile a quella che esisterebbe se non ci fossero le Fanerogame. La sola eccezione è rappresentata dagli « herbiers » a *Posidonia oceanica*, la cui presenza nell'area investigata è senz'altro da escludere, in quanto manca qualsiasi traccia dei tipici « mattes » ad essi collegati.



segue Tab. 3.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Abra (Syndosmya) alba</i> (Wood)	3	0,03					2	0,03	8	0,08
<i>Circophalus foliaceolamellosus</i> (Dillwyn)					1	0,02	1	0,02		
<i>Venus (Ventricoloides) multiamella</i> (Lamarck)	14	0,18	65	0,63	175	4,05	115	1,87	145	1,41
<i>Pitar (Pitar) radis</i> (Poli)			27	0,26	8	0,19	16	0,26	21	0,21
<i>Callista (Callista) chione</i> (Linneo)	2	0,02			21	0,49	23	0,37	19	0,19
<i>Callista (Callista) italica</i> (Defrance)					5	0,12	1	0,02		
<i>Pelecypora (Pelecypora) broccchi</i> (Deshayes)					1	0,02				
<i>Chamelea gallina</i> (Linneo)	111	1,43	156	1,52	316	7,31	228	3,59	343	3,35
<i>Clausinella fasciata</i> (da Costa)					14	0,32	6	0,10	14	0,14
<i>Timoclea (Timoclea) onata</i> (Pennant)	428	5,54	213	2,08	202	4,68	101	1,64	155	1,52
<i>Corbula (Varicorbula) gibba</i> (Olivi)	2625	33,99	6879	67,30	1599	37,01	2417	39,22	4181	40,88
<i>Panopea (Panopea) glycymeris</i> (Born)					1	0,02				
<i>Cuspidaria (Cuspidaria) cuspidata</i> (Olivi)	2	0,02	2	0,02						
<i>Gibbula (Gibbula) magus</i> (Linneo)			1	0,01						
<i>Teinostoma (Solariorbis) woodi</i> (Hörnes)	15	0,19	25	0,24	1	0,02	6	0,10	4	0,04
<i>Teinostoma (Solariorbis) woodi astensis</i> (Sacco)					3	0,07	3	0,05	2	0,02
<i>Truncatella subcylindrica</i> (Linneo)									1	0,01
<i>Circulus striatus</i> (Philippi)			3	0,03						
<i>Alvania (Turbona) aglaya</i> (de Stefani & Pantanelli)	5	0,06	1	0,01						
<i>Turboella (Multiurboella) prismatica</i> (Monterosato)	12	0,15	12	0,12					2	0,02
<i>Apicalaria sulzeriana</i> (Bisso)	10	0,12	3	0,03	1	0,02	3	0,05	37	0,36
<i>Rissoa cf. angulatacuta</i> (Sacco)	10	0,12								
<i>Turritella tricarinata</i> (Brocchi)	508	6,57	138	1,35	40	0,93	180	2,92	274	2,68
<i>Architectonica (Architectonica) simplex</i> (Bronn)			13	0,13	17	0,39	15	0,24	1	0,01
<i>Cerithium (Theridium) crenatum</i> (Brocchi)									8	0,08



segue Tab. 3.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Cirsotrema (Gyrosocla) pseudoscalare</i> (Brocchi)										
<i>Scala (Clathra) clathra</i> (Linneo)	1	0,01	6	0,06	15	0,35	6	0,10	8	0,08
<i>Leiostraca (Leiostraca) subulata</i> (Donovan)			3	0,03					2	0,02
<i>Niso (Niso) eburnea</i> Risso	2	0,02					7	0,11	1	0,01
<i>Aporrhais (Aporrhais) pespelecani</i> (Linneo)			1	0,01						
<i>Strombus (Strombus) coronatus</i> DeFrance			1	0,01						
<i>Neverita josephina</i> Risso	153	1,98	25	0,24	111	2,57	273	4,43	353	3,45
<i>Lunatia poliana</i> (delle Chiaie)	311	4,02	243	2,38	15	0,35	40	0,65	27	0,26
<i>Simum (Simum) striatum</i> (de Serres)									1	0,01
<i>Naiticarius tigrinus</i> (DeFrance)	1	0,01	37	0,36	25	0,58	44	0,71	32	0,31
<i>Coralliophila (Pseudomurex) bracteata</i> (Brocchi)	1	0,01								
<i>Mitrella (Columbellopsis) astensis</i> (Bellardi)	29	0,37	2	0,02			2	0,03	1	0,01
<i>Amyclina dertonensis</i> (Bellardi)	116	1,50	238	2,33	127	2,94	128	2,94	237	2,32
<i>Amyclina semistriata</i> (Brocchi)	6	0,07	536	5,24	112	2,59	161	2,61	236	2,31
<i>Hinia (Tritonella) serraticosta</i> (Bronn)	21	0,27	4	0,04						
<i>Hinia (Tritonella) asperata</i> (Cocconi)	250	3,23	108	1,06	10	0,23	16	0,26	18	0,18
<i>Hinia (Tritonella) incrassata</i> Strom			9	0,09	42	0,97	65	1,05	44	0,43
<i>Hinia (Tritonella) angulata</i> (Brocchi)	271	3,50	63	0,62	55	1,27	77	1,25	252	2,46
<i>Hinia (Uzita) clathrata</i> (Born)	16	0,20	5	0,05	7	0,16	6	0,10	10	0,10
<i>Vexillum (Uromitra) recticosta</i> (Bellardi)	1	0,01								
<i>Cancellaria (Bivetiella) cancellata</i> (Linneo)			1	0,01	11	0,25	6	0,10	20	0,20
<i>Clavus (Cymatosyrinx) sigmoideus</i> (Bronn)	3	0,03	3	0,03						
<i>Turris (Turris) contigua</i> (Brocchi)					1	0,02				
<i>Mangelia attenuata</i> (Montagu)	35	0,45	13	0,13	34	0,79	16	0,26	24	0,23
<i>Mangelia (Mangelitella) pusilla</i> (Scacchi)									1	0,01
<i>Cyphara (Cytharella) costata</i> (Donovan)	7	0,09	11	0,11						



segue Tab. 3.

	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
<i>Macrostomia bismichaëlis</i> (Sacco)	3	0,03	4	0,04					2	0,02
<i>Odostomia cf. aperta</i> Pavia	92	1,19	147	1,44	60	1,39	5	0,05	5	0,05
<i>Odostomia (Megastomia) conoidea</i> (Brocchi)	8	0,10					27	0,44	139	1,36
<i>Odostomia (Megastomia) unidentata</i> (Montagu)	8	0,10								
<i>Odostomia (Nisostomia) acuta</i> Jeffreys	4	0,05								
<i>Odostomia (Brachystomia) rissoides</i> Hanley	8	0,10							1	0,01
<i>Odostomia (Brachystomia) conoastensis</i> (Sacco)	1	0,01					4	0,06	7	0,07
<i>Odostomia (Auristomia) michaëlis</i> Brugnone										
<i>Odostomia cf. planatina</i> (Sacco)	1	0,01			2	0,05				
<i>Syrnola (Syrnola) persuturatoturris</i> (Sacco)	1	0,01			1	0,02				
<i>Eulimella (Ptycheulimella) subalpina</i> (Sacco)	1	0,01			7	0,16	22	0,36	63	0,62
<i>Eulimella (Eulimella) scillae</i> (Scacchi)	11	0,14	4	0,04			18	0,29	48	0,47
<i>Turbonilla (Turbonilla) lactea</i> (Linneo)	3	0,03	4	0,04						
<i>Turbonilla (Cyrtoturbonilla) pusilla</i> (Philippi)			1	0,01	1	0,02				
<i>Turbonilla (Sirtoturbonilla) pliocostellatoides</i> (Sacco)			3	0,03						
<i>Turbonilla (Pyrgiscus) rufa</i> (Philippi)	4	0,05	40	0,39			3	0,05	3	0,03
<i>Turbonilla (Pyrgiscus) bonellii</i> Pavia	1	0,01					1	0,01	2	0,02
<i>Turbonilla (Mormula) lanceae</i> (Libassi)										
<i>Turbonilla cf. striatula</i> (Linneo)	1	0,01								
<i>Turbonilla (Pyrgolampros) pliopupoides</i> (Sacco)	11	0,14	13	0,13	13	0,30	25	0,41	63	0,62
<i>Pyramidella (Pyramidella) obtusor</i> (Semper)	18	0,23	1	0,01			9	0,15	33	0,32
<i>Pyramidella (Pyramidella) plicosa</i> Bronn	1	0,01	1	0,01						
<i>Dentalium (Dentalium) sextangulum</i> Gmelin	15	0,19	5	0,05	14	0,32	21	0,34	20	0,20
<i>Dentalium (Antalis) dentale</i> Linneo			94	0,92	3	0,07	18	0,29	9	0,09
<i>Fustiaria (Fustiaria) rubescens</i> (Deshayes)					4	0,09	9	0,15	3	0,03
	7723		10223		4320		6160		10228	

In base a queste evidenze, le tanatocenosi dei diversi campioni sono ascrivibili a delle « mixed fossil assemblages » (sensu Fagerstrom, 1964).

Come è stato più volte dimostrato per le biocenosi attuali da diversi autori (Picard, 1965; Ledoyer, 1968), le caratteristiche fisico-chimiche del sedimento costituiscono l'elemento più sicuro per una ricostruzione delle comunità. Si è quindi proceduto a ricalcolare l'abbondanza e la dominanza per le sole specie direttamente legate al sedimento. I dati relativi sono esposti nella Tab. 3, nella quale sono incluse anche tutte le specie la cui ecologia non è ben conosciuta e quelle che, pur facendo parte dell'endofauna, sono forme a larga ripartizione ecologica.

Sulla base dei valori di abbondanza e dominanza così ricalcolati si è poi proceduto alla stesura della Tab. 4, che elenca per ciascun campione i differenti gruppi edafici con i rispettivi dati di abbondanza e dominanza complessivi. I gruppi individuati sono: specie psammofile e psammofile tolleranti; specie pelofile e pelofile tolleranti; specie mistofile; specie indicatrici di instabilità sedimentaria; specie indicatrici di materia organica al fondo; specie psefofile; specie a larga ripartizione ecologica ed infine specie senza un significato preciso. Sulla scorta di queste due ultime tabelle e della analisi autoecologica si è poi proceduto alla ricostruzione delle paleocomunità, come verrà esposto nelle pagine

Tab. 4 - Abbondanza e dominanza nei diversi campioni dei gruppi edafici riconosciuti, calcolate in base agli esemplari rinvenuti.

Gruppi edafici	VCB 1		VCB 2		VCB 4		VCB 6		VCB 8	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Specie psammofile e psammofile tolleranti	2651	34,26	990	9,7	1192	27,95	1657	26,79	2771	27,09
Specie pelofile e pelofile tolleranti	1052	13,57	1445	13,77	743	16,84	1092	14,83	1886	18,45
Specie mistofile	484	6,23	294	2,88	255	5,91	178	2,89	209	2,18
Specie indicatrici di instabilità	60	0,77	61	0,60	319	7,38	501	8,14	528	5,15
Specie indicatrici di materia organica	2625	33,99	6879	67,30	1599	37,01	2417	39,22	4181	40,88
Specie psefofile					14	0,32	6	0,10	14	0,14
Specie l.re - s. s. pr.	851	11,18	550	5,72	198	4,59	306	7,98	639	6,22

specie l.re : specie a larga ripartizione ecologica.

specie s. s. pr. : specie senza un preciso significato.

seguenti. Per i rapporti con le probabili paleocomunità limitrofe e per la eventuale epifauna sono stati infine tenuti in considerazione i dati forniti dalla Tab. 2.

Le paleocomunità dei singoli campioni.

#### CAMPIONE VCB 1.

La base della sezione è caratterizzata da un sedimento sabbioso-siltoso (64% di sabbia fine, 36% di fango). La predominanza della frazione sabbiosa giustifica l'elevata percentuale degli esemplari di specie psammofile e le basse dominanze di specie pelofile e mistofile (Tab. 4). I taxa indicatori di instabilità presentano valori del tutto trascurabili. Elemento particolarmente importante, comune a tutti i campioni studiati, è l'alta dominanza di *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba*, l'unica specie indicatrice di materia organica; il numero dei suoi esemplari eguaglia quasi quello complessivo delle 14 specie psammofile presenti. Fra queste ultime, *Spisula* (*Spisula*) *subtruncata* è la meglio rappresentata, poiché i suoi esemplari costituiscono quasi un quarto dell'intera endofauna. Lo studio biometrico effettuato ed il calcolo del coefficiente di probabilità di vita ( $e_x$ ) (Fig. 4) hanno però messo in evidenza che la specie deve essere considerata accompagnatrice, come si è visto nella parte autoecologica.

*Chamelea gallina* è la seconda specie psammofila con elevato effettivo fra i Bivalvi. Gli esemplari presentano un'ornamentazione a lamelle e non sembrano superare 10 mm di lunghezza. Fra i Gasteropodi, *Neverita josephina* ed *Hinia* (*Tritonella*) *angulata* sono le specie psammofile numericamente più significative. La prima presenta una dominanza inferiore rispetto alla pelofila *Lunatia poliana*; ma ciò può essere dovuto al fatto che il paleobiotopo non era perfettamente adatto a *Neverita josephina*, specie tipicamente psammofila ed infralitorale. *Lucinella divaricata* e *Acteon* (*Acteon*) *semistriatus* sono infine gli unici altri taxa psammofili che si avvicinano per dominanza all'1%.

Le specie pelofile (13,57%) sono per metà rappresentate da esemplari di *Turritella tricarinata*, la cui autoctonia è però resa dubbia, come si vedrà meglio in seguito, dal fatto che sono stati ritrovati soltanto apici con evidenti tracce di predazione da parte di Crostacei. Altri taxa pelofili significativi sono i *Cephalaspidea*, *Ringicula* (*Ringicula*) *buccinea* e *Ringicula* (*Ringicula*) *ventricosa*, il Turride *Bela brachystoma* ed il Nassaride *Amyclina dertonensis*. Dall'analisi dei dati della Tab. 3 pare che nel paleobiotopo considerato vi sia stata competizione tra *Amyclina derto-*

*nensis*, *Amyclina semistriata* e *Hinia (Tritonella) angulata*. *Amyclina dertonensis* sembra infatti prevalere nettamente su *Amyclina semistriata*, presentando comunque una dominanza inferiore rispetto a quella registrata da *Hinia (Tritonella) angulata*.

*Timoclea (Timoclea) ovata* è la specie mistofila più rappresentata; per essa valgono le considerazioni esposte nel capitolo relativo all'autoecologia; la specie è da ritenersi accidentale.

È inoltre da segnalare la presenza di *Odostomia (Megastomia) conoidea* quale testimone dell'esistenza di *Astropecten* sp. Le specie di questo ultimo genere sono predatrici a regime alimentare molto vario e capaci di lunghi digiuni; fra le loro prede si elencano i Bivalvi *Spisula (Spisula) subtruncata* e, in minor misura, *Chamelea gallina*, *Corbula (Varicorbula) gibba*, oltre ad esemplari di *Amphiura* sp., che ovviamente non ritrovati nella paleocomunità, caratterizzano tuttavia fondi attuali simili a quello considerato.

Per quanto riguarda l'epifauna, tralasciando le specie appartenenti alla superfamiglia *Pectinacea* da ritenersi per lo più alloctone, il gruppo più rappresentato percentualmente è costituito da taxa legati alle praterie a Fanerogame. Si tratta di specie appartenenti ai *Trochacea*, *Rissoacea* e *Cerithiacea*, fra le quali fanno spicco *Bittium (Bittium) reticulatum* e *Tricolia (Tricolia) pulla*. Se da un lato non è possibile documentare un loro trasporto e di conseguenza una loro eventuale alloctonia, esse testimoniano per lo meno la presenza di un « herbier » nelle vicinanze del fondo popolato dalla comunità fossile in esame. In linea generale tale copertura vegetale avrebbe favorito l'espansione di grossi invertebrati sedentari, specialmente Gasteropodi (*Cypraeidae*, *Conidae*, *Strombidae*) ed Echinodermi, con particolare abbondanza di Oloturie. La presenza di queste ultime può essere infatti testimoniata dal rinvenimento delle diverse specie di *Pyramidellidae*, alcune delle quali ectoparassite di Echinodermi. Si tenga presente inoltre che i grossi Gasteropodi sedentari appartenenti ai taxa sopracitati, si rinvencono con una certa frequenza quasi esclusivamente nella parte inferiore della sezione studiata.

È probabile che nel complesso della fauna legata agli « herbiers », vadano incluse altre specie presenti nella tanatocenosi. Si tratta più che altro di alcuni *Rissoacea*, la cui autoecologia non è ben conosciuta. Per questo motivo, come si è già detto, si sono dovute elencare e conteggiare fra le specie senza significato preciso, con un conseguente aumento nella dominanza di tale gruppo. È quindi probabile che la reale domi-

nanza delle specie s.s.pr. sia stata in realtà più bassa di quella calcolata.

Va ancora sottolineata l'assenza di forme strettamente legate all'Infralitorale superiore ed oggi caratteristiche di biocenosi fangose superficiali. Sono invece presenti elementi propri delle biocenosi circlitorali, che dimostrano la relativa vicinanza di tali paleobiotopi. Si tratta in particolare di *Pteria* sp., i cui rappresentanti attuali caratterizzano particolari « facies » fangose del Piano Circlitorale (Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri, V.T.C.); è possibile che gli esemplari di *Pteria* fossero fissati alle Fanerogame che colonizzavano il fondo.

Le specie presenti nella paleocomunità appartengono per la maggior parte agli endobionti infossati a debole profondità, con netta dominanza dei sospensivori rispetto ai detritivori. È inoltre probabile che i Policheti, generalmente non rappresentati da resti fossili, popolassero tale tipo di fondo, con numerosi esemplari di diverse specie. La loro presenza può essere confermata dal ritrovamento di Piramidellidi loro parassiti, nonché di tubi calcarei di *Ditrupa arietina*; una conferma in proposito viene anche da analoghi dati relativi alle biocenosi attuali.

In definitiva si può affermare di essere in presenza di una paleocomunità a *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba*, che popolava un fondo in parte colonizzato da Fanerogame marine e derivante da un rapido infangamento di fondi sabbiosi fini ad opera di silt-argillosi di origine continentale. La comunità fossile era caratterizzata dalla presenza di due gruppi edafici legati rispettivamente alle frazioni sabbiosa e fangosa del sedimento; dei due gruppi sono presenti le specie più tolleranti.

#### CAMPIONE VCB 2.

In questo campione il notevole aumento della percentuale della componente fangosa del sedimento (30% di sabbia, 70% di fango) comporta variazioni nei rapporti tra i taxa; essi infatti, pur rimanendo sostanzialmente gli stessi individuati nel campione VCB 1, subiscono modificazioni della dominanza. Prevalgono le forme pelofile (13,77%) rispetto a quelle psammofile (9,7%) (Tab. 4), mentre la dominanza di *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* si accentua (67,30% sul totale dell'endofauna) (Tab. 3).

Al contrario di quanto avveniva nel campione precedente le forme pelofile *Amyclina dertonensis* ed *Amyclina semistriata* sono più rappresentate percentualmente di *Hinia* (*Tritonella*) *angulata*. Quest'ultima specie, psammofila, presenta una dominanza con valori inferiori all'1%. Contemporaneamente diminuisce anche la dominanza di *Hinia* (*Tritonella*) *asperata*. Si registra un aumento nei rapporti percentuali di *Luna-*

*tia poliana*, pelofila, e di *Neverita josephinia*, psammofila, accentuandosi il prevalere della prima con l'aumento della componente fangosa. Questo dato, che introduce un fattore legato non tanto alla profondità quanto alle caratteristiche granulometriche del sedimento, non sembra in accordo con l'ipotesi di Massé (1971 a). Per *Turritella tricarinata*, l'aumento della percentuale fangosa giustificerebbe una reale presenza all'interno della paleocomunità, ma ciò non è confermato dall'esame degli esemplari rinvenuti. Si tratta anche in questo caso di solo apici per lo più predati dai Crostacei, mentre mancano esemplari interi di dimensioni adulte. Tutto ciò permette di considerare questa specie come alloctona ed il suo trasporto legato probabilmente ai Paguri. Significativa è la presenza di *Dentalium (Antalis) dentale* specie pelofila, che in questo campione presenta la dominanza più alta fra gli Scafopodi.

Fra i Bivalvi psammofili hanno valori di dominanza significativi le specie *Spisula (Spisula) subtruncata* e *Chamelea gallina*. La prima va considerata specie accompagnatrice (v.p. 661), legata alla frazione sabbiosa presente nel paleobiotopo. *Lucinella divaricata* ha in questo campione il valore di dominanza più basso, confermando la sua intolleranza alle alte percentuali di fango. I due Bivalvi *Parvicardium scabrum* e *Venus (Ventricoloidea) multilamella*, malgrado i loro bassi valori di dominanza, sono tuttavia da considerare specie accompagnatrici nella paleocomunità investigata. La prima è psammofila tollerante (v.p. 659) ed è stata ritrovata da diversi autori in fondi simili per granulometria a quelli esaminati. *Venus (Ventricoloidea) multilamella* pone invece qualche problema, dal momento che la sua dominanza nei diversi campioni non rispecchia i caratteri edafici riportati in letteratura. I valori maggiori si hanno infatti per i sedimenti meglio selezionati e non per quelli dominati dai materiali più fini.

Tra le specie mistofile, *Timoclea (Timoclea) ovata* è anche in questo caso da considerarsi accidentale, presentando il coefficiente ( $e_x$ ) (Fig. 5) eguale ad 1 per dimensioni intorno a 2 mm.

Per *Odostomia (Megastomia) conoidea* valgono infine le considerazioni già precedentemente esposte.

L'epifauna è rappresentata nella tanatocenosi da due diversi gruppi. Il primo è composto da forme che vanno considerate alloctone; si tratta in particolare di *Chlamys (Aequipecten) opercularis* e della grande maggioranza di *Anomia (Anomia) ephippium*. Il rapporto tra le due valve giustifica pienamente tale scelta. Il secondo gruppo è composto dalle specie legate alla presenza di una prateria a Fanerogame, che doveva colonizzare il fondo in modo discontinuo, oppure trovarsi a breve di-



stanza da esso. Le specie più significative in proposito sono le stesse già incontrate nel campione VCB 1, con un aumento notevole nella dominanza di *Barleia rubra*; diminuisce invece la dominanza di *Tricolia (Tricolia) pulla*. Anche nel livello da cui proviene il campione esaminato sono stati ritrovati diversi esemplari di Gasteropodi di grosse dimensioni; si tratta in genere delle stesse specie erbivore già identificate nel livello più basso. La flora che probabilmente colonizzava il fondo in esame doveva essere simile alle attuali Fanerogame pelofile (*Halophila* sp.). Tuttavia i notevoli apporti di materiali fini nel paleobiotopo erano così consistenti da ipotizzare una veloce scomparsa dell'«herbier». Le Fanerogame, infatti, non riuscivano più a bilanciare la veloce sedimentazione con una sufficiente crescita verticale.

È inoltre ipotizzabile che nel paleobiotopo per gli importanti apporti di materiale fine di origine continentale si creassero condizioni di notevole accumulo di materia organica. Questa elevata percentuale di carbonio organico giustifica da una parte il limitato sviluppo di parecchie specie, dall'altra l'alta dominanza di *Corbula (Varicorbula) gibba*, specie tollerante e capace di nutrirsi di materiale anche grossolano, sia in sospensione sia deposto sull'interfaccia acqua/sedimento.

#### CAMPIONE VCB 4.

La netta predominanza della frazione sabbiosa (73%) ed un probabile aumento dell'idrodinamismo al fondo, confermato dal coefficiente di selezione del sedimento, influenzano in modo determinante la composizione della paleocomunità presente nel campione VCB 4.

*Corbula (Varicorbula) gibba* rimane la specie più rappresentata, anche se con dominanze minori rispetto al campione precedente.

Di notevole significato è la dominanza relativamente alta delle specie classificate come forme indicatrici di instabilità al fondo (*Nuculana (Lembulus) pella*, *Tellina (Tellinella) distorta*), la cui frequenza percentuale rimane sempre superiore all'1% anche per la rimanente parte della sezione.

Per quanto riguarda l'endofauna, le specie prevalenti, tralasciando *Corbula (Varicorbula) gibba*, sono quelle psammofile, sia come numero di esemplari che di specie. Compaiono anche per la prima volta forme tipicamente psammofile (*Glycymeris (Glycymeris) insubrica*), mentre altre (*Chamelea gallina*, *Strioterebrum (Strioterebrum) pliocenicum*) subiscono un incremento della dominanza. La specie psammofila meglio rappresentata rimane *Spisula (Spisula) subtruncata*, che diventa specie

caratteristica preferenziale, come si è visto in autoecologia. *Lucinella divaricata* mostra qui il più alto valore di dominanza, concomitante con l'aumento dell'idrodinamismo, favorevole a questa specie endobionte profonda. Fra i Gasteropodi psammofili *Neverita josephinia* assume dominanze superiori rispetto alla pelofila *Lunatia poliana*, confermando l'ipotesi precedentemente esposta. Tra gli Opistobranchi, *Acteon (Acteon) semistriatus* non subisce invece apprezzabili variazioni.

Le specie pelofile sono rappresentate soprattutto dai due Nassaridi, *Amyclina dertonensis* ed *Amyclina semistriata*. La dominanza complessiva (5,53%) di queste specie mostra però una flessione rispetto al campione precedente (7,57%). Di contro aumentano la dominanza *Hinia (Tritonella) angulata* e *Hinia (Tritonella) incrassata* (VCB 2 0,71%; VCB 4 2,24%). La bassa percentuale di *Turritella tricarinata*, malgrado l'aumentato idrodinamismo, conferma le ipotesi formulate per giustificare la sua alloctonia nella paleocomunità investigata; il trasporto avveniva ad opera dei Crostacei e non delle correnti.

Un caso a sè stante e non risolto in modo definitivo, riguarda *Venus (Ventricoloidea) multilamella* che, considerata in prima ipotesi forma pelofila legata a situazioni tranquille, vede invece aumentare la propria dominanza con l'aumento dell'idrodinamismo nella località considerata; i dati disponibili sono pochi e non consentono ragionevoli considerazioni in proposito.

Per *Timoclea (Timoclea) ovata*, mistofila valgono ancora le considerazioni già esposte.

Per ciò che concerne l'epifauna, la bassa dominanza delle specie legate all'«herbier» si può far risalire all'aumentato idrodinamismo, sfavorevole all'installazione di praterie a Fanerogame dei tipi visti in precedenza. Gli eventuali «herbiers» quasi scomparsi a causa dell'infangamento (campione precedente), dovevano essere ormai lontani dal fondo considerato.

Alloctone sono, anche in questo caso, le due specie *Chlamys (Aequipecten) opercularis* ed *Anomia (Anomia) ephippium*; l'incremento della loro dominanza coincide tra l'altro con l'aumentato idrodinamismo.

In conclusione i fatti più significativi sono: la scomparsa dei popolamenti a Fanerogame marine, testimoniata dalla diminuzione delle specie ad esse legate; l'aumento dell'idrodinamismo al fondo con conseguente predominanza dei materiali più sabbiosi. Quest'ultimo elemento comporta un incremento delle specie psammofile e la diminuzione di quelle pelofile.

L'instabilità sedimentaria sembra inoltre da collegare agli apporti di sedimenti fini dovuti ai corsi d'acqua che dovevano sfociare nel bacino, piuttosto che ad una influenza del moto ondoso sul fondo. Questi apporti, anche se in quantità minore rispetto alla parte bassa della sezione considerata, fornivano a *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* il materiale organico di cui nutrirsi e favorivano le specie indicatrici di instabilità rispetto agli altri taxa presenti.

Significativi risultano poi l'aumentata presenza di *Lucinella divaricata* ed il ritrovamento di *Panopea* (*Panopea*) *glycymeris*, che stanno a testimoniare un probabile abbassamento dell'R.P.D. (punto d'inversione dei valori di Eh) all'interno del sedimento. Questo particolare argomento verrà ripreso in esame più avanti.

#### CAMPIONE VCE 6.

In questo campione le percentuali della frazione fangosa e di quella sabbiosa tendono ad equipararsi, stabilendosi entrambe intorno al 50%.

*Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* rimane ancora una volta la specie più rappresentata (39,22%), mentre *Spisula* (*Spisula*) *subtruncata* presenta ancora la dominanza maggiore tra le specie psammofile. I valori del coefficiente  $e_x$  mostrano, per questo campione, i dati più alti, testimoniando che la specie doveva essere una componente significativa della paleocomunità.

Se poi si trascurano i valori di dominanza di quest'ultima specie, le forme pelofile tendono ad equivalersi a quelle psammofile sia come numero sia come percentuale di esemplari.

Le specie indicatrici di instabilità raggiungono il più alto valore di dominanza, dimostrando che lo squilibrio sedimentario doveva ancora interessare il fondo del bacino.

Tra le specie psammofile si osserva una diminuzione nella dominanza di *Chamelea gallina* rispetto al campione precedente, che va messa in relazione con l'aumento della frazione fangosa. La stessa tendenza manifestano *Glycymeris* (*Glycymeris*) *insubrica* e *Strioterebrum* (*Strioterebrum*) *pliocenicum*. Fra i Naticidi *Neverita josephinia*, psammofila, rimane la specie meglio rappresentata, mentre *Lunatia poliana*, pelofila, presenta dominanza inferiore rispetto sia a *Neverita josephinia* sia a *Naticarius tigrinus*; sembra quindi che i rapporti fra le diverse specie di *Naticidae* siano stati in questo caso più complessi, pur rimanendo valide le considerazioni prima esposte. Un particolare significato sembrano assumere *Ringicula* (*Ringicula*) *buccinea* e *Ringicula* (*Ringicula*) *ventricosa*,

che caratterizzano con i loro valori di dominanza sia il campione VCB 6 sia il successivo campione VCB 8. Le poche conoscenze sull'autoecologia di queste specie non permettono tuttavia di chiarirne il reale significato, né tantomeno di evidenziare il fattore edafico che le condiziona.

Tra le specie pelofile i Nassaridi *Amyclina dertonensis* ed *Amyclina semistriata* mantengono una dominanza maggiore rispetto ad *Hinia (Tritonella) angulata* ed ad *Hinia (Tritonella) incrassata*.

Per *Timoclea (Timoclea) ovata*, mistofila, valgono le considerazioni già esposte, che consentono di considerare la specie come forma accidentale.

Per quanto riguarda la rimanente parte della tanatocenosi restano valide in linea generale le osservazioni relative alla presenza di *Chlamys (Aequipeecten) opercularis* ed *Anomia (Anomia) ephippium*. Le specie legate alle praterie a Fanerogame tendono invece a mostrare un aumento nella dominanza, in particolare per *Bittium (Bittium) deshayesi* e per *Tricolia (Tricolia) pulla*, la cui presenza è legata a fenomeni di alloctonia; alloctona è pure ancora una volta *Turritella tricarinata*.

#### CAMPIONE VCB 8.

In questo campione la componente sabbiosa e quella fangosa hanno la medesima distribuzione percentuale del campione precedente, con la sola differenza di una leggera prevalenza della frazione fangosa (53%).

Le caratteristiche presentate dalla tanatocenosi corrispondono praticamente a quelle del campione VCB 6, con un leggero aumento nelle dominanze delle specie pelofile a scapito delle specie indicatrici di instabilità. I dati in possesso sono tuttavia troppo pochi per cercare di quantizzare questo fenomeno, che sembra legato in apparenza solo all'aumento della componente fangosa.

Due sono i dati importanti: il primo riguarda un ulteriore incremento nella dominanza delle specie *Ringicula (Ringicula) buccinea* e *Ringicula (Ringicula) ventricosa*; il secondo la costante dominanza sull'intera comunità fossile di *Corbula (Varicorbula) gibba* che torna a superare il 40%.

In questi due ultimi campioni si osserva un ulteriore aumento dell'instabilità sedimentaria al fondo. Questo è dovuto probabilmente al fatto che il paleobiotopo presentava una profondità tale da non permettere al moto ondoso di ridistribuire il materiale fine portato dai corsi d'acqua. Tale materiale anzi aveva la tendenza ad accumularsi producendo un nuovo infangamento del fondo. Il materiale organico trasportato era

sempre notevole, come testimoniano gli alti valori di dominanza di *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba*.

L'equilibrio precario tra i fanghi e le sabbie porta ad un mescolamento dei popolamenti francamente psammofili con quelli pelofili, senza una netta prevalenza né dell'uno né dell'altro.

Un dato comune con il campione VCB 4, non valido per i campioni VCB 1 e VCB 2, è la bassa dominanza delle specie legate alle praterie a Fanerogame, che non sembrano più colonizzare il fondo dell'area investigata. È possibile che esse si trovassero in paleobiotopi vicini e che le specie loro caratteristiche subissero un trasporto post-mortem nella paleocomunità esaminata.

#### Le comunità attuali a *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba*.

Comunità attuali, caratterizzate da una netta dominanza di *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba*, sono note da tempo in letteratura.

Thorson (1957) ha descritto comunità di questo tipo legate a fondi fangosi ricchi in materia organica e caratterizzate da Bivalvi dei generi *Syndosmya*, *Cultellus*, *Corbula*, *Nucula* e dai Policheti *Pectinaria* sp. e *Nephtys* sp. A detta dell'autore un aumento nella percentuale fangosa comporterebbe il passaggio alla « *Amphiura* community », mentre l'aumento della frazione sabbiosa porterebbe all'instaurarsi della « *Venus* community ». Fra la comunità descritta da Thorson e l'insieme delle paleocomunità identificate nella sezione studiata vi sono, è vero, delle differenze; esiste tuttavia un dato comune e di notevole importanza, che consiste nel fatto che la « *Syndosmya* community » costituisce il momento di transizione fra la comunità più francamente infralitorale a « *Venus* » e quella circalitorale ad « *Amphiura* ». Il fattore determinante per tale passaggio sarebbe l'aumento percentuale della frazione fangosa. Comunità così caratterizzate sono presenti, secondo Thorson, nei mari boreali fra 8 e 20 m di profondità ed in Mediterraneo fra 5 e 75 m; tali comunità caratterizzerebbero estuari ed aree protette con salinità ridotta.

Una comunità simile era stata descritta anche da Vatova (1949) in Adriatico e ritrovata nelle zone costiere ad acque basse e meno salate presso le foci dei fiumi, a profondità comprese fra 7 e 27 m. La scomparsa di *Chamelea gallina* e la presenza di numerosi esemplari di *Syndosmya alba*, *Tellina distorta*, *Corbula gibba* la differenzierebbero nettamente dalla « Zoocenosi a *Chione gallina* ». Specie caratteristiche risulterebbero *Dentalium vulgare* e *Tellina pulchella*.

Cabioch (1961) ha illustrato, nel canale della Manica, delle aree ca-

ratterizzate dalla massiccia presenza di *Corbula gibba* e dal mescolamento di forme pelofile e di forme appartenenti al « complesso » delle Sabbie Fini Terrigene. La distribuzione delle specie sarebbe in questo caso legata alla torbidità dovuta alle correnti di marea.

Pérès (1964), nello studio dei popolamenti bentonici del Golfo Iberomarcchino, ha descritto fondi sottoposti ad importanti apporti sedimentari provenienti essenzialmente dalla Guadiana e dal Guadalquivir e caratterizzati da una elevata torbidità dell'acqua, aggiunta alla presenza di una frazione fine e colloidale. I popolamenti descritti mostrano anche in questo caso un mescolamento di forme infralitorali e di specie legate a « facies » di fanghi molli terrigeni. L'autore ha notato che in tali fondi si ha la risalita dal Piano Batiale di *Nassa semistriata*.

Pérès e Picard (1964) hanno identificato situazioni analoghe con le Biocenosi dei Fondi Mobili Instabili (M.I.), da loro ritenute « non climatiques indépendantes de l'Etagement ».

Picard (1965) ha illustrato nuovamente tale situazione ed ha fatto notare che è improprio parlare di Biocenosi nel caso dei Fondi Mobili Instabili. Si tratterebbe in effetti soltanto di popolamenti eterogenei dovuti al mescolamento di due o tre biocenosi, in condizioni particolari. Le caratteristiche comuni di tali popolamenti eterogenei sono state così indicate dall'autore: aree privilegiate dalla decantazione di un sedimento fine e dal deposito di organismi prelevati dai luoghi vicini durante le tempeste; denominatore comune la presenza di uno stock di specie caratteristiche della Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Selezionate (S.F.B.C.); grande abbondanza di *Corbula gibba*; presenza costante delle specie indicatrici di instabilità.

Pérès (1967), nel trattare della « Communauté boréo-méditerranéenne à *Venus gallina* » ed in particolare della « facies ad *Abra-Nucula* », ha messo in evidenza che i popolamenti caratterizzati da *Corbula gibba* dovrebbero essere considerati come una facies fangosa delle Sabbie Terrigene Infralitorali.

Ledoyer (1968), generalizzando la discussione sui Fondi Mobili Instabili, ha sottolineato che essi rappresentano soltanto zone di transizione, dove le condizioni sedimentarie sono favorevoli ad una attiva sedimentazione fine e con il conseguente colmamento del biotopo da parte del fango. Sarebbero di conseguenza presenti animali pelofili sovrapposti ad animali tolleranti il fango, provenienti dalle biocenosi vicine o dalla stessa biocenosi sommersa.

Guille (1970) ha illustrato una « facies des sables-vaseaux » a *Nephtys hombergii* caratterizzata da sabbie fangose o da fanghi sabbiosi, si

tuata al limite dell'Infralitorale. Specie accompagnatrici costanti sono *Corbula gibba*, *Spisula subtruncata*, *Dentalium inaequicostatum*, *Abra alba*. La ripartizione degli organismi sarebbe in funzione della loro affinità granulometrica e vi sarebbe un contatto tra le faune pelofile circolitorali e le psammofile infralitorali. Situazioni simili sono state poi anche segnalate da Glémarec (1973) nel Golfo di Morbihan e da Febvre-Chevalier (1969) nel Golfo di Fos.

Per quanto riguarda la eventuale presenza di «herbiers» a Fanerogame, Ledoyer (1968) ha illustrato per i fondi mobili mediterranei gli «herbiers» di *Halophila stipulacea*. Tale Fanerogama in profondità si stabilisce in fondi caratterizzati da sabbie fini terrigene in via di colmamento da parte di fango, assimilabili in parte ai M.I. menzionati da Pérès e Picard (1964).

Secondo Pérès (1967) tale tipo di Fanerogama non offre molte nicchie ecologiche agli epibionti, la cui densità rimane dunque molto bassa; al contrario può aumentare il tenore in materia organica. Non è stato però possibile verificare se le comunità attuali più sopra illustrate siano o no colonizzate da Fanerogame. Ciò al fine di meglio puntualizzare il significato e l'origine di quella parte della tanatocenosi ad esse collegata.

Come è facile vedere, le paleocomunità ritrovate nella sezione esaminata possono essere paragonate alle diverse situazioni attuali. Caratteri comuni a tutte, sia fossili che attuali, sono da un punto di vista faunistico il mescolamento in gradi e modi diversi di specie psammofile con specie pelofile, la presenza, con dominanza variabile, di *Corbula (Varicorbula) gibba*, il costante ritrovamento di specie caratteristiche di instabilità. Per quanto riguarda la sedimentologia si ha poi una comune composizione granulometrica del sedimento, costituito da sabbie fini e da fanghi; questi ultimi sono di origine continentale e legati al trasporto ad opera di corsi d'acqua.

La profondità alla quale erano ubicate le paleocomunità rimane però a tutt'oggi imprecisabile. Ciò è dovuto essenzialmente al fatto che manca ancora una esatta ricostruzione paleogeografica del bacino pliocenico padano. In base alla posizione dell'area investigata non si riesce infatti ad ipotizzare le caratteristiche meteo-marine del bacino ed in particolare il tipo di ondazione e le eventuali correnti che avrebbero influenzato l'area medesima.

Rimane comunque valida l'ipotesi che le diverse comunità fossili caratterizzassero la parte inferiore del Piano Infralitorale, costituendo delle zone di transizione fra quest'ultimo e il Piano Circolitorale. Queste zone di transizione si trovano oggi ubicate a diverse profondità in funzione so-

prattutto del tipo di ondazione che caratterizza il bacino. Si passa così da situazioni come quelle illustrate da Kremer (1975) per la costa di Mentone, dove tale zona è ubicata fra 20 e 50 m di profondità, a casi in cui (Febvre-Chevalier, 1969) in zone particolarmente protette, si ha una risalita dei fanghi circalitorali fino a 7 m di profondità. Un dato comunque rimane valido ed è rappresentato dal fatto che le paleocomunità investigate dovevano occupare i biotopi al limite di influenza dell'ondazione, qualunque ne fosse il tipo.

A questo punto, in base a tutte le evidenze emerse, è possibile identificare nell'ambito della sezione studiata le seguenti comunità fossili. Per ciascuna di esse è stato anche indicato il probabile corrispettivo attuale:

Campione VCB 1 - Comunità fossile a *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* ed *Hinia* (*Tritonella*) *angulata*, paragonabile ad una zona di transizione attuale fra una Biocenosi S.F.B.C., dominante, ed una Biocenosi V.T.C.

Campione VCB 2 - Comunità fossile a *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* ed *Amyclina* *semistriata*, zona di transizione attuale fra V.T.C., dominante, e S.F.B.C.

Campione VCB 4 - Comunità fossile a *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* e *Neverita* *josephinia*, zona di transizione attuale fra S.F.B.C., fortemente dominante, e V.T.C.

Campione VCB 6-8 - Comunità fossile a *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* e *Ringicula* (*Ringicula*) *buccinea*, zona di transizione attuale fra S.F.B.C. e V.T.C. fra di loro equivalenti.

Come si vedrà meglio nel prossimo paragrafo, tali comunità sono direttamente collegabili fra loro, essendosi succedute l'una l'altra nel tempo.

#### Variazioni nel tempo delle paleocomunità: cause ed ipotesi.

Come si può vedere le diverse comunità fossili che si sono succedute nel tempo lungo la sezione studiata mostrano come carattere comune la costante presenza di *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* che rimane sempre la specie meglio rappresentata. Si hanno invece variazioni nei valori di dominanza delle specie legate ai diversi gruppi edafici precedentemente elencati in Tab. 4. Tali variazioni sono probabilmente correlate al cambiamento delle caratteristiche della sedimentazione nel bacino e più precisamente al minor o maggior apporto di materiali fini terrigeni da parte dei corsi d'acqua ed alla capacità del moto ondoso di smistare tali materiali. I cambiamenti nella composizione granulometrica del sedimento



comportano il prevalere o delle specie pelofile o delle specie psammofile, come pure la presenza di « herbiers » a Fanerogame marine. La frazione fangosa di origine continentale giustifica inoltre la presenza di materia organica al fondo.

La base della sezione è, come si è visto, caratterizzata da una comunità fossile (campione VCB 1), cui è possibile attribuire una duplice origine. Può infatti essere il risultato dell'evoluzione di comunità fossili circalitorali in paleobiotopi fangosi, che a causa di un abbassamento del livello dell'acqua nel bacino vengono colonizzati da Fanerogame e da specie psammofile; oppure può rappresentare un infangamento progressivo di paleocomunità riferibili alle attuali Sabbie Fini Terrigene con l'installazione di Fanerogame pelofile.

Il progressivo e veloce aumento della sedimentazione fangosa nel paleobiotopo porta in seguito all'instaurazione di una diversa comunità fossile che ha nel campione VCB 2 la sua tipica espressione. È probabile che tale tipo di sedimentazione impedisse una ulteriore crescita degli « herbiers », il cui rapido seppellimento avrebbe aumentato il già alto tenore in materia organica. La presenza nel campione (VCB 2) di solfuri all'interno dei gusci e le scarse dominanze presentate dalle specie indicatrici di instabilità e da quelle endobionti profonde trovano giustificazione nel fatto che il rapido seppellimento comporta un innalzamento del punto di inversione dei valori Eh sino a raggiungere l'interfaccia acqua/sedimento.

In una situazione di questo tipo una specie come *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba*, favorita dal suo robusto apparato filtrante e dalla possibilità di mantenersi in posizione seminafaunale, viene ad essere naturalmente favorita.

Con il campione VCB 4 si ha invece una evoluzione del fondo in senso opposto al precedente. L'apporto di materiali terrigeni diminuisce consentendo in parte al moto ondoso di smistare il fango trasportato. Con il diminuire della velocità di sedimentazione l'RPD all'interno del sedimento tende a scendere in profondità, mentre i sedimenti stessi risultano meglio selezionati. Le specie endobionti profonde aumentano e le specie indicatrici di instabilità assumono valori di dominanza più significativi. Come già avvenuto nel campione VCB 1, si ha inoltre un prevalere delle specie psammofile a danno delle pelofile. Le specie circalitorali, che avevano raggiunto i valori più alti nel campione precedente vedono diminuire la loro percentuale. Infine i valori del carbonio organico scendono al minimo in relazione con la granulometria e la migliore selezione (Fig. 6).

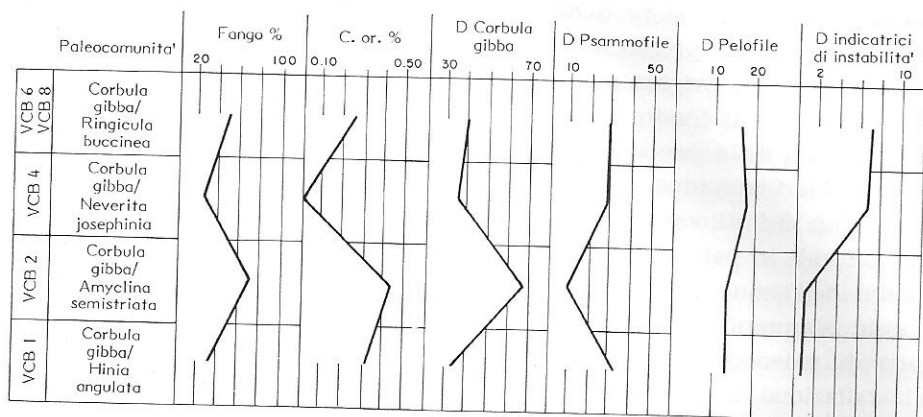


Fig. 6 - Variazioni delle caratteristiche fisiche e chimiche del sedimento e della dominanza (D) dei gruppi di taxa significativi nelle paleocomunità identificate. (C. or.) Carbonio organico.

Un nuovo aumento nella frazione fangosa (campioni VCB 6, VCB 8) tende a stabilire un equilibrio fra le specie psammofile e quelle pelofile. Questo nuovo apporto di fango non raggiunge però i valori del campione VCB 2. Il carbonio organico, pur aumentando, non arriva ai valori prima riscontrati.

Tale ricostruzione permette di ipotizzare che le zone di transizione fra due o più biocenosi, oltre a presentare tutti i diversi aspetti esposti nel paragrafo precedente, siano soggette a variazioni di facies significative. Tali variazioni possono non solo succedersi nello spazio (Guille, 1970) ma anche nel tempo, se l'instabilità sedimentaria persiste per periodi molto lunghi. L'affermazione fatta da Picard (1965) sul reale significato dei Fondi Mobili Instabili trova quindi, a parere di chi scrive, una più che valida conferma. I mescolamenti di faune provenienti da diverse biocenosi, quando non cambi l'azione delle onde o delle correnti, possono probabilmente perdurare per tempi lunghi senza che nessun stock faunistico prenda il sopravvento.

Per quanto poi riguarda i fattori esterni che causano le variazioni della sedimentazione al fondo nell'area considerata, se ne possono ipotizzare due. Il primo vede collegata la diversa sedimentazione alla attività tettonica della regione. Tale attività, ormai ampiamente conosciuta e documentata per tutto il Pliocene inferiore dell'Appennino settentrionale (Forcella & Gelati, 1980), interessa in special modo il Vogherese ed in particolare la zona di Volpedo. Dai dati fino ad oggi in possesso tale attività non sembra oltrepassare il Pliocene inferiore.

La seconda ipotesi è collegata a variazioni climatiche durante il Pliocene, con un conseguente aumento della portata dei corsi d'acqua, all'instaurarsi di un clima più umido. Si può intravedere l'influsso di tali cambiamenti negli apporti sabbioso-siltosi che caratterizzano i campioni VCB 4, VCB 6, VCB 8. Qui i sedimenti più fini si presentano come sottili veli intercalati fra materiali più grossolani. Questi ultimi (sabbia e silt) avrebbero avuto origine da un maggior apporto da parte dei corsi d'acqua, durante e al termine di precipitazioni meteoriche.

I dati attualmente disponibili non permettono un maggior approfondimento di queste tematiche, la cui soluzione è collegata ad una esatta e particolareggiata ricostruzione del succedersi delle paleocomunità sia nel tempo che nello spazio.

#### RINGRAZIAMENTI.

Un particolare grazie alla Prof. C. Rossi Ronchetti, Direttore dell'Istituto di Paleontologia dell'Università di Milano, per la lettura critica del manoscritto. Ringraziamo inoltre il Dott. E. Robba per le proficue discussioni ed i preziosi suggerimenti forniti. Un grazie sentito alla Prof. I. Premoli Silva per informazioni e discussioni sui Foraminiferi. Fotografie di G. Chiodi.

#### OPERE CITATE

- BELLARDI L. (1873-1887) - I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. V. 1-5, Torino.
- BELLARDI L. & SACCO F. (1889-1890) - I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. V. 6, Torino.
- BODOY A. (1980) - Croissance et variations de la composition biochimique du bivalve *Spisula subtruncata* (Da Costa) dans le golfe de Marseille. *Téthys*, v. 9, n. 4, pp. 345-354, 5 fig., Marseille.
- BOURCIER M. (1971) - Relations entre le calcaire organique du macrobenthos et le taux de calcaire du sédiment (baie de Cassis). *Téthys*, v. 3, n. 4, pp. 759-766, 3 fig., Marseille.
- BOURCIER M., NODOT C., JEUDY DE GRISSAC A. & TINÉ J. (1979) - Répartition des biocoenoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). *Téthys*, v. 9, n. 2, pp. 103-112, 5 fig., Marseille.
- BROCCHI G. B. (1814) - Conchiologia fossile subapennina, 2 v., 712 pp., 16 tav., Stamperia Reale, Milano.
- CABIOCH L. (1961) - Étude de la répartition des peuplements benthiques au large de Roscoff. *Cah. Biol. Mar.*, v. 2, pp. 1-40, Paris.
- CADÉE G. C. (1968) - Molluscan biocoenoses and thanatocoenoses in the Ria de Arosa, Galicia, Spain, 121 pp., 6 tav., Leiden.
- CAPROTTI E. (1968) - Arcidi e Limopsidi nel Piacenziano (Pliocene) di Castell'Arquato. *Natura*, v. 59, n. 2, pp. 85-106, 2 tav., Milano.
- CERULLI IRELLI S. (1907-1916) - Fauna malacologica Mariana. *Palaeont. Ital.*, v. 13-18, 20, 22, 501 pp., 60 tav., Pisa.
- CLAUSADE M. (1969) - Peuplement animal sessile des petits substrats solides récoltés dans trois biocoenoses des fonds détritiques des parages de Marseille. *Téthys*, v. 1, n. 3, pp. 719-750, 10 tav., Marseille.
- COX L. R. et AL. (1969) - Order Arcoida. In: MOORE R. C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part N, Mollusca 6, Bivalvia, pp. N 248 - N 270, 30 fig., Lawrence, Kansas.

- DE METRIO G., BELLO G., VACCARELLA R. & TERIO E. (1980) - Malacofauna di « Mattes » morte di *Posidonia*. *Atti Soc. Pel. Sc. Fis. Mat. Nat.*, v. 26, 8 pp., Napoli.
- DI GERONIMO I. (1975) - La malacofauna siciliana del Ciaramitaio (Grammichele, Catania). *Conchiglie*, v. 11, n. 5-6, pp. 101-137, 1 tav., 4 fig., Milano.
- DI GERONIMO I. & ROBBA E. (1976) - Metodologie qualitative e quantitative per lo studio delle biocenosi e paleocomunità marine bentoniche. *C. N. R., Gruppo Paleobenthos*, Rapporto di lavoro n. 1, 35 pp., 3 fig., Parma.
- FAGERSTROM J. A. (1964) - Fossil communities in paleoecology: their recognition and significance. *Bull. Soc. Geol. Am.*, v. 75, pp. 1197-1216, 5 fig., New York.
- FEBVRE J. (1968) - Étude bionomique des substrats meubles de l'étang de Berre. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, v. 44, n. 60, pp. 297-355, 10 fig., Endoume, Marseille.
- FEBVRE-CHEVALIER C. (1969) - Étude bionomique des substrats meubles dragables du Golfe de Fos. *Téthys*, v. 1, n. 2, pp. 421-476, 26 tav., Marseille.
- FOLK R. (1974) - Petrology of sedimentary rocks. 181 pp., Hemphill Publishing Co., Texas.
- FORCELLA F. & GELATI R. (1980) - Sezioni geologico-strutturali in scala 1:200.000 attraverso l'Appennino settentrionale. *C.N.R., progetto finalizzato geodinamica*, sottoprogetto 5 - modello strutturale gruppo Appennino Settentrionale, tav. 2 e 3, Roma.
- FRETTER V. & GRAHAM A. (1977) - The prosobranch Molluscs of Britain and Denmark, Part 2 - Trochacea. Suppl. 3, *Jour. Molluscan Studies*, pp. 39-100, 74 fig., Reading.
- FRETTER V. & GRAHAM A. (1978) - The prosobranch Molluscs of Britain and Denmark, Part 4 - Marine Rissoacea. Suppl. 6, *Jour. Molluscan Studies*, pp. 153-241, 64 fig., Reading.
- FUTTERER E. (1978) - Hydrodynamic behaviour of biogenic particles. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, v. 157, n. 1-2, pp. 37-42, 2 fig., Stuttgart.
- GHISOTTI F. & MELONE G. (1972) - Catalogo illustrato delle conchiglie marine del Mediterraneo. *Conchiglie*, v. 8, n. 11-12, pp. 79-144, 1 tav., 38 fig., Milano.
- GHISOTTI F. & STEINMANN E. (1969) - Schede malacologiche del Mediterraneo. *Panopea Glycymeris* (Born, 1778). *Soc. Malac. It.*, 4 pp., 2 tav., Como.
- GLÉMAREC M. (1973) - The benthic communities of the European north Atlantic continental shelf. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.*, v. 11, pp. 263-289, 8 fig., London.
- GRAHAM A. (1971) - British Prosobranch and other operculate Gastropod Molluscs. Keys and notes for the identification of the species. *Linnean Soc. London*, 112 pp., 119 fig., London.
- GRAY J. S. (1974) - Animal sediment relationships. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.*, v. 12, pp. 223-261, 6 fig., London.
- GUILLE A. (1970) - Bionomie benthique du Plateau continental de la côte Catalane française. II - Les Communautés de la macrofaune. *Vie Milieu*, s. B, v. 21, n. 1, pp. 149-280, 2 fig., Paris.
- HAGMEIER A. (1951) - Die Nahrung der Meerestiere III - IV in Handbuch der Seefischerei Nordeuropas, v. 1.
- KREMER Y. (1975) - Littoral et précontinent de Menton (Alpes Maritimes): Morphologie, sédimentologie et structure. *Mém. Inst. Océan.*, n. 9, pp. 1-43, 24 fig., Monaco.
- LAGARDÈRE F. (1971) - Les Fonds de pêche de la cote ouest de l'île d'Oléron. Cartographie bionomique. *Téthys*, v. 3, n. 1, pp. 57-78, 9 fig., Marseille.
- LEDOYER M. (1968) - Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome (Région de Marseille principalement) IV. Synthèse de l'étude écologique. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, v. 44, n. 60, pp. 125-295, 24 tav., Endoume, Marseille.
- LEDOYER M. (1969) - La faune vagile des sables fins des hauts niveaux (S.F.H.N.). Signification bionomique de ce biotope vue sous l'angle de la faune vagile. *Téthys*, v. 1, n. 2, pp. 275-280, Marseille.
- MASSÉ H. (1970) - Contribution à l'étude de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittoraux des côtes de Provence. I. La baie de Bandol. *Téthys*, v. 2, n. 4, pp. 783-820, 16 tav., 5 fig., Marseille.
- MASSÉ H. (1971 a) - Étude quantitative de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittoraux. II. La baie du Prado (Golfe de Marseille). *Téthys*, v. 3, n. 1, pp. 113-158, 13 tav., 17 fig., Marseille.
- MASSÉ H. (1971 b) - Contribution à l'étude de la macrofaune de peuplements des sables

- fins infralittorales des côtes de Provence. III. L'anse de Verdon. IV. L'anse de Saint-Gervais (Golfe de Fos). *Téthys*, v. 3, n. 2, pp. 283-319, 11 tav., 14 fig., Marseille.
- MASSÉ H. (1971 c) - Contribution à l'étude de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittorales des côtes de Provence. V. La côte de Camargue. *Téthys*, v. 3, n. 3, pp. 539-568, 9 tav., 12 fig., Marseille.
- MASSÉ H. (1972) - Contribution à l'étude de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittorales des côtes de Provence. VI. Données sur la biologie des espèces. *Téthys*, v. 4, n. 1, pp. 63-84, Marseille.
- MOORE R. C. (Ed.) (1969, 1971) - Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6. *Geol. Soc. Am. Univ. Kansas Press*, 3 v., 1224 pp., 659 fig., Lawrence, Kansas.
- NORDSIECK F. (1968) - Die europäischen Meeres-Gehäuseschnecken (Prosobranchia) vom Eismeer bis Kapverden und Mittelmeer, pp. 1-273, 31 tav., Stuttgart.
- NORDSIECK F. (1972) - Die europäischen Meeresschnecken (Opisthobranchia mit Pyramidellidae; Rissoacea) vom Eismeer bis Kapverden, Mittelmeer und Schwarzes Meer, pp. 1-327, 41 tav., Stuttgart.
- NORDSIECK F. (1977) - The *Turridae* of the European seas. pp. 1-131, 26 tav., Roma.
- PARENZAN P. (1970-76) - Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. V. I (1970) Gasteropodi, 283 pp., 53 tav.; V. II (1974) e V. III (1976) Bivalvi, 546 pp., 6 tav., 406 fig., Bios Taras, Taranto.
- PARONA C. F. (1879) - Il Pliocene dell'oltrepò pavese. *Atti Soc. It. Sc. Nat.*, v. 21, 113 pp., Milano.
- PAVIA G. (1975) - I Molluschi del Pliocene inferiore di Monteu Roero (Alba, Italia NW). *Boll. Soc. Paleont. It.*, v. 14, n. 2, pp. 99-175, 14 tav., 6 fig., Modena.
- PELOSIO G. & RAFFI S. (1973) - Considerazioni sul limite Plio-Pleistocene nella serie del T. Crostolo (Preappennino reggiano). *Acta Nat.*, v. 9, n. 1, pp. 59-63, 2 tav., Parma.
- PÉRÈS J. M. (1964) - Campagne de la Calypso en mer d'Alboran et dans le baie Ibéro-Marocaine (1958). 4. Contribution à l'étude des peuplements benthiques du golfe Ibéro-Marocaine. *Ann. Inst. Océanogr.*, n.s., v. 41, pp. 1-30, 1 fig., Paris.
- PÉRÈS J. M. (1967) - Les biocoenoses benthiques dans le système phytal. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, v. 42, n. 58, 113 pp., 5 fig., Endoume, Marseille.
- PÉRÈS J. M. & PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, v. 31, n. 47, 137 pp., 9 fig., Endoume, Marseille.
- PICARD J. (1965) - Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, v. 36, n. 52, 160 pp., 10 fig., Endoume, Marseille.
- RHOADS D. C. (1974) - Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.*, v. 12, pp. 263-300, 29 fig., London.
- RICKLEFS R. E. (1981) - Ecologia. 743 pp., 296 fig., Zanichelli, Bologna. (6ª ristampa).
- ROBBA E. (1978) - Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. III. Osservazioni sul metodo di campionamento nelle argille. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 84, n. 2, pp. 491-522, 5 fig., Milano.
- ROBBA E. (1981) - Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. IV. Malacofauna batiali della Liguria occidentale. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 87, n. 1, pp. 93-164, 4 tav., Milano.
- SABELLI B. (1980) - Conchiglie. 499 pp., 550 fig., Mondadori, Verona.
- SABELLI B. & SPADA G. (1977) - Guida illustrata all'identificazione delle conchiglie del Mediterraneo. *Suppl. Conchiglie*, v. 13, n. 7-8, 1 p., 1 tav., Milano.
- SABELLI B. & SPADA G. (1980) - Guida illustrata all'identificazione delle conchiglie del Mediterraneo. *Suppl. Boll. Malac.*, v. 16, n. 1-2, 2 pp., 1 tav., Milano.
- SACCO F. (1890-1904) - I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. V. 7-30, Torino.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1971) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1 : 100000, Foglio 71 (Voghera), 121 pp., Roma.
- STANLEY S. M. (1970) - Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca). *Geol. Soc. Am.*, Mem. 125, 296 pp., 40 tav., 48 fig., Colorado.
- TEBBLE N. (1966) - British bivalve seashells. A hand book for identification. *Trustees Brit. Mus. Nat.*, 212 pp., 12 tav., 110 fig., London.
- THOMPSON T. E. & BROWN G. H. (1976) - British Opisthobranch Molluscs. Mollusca:

- Gastropoda. Keys and notes for the identification of the species. *Linnean Soc. London*, 203 pp., 105 fig., London.
- THORSON G. (1957) - Bottom Communities (sublittoral or shallow shelf). In: HEDGEPTH J. W. (Ed.), *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology*, v. 1, Ecology. *Geol. Soc. Am.*, Mem. 67, pp. 461-534, 20 fig., Colorado.
- TORTONESE E. (1965) - Echinodermata. pp. 1-419, 186 fig., Bologna.
- VATOVA A. (1940) - Le zoocenosi della Laguna veneta. *Thalassia*, v. 3, n. 10, 28 pp., 10 tav., Venezia.
- VATOVA A. (1943) - Le zoocenosi dell'Alto Adriatico presso Rovigno e le loro variazioni nello spazio e nel tempo. *Thalassia*, v. 5, n. 6, 61 pp., Venezia.
- VATOVA A. (1949) - La fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. *Nova Thalassia*, v. 1, n. 3, 110 pp., 9 tav., 37 tab., Venezia.
- VATOVA A. (1968) - La fauna bentonica della costa occidentale dell'aito Adriatico. *Arch. Ocean. Limnol.*, suppl. v. 15, pp. 159-167, 1 fig., Venezia.
- WENZ W. (1938-1944) - Gastropoda. *Handb. Paläozool.* Op. di 1639 pp., 4311 fig., Berlin.
- YONGE C. M. (1937) - The biology of *Aporrhais pes-pelecani* (L.) and *A. serriana* (Mich.). *Jour. Mar. Biol. Ass. U. K.*, pp. 687-703, 6 fig., London.
- YONGE C. M. (1946 a) - On the habits and adaptations of *Aloidis* (*Corbula*) *gibba*. *Jour. Mar. Biol. Ass. U. K.*, v. 26, n. 3, pp. 358-376, 14 fig., London.
- YONGE C. M. (1946 b) - On the habits of *Turritella communis* Risso. *Jour. Mar. Biol. Ass. U. K.*, v. 26, n. 3, pp. 377-380, 1 fig., London.

## TAVOLA 51

- Fig. 1 - *Chamelea gallina* (Linneo), esemplari con lamelle erette. Valva sinistra; a, superficie interna; valva destra; b, superficie esterna; valva sinistra; c, superficie esterna.
- Fig. 2 - *Chamelea gallina* (Linneo), esemplare con lamelle piatte. Valva sinistra; a, superficie esterna; b, superficie interna.
- Fig. 3 - *Chamelea gallina* (Linneo), esemplare con lamelle piatte. Valva sinistra; a, superficie interna; b, superficie esterna.
- Fig. 4 - *Chamelea gallina* (Linneo), esemplare con lamelle piatte. Valva destra; a, superficie interna; b, superficie esterna.
- Fig. 5 - *Nuculana (Saccella) fragilis* (Chemnitz), primo gruppo. Valva sinistra; a, superficie interna; b, superficie esterna.
- Fig. 6 - *Nuculana (Saccella) fragilis* (Chemnitz), secondo gruppo. Conchiglia con le valve articolate; a, veduta anteriore; b, veduta posteriore; c, veduta dorsale.
- Fig. 7 - *Nuculana (Saccella) fragilis* (Chemnitz), secondo gruppo. Valva destra; superficie esterna.
- Fig. 8 - *Barbatia (Barbatia) pectinata* (Brocchi), esemplare giovanile. Valva sinistra; a, superficie esterna; b, superficie interna.
- Fig. 9 - *Barbatia (Barbatia) pectinata* (Brocchi), esemplare giovanile. Conchiglia con le valve articolate; a, veduta dorsale; b, veduta posteriore; c, veduta anteriore.
- Fig. 10 - *Barbatia (Barbatia) pectinata* (Brocchi), esemplare giovanile. Valva destra; a, superficie interna; b, superficie esterna.
- Fig. 11 - *Barbatia (Barbatia) pectinata* (Brocchi), esemplare giovanile. Valva sinistra; a, superficie interna; b, superficie esterna.

Tutte le figure  $\times 5$ .

