

M. G. CARBONI (*), R. MATTEUCCI (*), P. TORTORA (*)

LA PIATTAFORMA COSTIERA DELL'ALTO LAZIO:
DALLA FOCE DEL FIUME MARTA A TORRE SANT'AGOSTINO (**)

Riassunto — Vengono esposti i risultati di uno studio eseguito sulla piattaforma costiera compresa all'incirca tra le isobate —10 —50 metri ed antistante il litorale tra Torre Sant'Agostino e la foce del fiume Marta. In base alle indagini geofisiche è stato riconosciuto, al di sotto di una copertura di sedimenti recenti, un substrato acustico caratterizzato da due profonde incisioni, perpendicolari alla costa, in prossimità delle foci dei fiumi Marta e Mignone.

Le caratteristiche della coltre dei sedimenti recenti, che assume spessori notevoli di fronte alla foce dei due fiumi, sono state evidenziate attraverso l'interpretazione dei rilievi geofisici e lo studio sedimentologico e micropaleontologico eseguito su otto carote prelevate nell'area marina. Tale coltre è costituita principalmente da limi argillosi in cui si rinvenivano spesso abbondanti resti vegetali di zoosteracee. Un ambiente di sedimentazione principalmente legato allo sviluppo del posidonieto è testimoniato anche dalle microfaune nelle quali sono spesso frequenti le forme epifite e di acque infralitorali.

Abstract — *The coastal platform of Northern Latium from the Marta river mouth to Torre S. Agostino.* Results of a study carried out on the coastal platform stretching from —10 m to —50 m isobaths and facing the shoreline between Torre Sant'Agostino and Marta River mouth — are described. On the ground of geophysical investigations the presence of an acoustic substratum — characterized by two deep cuts perpendicular to the coast — has been pointed out near the mouths of both Marta and Mignone Rivers.

Characters of recent sediment cover — reaching remarkable thickness in front of both river mouths — have been evidenced by interpretation of geophysical surveys and by the sedimentological and micropaleontological analysis of eight core samples of the marine area. This cover is mainly built up by silts often holding remarkable remains of zoosteraceans. Microfauna which often is rich in epiphitic

(*) Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università degli Studi di Roma.

(**) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato del CNR « Oceanografia e Fondi Marini ». Contratto n. 79.01400.88/115.6161 (Responsabile Prof. F. Burragato).

and shallow-water foraminiferids also testify a sedimentation environment mainly connected with development of *Posidonia* prairies.

Key Words: — Submarine morphology, recent sedimentation, Tyrrhenian Sea, Foraminifera.

PREMESSA

Durante la campagna oceanografica effettuata nel dicembre 1977 dall'Unità Operativa dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Roma diretta dal Prof. F. Burragato, afferente al Progetto Finalizzato del C.N.R. « Oceanografia e Fondi Marini », si svolsero alcune ricerche sul tratto di piattaforma continentale situato a circa 13 Km a NW di Civitavecchia. Nel corso della sudditata crociera vennero raccolte informazioni con l'intento di individuare e valutare eventuali « Placers » marini. Le ricerche prevedono indagini batimetriche, geofisiche con Sub-bottom profiler ed il prelievo di campioni di sedimento marino mediante carotiere a gravità.

I dati così raccolti vennero elaborati con metodologie atte a rispondere alla ricerca del Progetto Finalizzato del C.N.R., mentre successive analisi ed elaborazioni, effettuate in parte sugli stessi dati ed unite ad una ulteriore ricerca nell'area, hanno permesso la realizzazione di questa nota.

I dati inediti che verranno presentati sono quelli riguardanti l'indagine sedimentologica, batimetrica e micropaleontologica, mentre si terranno come riferimento le investigazioni S.B.P. di cui qualche elaborato è stato presentato al Convegno « Oceanografia e Fondi Marini » tenutosi a Roma nel marzo 1979 (ANGELUCCI et al., 1979).

INTRODUZIONE

Il settore marino in esame si estende, limitatamente al tratto di piattaforma continentale compreso all'incirca tra i —10 e —50 m, di fronte alla costa tra Torre Sant'Agostino e la foce del fiume Marta (a NW di Civitavecchia). Esso, come è visibile in fig. 1, si presenta secondo una fascia allungata parallelamente alla costa e posta ad una distanza dalla stessa compresa all'incirca tra 1 e 6 Km.

Tale settore fa parte di un'area ben più vasta i cui aspetti

morfologici e sedimentologici sono stati più in generale studiati da AIELLO et al. (1978). Questi Autori descrivono la piattaforma continentale, che va dal traverso di Capo Linaro alla congiungente del Promontorio dell'Argentario con l'isola di Giannutri, come poco differenziata, in generale di aspetto pianeggiante, a volte interrotta da piccoli rilievi. Inoltre individuano, sulla base delle registrazioni S.B.P. 3,5 KHz, tre zone contraddistinte da una diversa dinamica deposizionale. Quella che interessa questo studio, compresa tra i -20 ed i -60 m, viene descritta ad elevata dinamica deposizionale; in essa vengono ulteriormente distinte due fasce a profondità diverse: quella compresa tra i -20 e -30 m caratterizzata da sedimentazione sabbioso-limosa e da accumuli limoso-sabbiosi con resti vegetali interpretati come « mattes a Posidonia », mentre tra i -30 e -60 m prevalgono le sabbie limose. Gli stessi Autori inoltre evidenziano alcuni rilievi emergenti dal fondo marino, da loro attribuiti a depositi biogeni carbonatici, probabilmente collegabili con quelli del « coralligeno di piattaforma » di PERES e PICARD (1964).

Ritornando più specificatamente alla zona presa in considerazione e tenendo conto dei limiti batimetrici che la comprendono, possiamo ritenere, in prima analisi, che essa è controllata principalmente dal moto ondoso, dalle correnti e dagli apporti provenienti dal continente prospiciente, nonché dai settori di mare vicini. Le caratteristiche del moto ondoso e delle correnti nell'area in esame non sono note, ma alcuni dati circa il movimento dei sedimenti lungo la costa possono essere estrapolati sulla base di studi fatti in precedenza e sullo stato dei venti.

Le analisi anemometriche eseguite da CAPUTO et al. (1980), desunte dai dati ISTAT relativi alla stazione di Civitavecchia (periodo 1959-1974) hanno indicato per la stagione autunnale ed invernale una preminenza dei venti orientali e meridionali provenienti dal settore tra Est e Sud, mentre nella stagione estiva e primaverile prevalgono i venti da NW; nel complesso l'analisi annua ha evidenziato una prevalenza dei venti dal 2° quadrante. Tali osservazioni avallano le indagini fatte da ANSELMINI et al. (1976), i quali sulla base di uno studio sui minerali pesanti costituenti la spiaggia emersa e sommersa, individuano tra Ansedonia e la foce del Mignone un drift litoraneo preminente verso NW.

Considerando l'area continentale come sorgente dei materiali terrigeni che si vanno a deporre sulla piattaforma marina e tenendo

conto dell'ampia possibilità di movimento che hanno i sedimenti fini, è necessario analizzare oltre la zona immediatamente prospiciente l'area marina investigata, anche un settore ben più ampio. Se si considera la fascia costiera che va da Capo Linaro al Promontorio dell'Argentario, in essa compaiono soprattutto affioramenti riferibili ai sedimenti autoctoni della « serie toscana », alloctoni dei flysch argilloso-calcareo-arenacei e neoautoctoni. Inoltre in larga misura affiorano i prodotti legati all'attività, principalmente esplosiva quaternaria, degli apparati vulcanici dei Monti Vulsini, Sabatini, Ciimini e di Vico unitamente al complesso Cerite-Tolfetano.

Un'influenza più diretta viene esercitata dal settore continentale che è drenato dal modesto sistema idrografico a cui fanno capo i fiumi Marta e Mignone. Dal punto di vista geologico (BONADONNA, 1967; FAZZINI et al., 1972; DEVOTO e LOMBARDI, 1977), questa area, nei suoi aspetti generali, non differisce molto da quella della fascia costiera tra l'Argentario e Capo Linaro precedentemente esposta.

I sedimenti sversati dai fiumi Marta e Mignone sono costituiti principalmente da frazioni limoso-argillose e subordinatamente sabbiose. In particolare FAZZINI et al. (1972) descrivono le alluvioni recenti ed attuali dei due fiumi, almeno per il loro tratto prossimo alla foce, come sabbioso-limose quelle del Marta e più limoso-argillose quelle del Mignone. Alcune campionature da noi effettuate lungo l'asta del Mignone ed osservazioni estese a tutta l'area hanno confermato quanto asserito dai suddetti Autori. I prelievi in prossimità della foce del Mignone hanno permesso di rilevare nel suo letto materiali limoso-argillosi, mentre più a monte, in accordo con le maggiori pendenze su cui scorre questo fiume, sono stati campionati sedimenti sabbiosi costituiti in larga parte da minerali pesanti legati all'erosione degli affioramenti vulcanici quaternari.

Le misurazioni eseguite dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici (1978) sul Mignone presso la località Rota e riferite al periodo 1964-1968 mostrano, nei mesi che vanno da aprile ad agosto, portate medie estremamente basse (il valore medio per questo periodo è di $0.74 \text{ m}^3/\text{sec}$); a ciò corrisponde frequentemente la chiusura completa della foce da parte delle sabbie litorali. La portata media del Marta, misurata presso la località Centrale Traponzo, appare più regolare nel corso dell'anno, risentendo anch'essa, comunque, di minimi nei periodi primaverili ed estivi (Q_m annua è di $7,45 \text{ m}^3/\text{sec}$).

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI FONDALI

I rilevamenti batimetrici e mediante sismica a riflessione sono stati effettuati secondo rotte sia ortogonali alla costa che parallele ad essa (fig. 1). L'indagine batimetrica è stata eseguita con un ecoscandaglio scrivente Atlas Deso 10, mentre quella sismica è stata compiuta con un Sub-Bottom profiler 3.5-7 KHz (trasduttore e transiver Ore e registratore Giff). Tale strumento sebbene di debole penetrazione, ha permesso una buona risoluzione della coltre superficiale dei sedimenti; in dipendenza di ciò sono stati ubicati i carotaggi meccanici in seguito effettuati⁽¹⁾.

La carta batimetrica rilevata (fig. 2) mette in risalto taluni elementi morfologici che mostrano una notevole corrispondenza tra la topografia sottomarina e la morfologia della costa. Infatti il tratto più meridionale, quello cioè corrispondente al settore di Sant'Agostino, in accordo con una costa più articolata, rileva un fondo con pendenze più marcate rispetto alla rimanente area. Le pendenze misurate in questo settore hanno valori più alti tra le isobate —10 e —30 m (2.3° circa) rispetto al tratto tra i —30 e —50 m (0.7° circa). Nel complesso si osserva nell'intera area una diminuzione della pendenza procedendo verso NW.

Informazioni ulteriori sono state ottenute dalla elaborazione dei dati geofisici che ha evidenziato una coltre superficiale di sedimenti limoso-argillosi, come confermato poi dai carotaggi. Questi materiali poggiano su di un substrato « acustico » che, nella parte dell'area indagata più vicina alla costa, emerge dai sedimenti sciolti conferendo alla topografia sottomarina un aspetto alquanto accidentato. Tale substrato (fig. 3) presenta un andamento discordante rispetto al fondo attuale e mostra caratteri morfologici derivanti probabilmente da una fase erosiva subaerea; i più appariscenti sono le due profonde incisioni di fronte alle foci dei fiumi Marta e Mignone riferibili ai loro paleoalvei (fig. 4).

Il substrato acustico è stato interpretato come una superficie di erosione antecedente alla trasgressione versiliana alla quale, in accordo con AIELLO et al. (1978), è attribuibile in massima parte

(1) Per la localizzazione del natante è stato usato un sistema di radiolocalizzazione Trisponder Del Norte il quale ha funzionato abbinato ad un calcolatore Hewlett-Packard 9810 e plotter 98621 della stessa marca. La carta di navigazione, come tutte le altre restituzioni cartografiche, in originale è a scala 1:10.000.

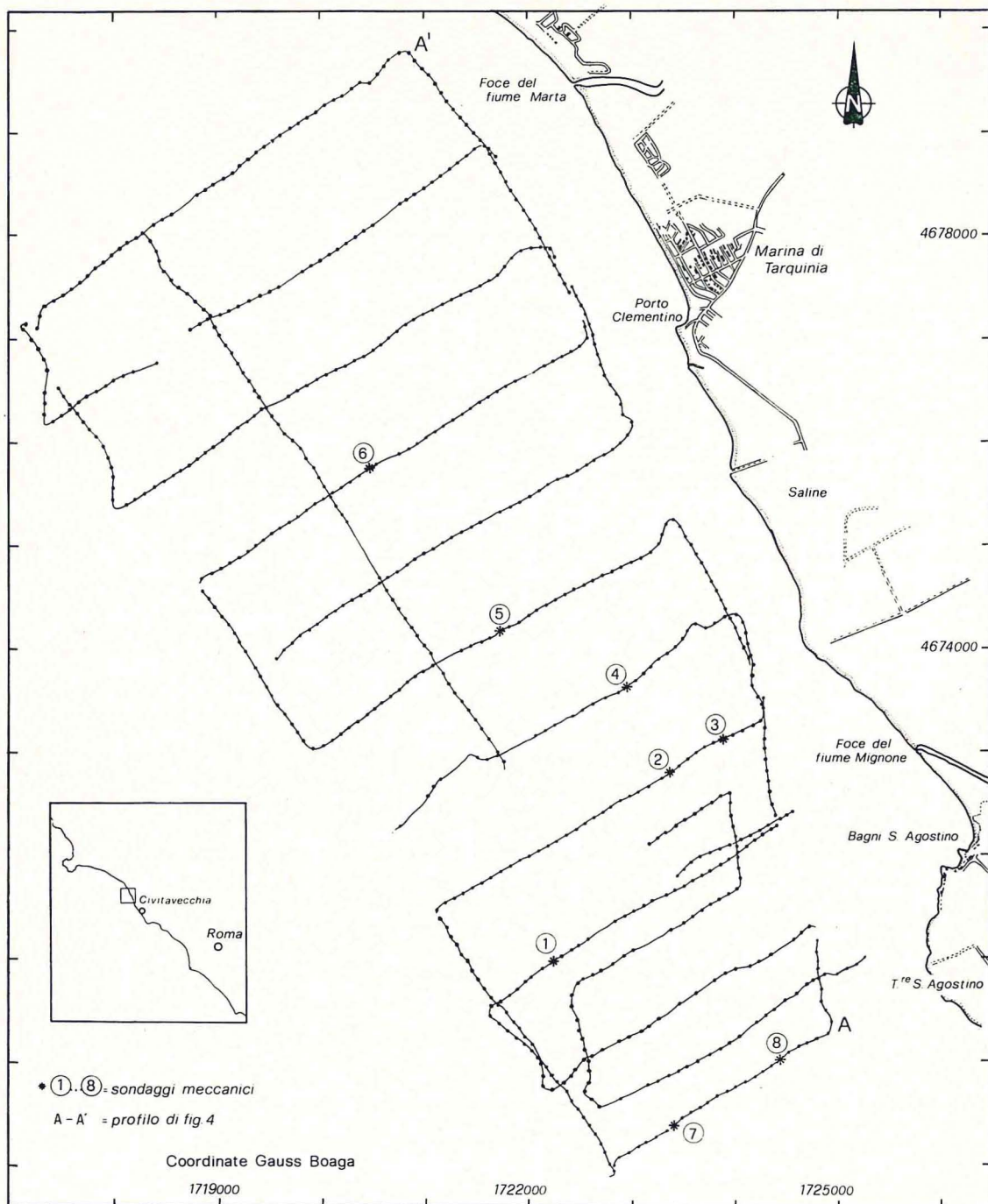


Fig. 1 - Ubicazione dell'area marina esaminata con le rotte percorse durante le fasi di ricerca e con le stazioni di campionatura.

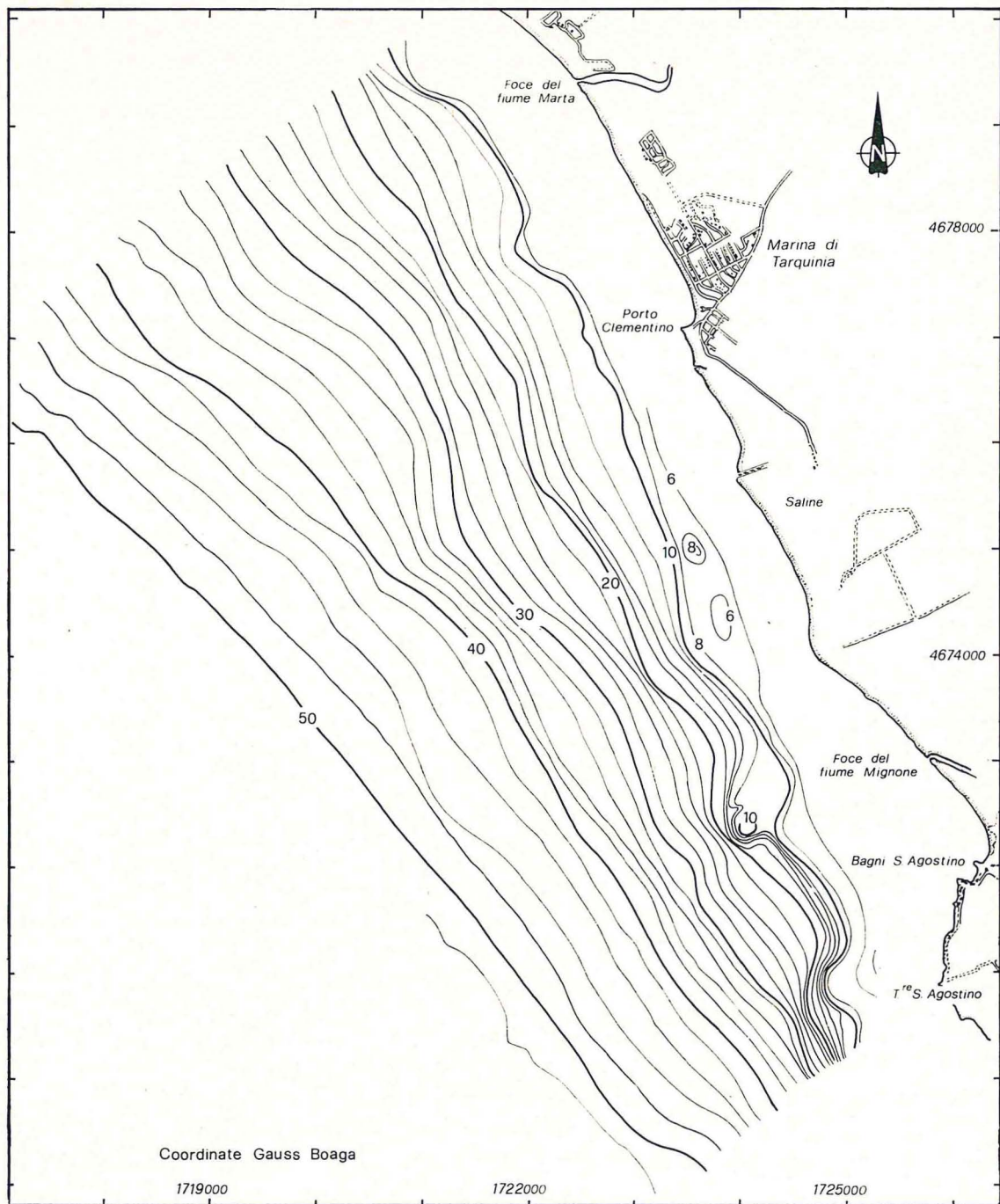


Fig. 2 - Carta batimetrica della zona indagata.

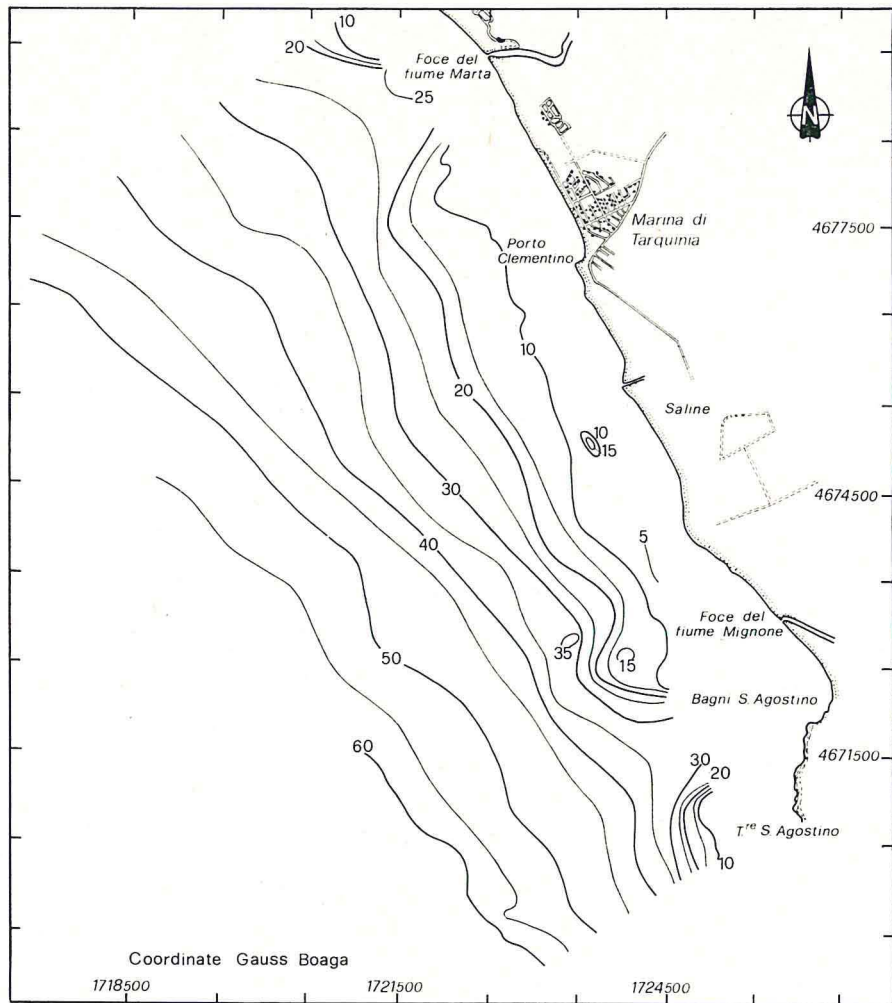


Fig. 3 - Carta del substrato acustico ($v = 1500$ m/sec). Le quote delle isoline sono riferite al livello marino.

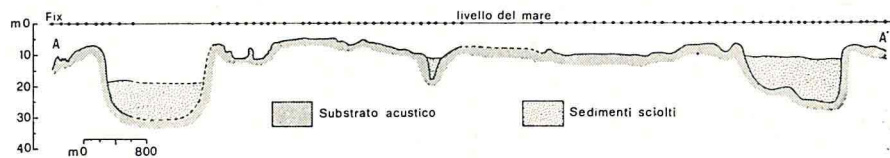


Fig. 4 - Profilo lungo la rotta A-A' di fig. 1. In tratteggiato le zone interpretate.

la coltre pelitica. Questa ha spessori che aumentano regolarmente procedendo verso il largo, ma che in particolar modo sono rilevanti di fronte alle foci dei fiumi Marta e Mignone (fig. 5). I materiali qui depositi appaiono alle registrazioni S.B.P. con alcune lineazioni riferibili ad intercalazioni di materiale di probabile tessitura sabbioso-ghiaiosa. Queste intercalazioni potrebbero essere collegate a momenti di apporto più grossolano da parte dei due fiumi nel

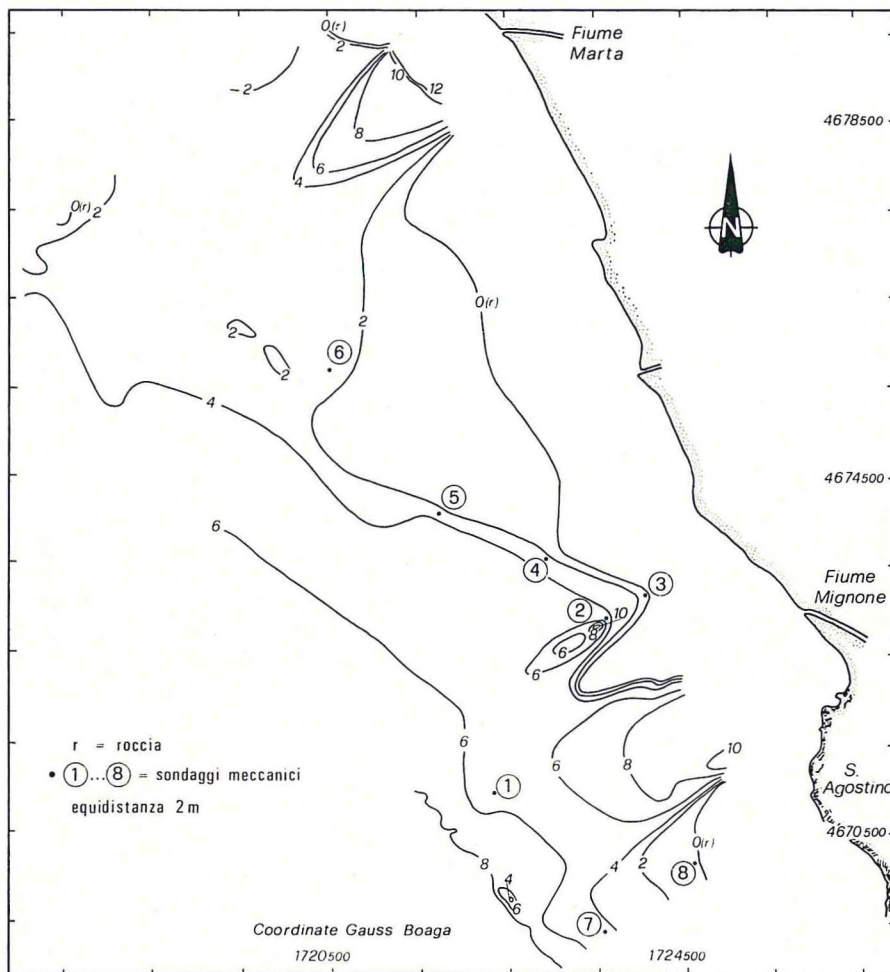


Fig. 5 - Carta delle isopache relativa alla coltre dei sedimenti recenti ($v = 1500$ m/sec). Sono inoltre visibili le stazioni di prelievo dei campioni.

corso della fase trasgressiva versiliana, o comunque essere messa in relazione a deposizioni avvenute in prossimità della costa e quindi caratterizzate da un ambiente ad alta velocità di sedimentazione.

Immersioni subacquee compiute nel settore di Sant'Agostino tra la costa e i -30 m, hanno confermato che la isolinea di 0 m riportata in fig. 5 corrisponde effettivamente all'emersione di un substrato solido dalla coltre dei sedimenti sciolti. Esso è costituito da una panchina fortemente alterata ed elaborata in superficie, la quale è a volte ricoperta da esili veli sabbiosi e bioclastici e fa da supporto ad una rigogliosa vegetazione presente nella zona prossima alla costa (fig. 6), talora per ampio tratto.

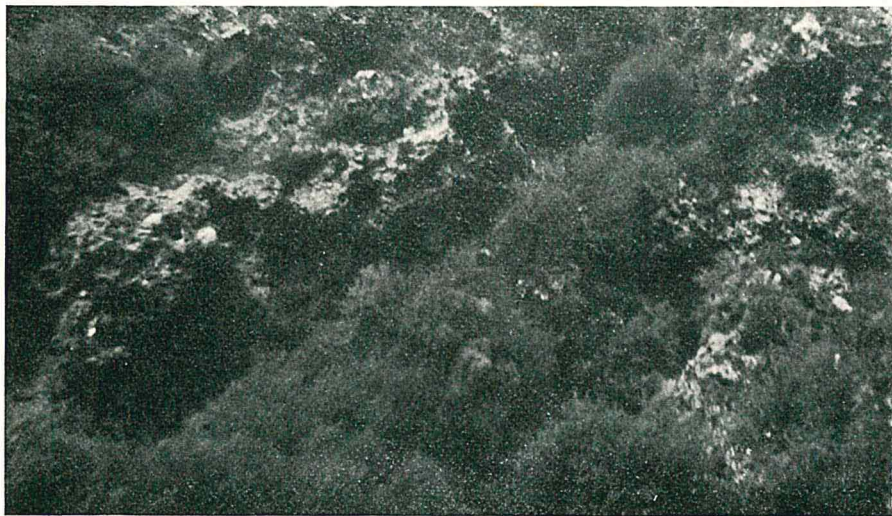


Fig. 6 - Affioramento del substrato roccioso di fronte a S. Agostino, a -10 m di profondità. Si noti la sua notevole articolazione e il rivestimento vegetale.

Sempre nel settore di Sant'Agostino sono stati osservati, in immersione, affioramenti del substrato anche tra i -15 e -30 m; essi sporgono dal sedimento sciolto (fig. 7) mostrando superfici fortemente articolate ed ampiamente ricoperte di incrostazioni di serpulidi, corallinacee, briozoi, che li obliterano completamente. Inoltre, là dove un esile velo di sedimento ricopre il substrato, so-



Fig. 7 - Rilievo calcareo emergente dal sedimento grossolano a -25 m di profondità.

no presenti rigogliosi posidonieti intervallati da più o meno ampie aree spoglie e da veri e propri canali, i cui sedimenti superficiali sono quasi interamente bioclastici e prevalentemente a granulometria grossolana (fig. 8). Questi sedimenti sono elaborati dall'azio-



Fig. 8 - Sedimentazione bioclastica grossolana in un canale ad alta energia tra plaghe a Posidonie; profondità -27 m.

ne del moto ondoso (o quantomeno delle correnti di fondo), come è testimoniato dalla presenza di marcati ripple marks.

L'area a Nord del Mignone sembra possedere, anche se non è stata oggetto di immersioni subacquee, le stesse caratteristiche notate per il settore di Sant'Agostino, come è dedotto dalla morfologia dei fondali, molto simili nelle due zone ed anche dalla presenza, sebbene discontinua, di macereti di posidonie spiaggiate, i quali si rinvengono un po' dovunque, indicando uno sviluppo di posidonieti nelle zone più a largo.

In tutta l'area esaminata, pur non essendo stati localizzati in acqua, si sono rinvenuti numerosi brandelli spiaggiati di tubi agglutinati di sabellarie, spesso attaccati a clasti di varia natura (bioclasti, pezzi di panchina ecc.), aggregati fra loro a formare grossi accumuli. Tali rinvenimenti testimoniano uno sviluppo di « reefs » a sabellarie che sono ampiamente diffusi lungo la costa laziale a profondità in genere inferiori ai —20 m.

Il tentativo di evidenziare la natura del substrato acustico rilevato in mare, correlandolo con gli affioramenti costieri, ha presentato notevoli difficoltà interpretative, visto che questi ultimi sono molto scarsi e concentrati principalmente nel settore di Sant'Agostino. In prossimità di Torre Sant'Agostino si osserva, anche nei primi metri sott'acqua, una panchina attribuibile al Tirreniano (FAZZINI et al., 1972) o ad una fase neotirreniana (PAOLINI, 1980), mentre in località Bagni di Sant'Agostino affiorano i terreni miocenici connessi con il complesso argilloso-calcareo-arenaceo; con molta probabilità il substrato acustico evidenziato dalle indagini geofisiche va ricollegato a questi affioramenti.

Nel settore a Nord del Mignone una correlazione di questo tipo appare ancora più problematica; l'unico affioramento presente sulla costa è un piccolo promontorio argilloso isolato, poco a Nord della foce del Mignone. Queste argille sono dal punto di vista stratigrafico difficilmente inquadrabili; un lavaggio è risultato quasi sterile, contenente solo pochi individui mal conservati di *Ammonia* e di *Globorotalia scitula* (BRADY).

Altri affioramenti rocciosi sono localizzati a distanza dalla costa nella compagna tra il Marta e il Mignone, ma non vi sono elementi per una loro correlazione con la superficie riflettente individuata dalle indagini geofisiche nel sottofondo marino.

CARATTERISTICHE SEDIMENTOLOGICHE DELLE CAROTE

Sono state prelevate nel settore marino investigato otto carote di sedimento di fondo mediante un carotiere a gravità (Kullenberg) di circa 200 Kg di peso. L'ubicazione delle stazioni di prelievo (figg. 1 e 5), le cui coordinate e le relative profondità d'acqua vengono riportate in tab. 1, è stata scelta sulla base dei risultati ottenuti dall'indagine sismica.

TAB. 1 - Tabella delle coordinate dei punti di carotaggio; sono riportate inoltre le relative profondità di acqua.

Carote	Coordinate Gauss Boaga		Profondità m
	N	E	
1	4670923	1722289	-48
2	4672947	1723473	-24
3	4673202	1723896	-14
4	4673611	1722806	-28
5	4674062	1721613	-38
6	4675694	1720478	-38
7	4669380	1723532	-49
8	4670104	1724605	-32

Le analisi sedimentologiche, come quelle micropaleontologiche, sono state effettuate su 30 livelli prelevati dalle carote. Essendo queste caratterizzate da una notevole uniformità tessiturale, si è proceduto al prelievo di campioni ad intervalli regolari lungo ogni carota. Solamente per quella n. 5 è stata effettuata una più fitta campionatura in quanto caratterizzata, nella sua parte medio bassa, da una variabilità granulometrica ben evidente anche macroscopicamente.

Sono state effettuate analisi granulometriche mediante setacciatura a secco e con cilindri di sedimentazione (BELLOTTI et al., 1978) per la frazione limoso-argillosa. Inoltre per le frazioni sabbiose comprese nell'intervallo 62-707 μ è stata valutata la porzione mineralogica pesante mediante separazione con bromoformio.

Nel complesso i 30 campioni analizzati sono costituiti in larga parte da frazioni pelitiche e subordinatamente sabbiose (fig. 9);

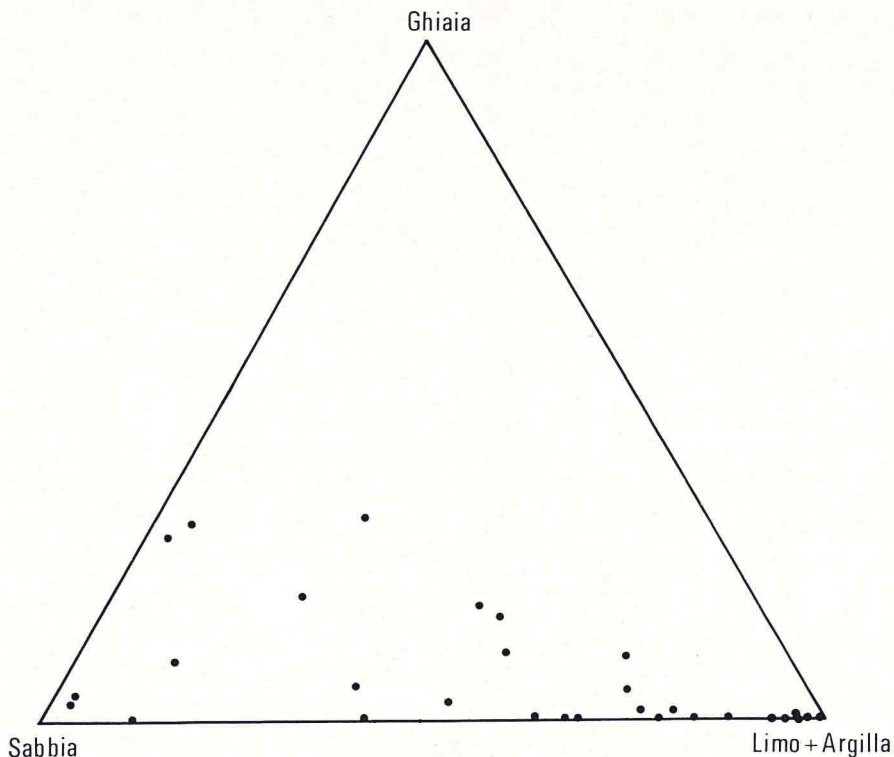


Fig. 9 - Grafico dei rapporti percentuali tra le frazioni ghiaiosa, sabbiosa e limoso-argillosa, presenti nei campioni analizzati.

inoltre nelle carote 1, 2, 3, 4, 6, 7 sono stati rilevati molti livelli caratterizzati da alte percentuali (tra il 20 e il 45% circa) di sedimento inferiore ai $4\ \mu$; nei campioni 1A, 6A, 6B queste percentuali sono comprese all'incirca tra il 50 e il 70%. Taluni livelli presentano anche incidenze significative della frazione ghiaiosa, la quale tuttavia è limitata all'intervallo dimensionale 2-8 mm.

Le carote 1, 6, 7 sono assai simili dal punto di vista tessiturale (fig. 10) e caratterizzate da elevate percentuali pelitiche. Nelle carote 2, 3, 4, 8 prevalgono le frazioni limoso-argillose e quelle sabbiose, mentre nella 5 si osservano dei caratteri alquanto dissimili dalle altre. Essa, difatti, è costituita nella sua porzione medio bassa da una struttura gradata diretta caratterizzata da sabbie grossolane e da ghiaie. Inoltre lungo questo tratto della carota sono presenti discrete quantità di minerali pesanti, principalmente pirosseni.

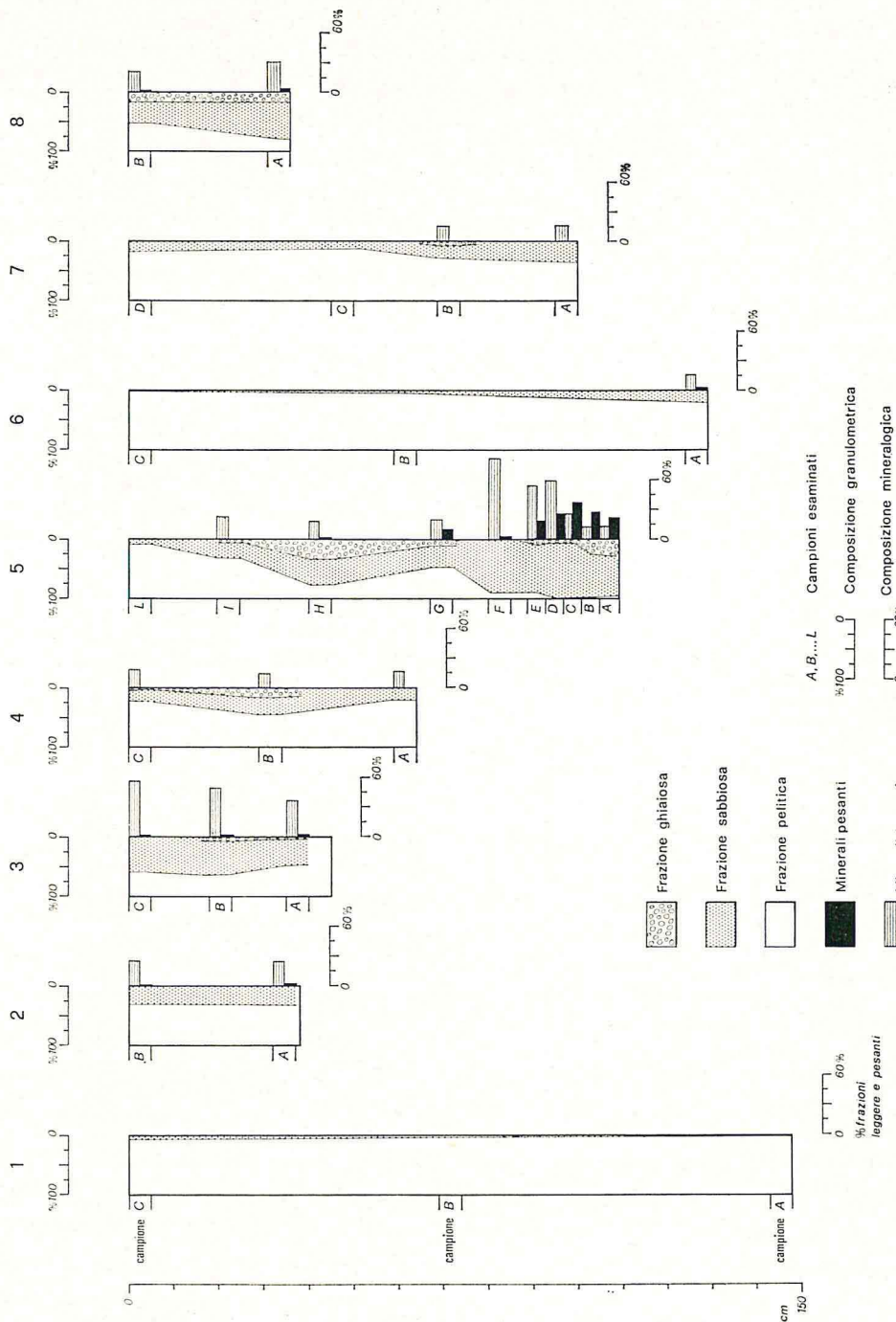


Fig. 10 - Grafico dei rapporti percentuali tra la frazione pellica, sabbiosa e ghiaiosa presente lungo le carote. Sono inoltre rilevabili le percentuali, riferite a tutto il campione, dei minerali pesanti e leggeri relativi all'intervallo 62-707 μ ; per i livelli molto ricchi in pelite non è stata effettuata questa separazione mineralogica.

Gli indici statistici (tab. 2), calcolati con il sistema grafico di FOLK e WARD (1957), hanno valori molto variabili. Quelli che assumono il Mean Size nella carota 5 (ad eccezione dei livelli 5L, 5G) e

TAB. 2 - Tabella degli indici statistici di Folk e Ward relativi ai campioni di carote analizzati.

Camp.				
1A	7.93	0.64	-0.65	3.00
1B	6.97	0.97	-0.17	0.91
1C	6.66	1.52	-0.44	0.92
2A	5.68	2.05	-0.12	0.54
2B	5.82	2.29	-0.19	0.64
3A	4.60	2.99	-0.11	0.68
3B	4.45	3.00	0.26	0.86
3C	4.30	1.51	0.54	1.54
4A	6.30	1.94	-0.44	0.60
4B	4.02	3.93	-0.28	0.61
4C	5.92	2.10	-0.12	0.65
5A	0.02	1.80	0.02	1.11
5B	0.12	1.58	-0.03	1.02
5C	1.15	1.28	0.36	1.37
5D	1.40	0.97	0.28	1.21
5E	2.22	1.75	-0.37	1.15
5F	3.17	0.86	-0.15	1.41
5G	4.61	3.41	-0.30	0.59
5H	1.92	4.04	0.48	0.79
5I	3.38	1.45	-0.83	1.69
5L	7.35	1.14	-0.52	1.35
6A	6.58	2.15	-0.75	0.78
6B	7.38	1.12	-0.73	0.81
6C	6.87	1.56	-0.67	0.55
7A	3.85	0.73	0.64	1.50
7B	5.23	3.57	-0.74	0.79
7C	4.90	3.15	-0.64	0.83
7D	6.63	1.83	-0.72	0.99
8A	2.20	3.41	0.40	1.38
	3.45	3.98	-0.03	0.54

in quella 8, sono compresi tra 0 e 3,5 Phi; negli altri campioni sono rilevabili valori molto più alti, in linea di massima tra 4 e 7 Phi. Le variazioni di questo indice nell'ambito di ogni carota sono in generale scarse, ma nelle carote 5, 8, 7 e in particolar modo nel-

le 5, si osserva un certo aumento dei valori procedendo dal bottom al top. La Standard Deviation indica sedimenti che in generale presentano uno scarso classamento; tale caratteristica è dovuta in molti casi alla presenza di materiale sia sabbioso che limoso-argilloso, mentre nei livelli bassi della carota 5, ciò è riferibile a sedimenti sabbiosi con abbondanza di frazioni ghiaiose. Nel complesso 11 campioni rientrano nel campo dei sedimenti molto poco classati, 12 in quello dei poco classati, i rimanenti sono moderatamente classati.

I valori dello Skewness evidenziano sedimenti principalmente ad asimmetria molto negativa (11 campioni) e subordinatamente simmetrici, ad asimmetria positiva, ad asimmetria molto positiva e molto negativa. Il Kurtosis è molto variabile; la caratteristica maggiormente rappresentata è la leptocurticità (8 campioni), la platicurticità (7 campioni) ed il campo molto platicurtico (7 campioni).

L'analisi delle curve di frequenza semplice ha rilevato in molti campioni una marcata polimodalità, caratterizzata talvolta dalla mancanza della moda dominante.

Particolare attenzione è stata rivolta alla carota n. 5 per la sua struttura gradata, la quale è di estremo interesse in studi di questo tipo. Gli indici statistici calcolati per i vari livelli di questa carota e riportata in fig. 11, mostrano che i valori assunti dal Mean Size tendono con progressione a diminuire man mano che ci si sposta verso il bottom della carota medesima mentre il classamento, assai scarso, non subisce sensibili variazioni ad eccezione dei livelli 5G e 5H. Sia lo Skewness che il Kurtosis non mostrano tendenze significative.

Nel complesso gli indici statistici relativi ai livelli 5A, 5B, 5C, 5D, 5E assumono valori simili a quelli dei campioni delle spiagge antistanti.

Per indagare su questo aspetto sono stati prelevati nel litorale antistante l'area marina investigata 11 campioni raccolti sulla berma. I relativi indici statistici sono stati plottati insieme a quelli dei campioni delle carote in diagrammi a coppie di indici. Dei sei grafici ottenuti dalle possibili combinazioni dei parametri di Folk e Ward, quelli $M_z - S_{kl}$ e $M_z - K_g$ mostrano che i livelli 5A, 5B, 5C, 5D, 5E, 5H e 8A entrano nel campo di variabilità dei campioni di spiaggia. Se si considerano i livelli precedentemente citati, nel grafico $S_{kl} - K_g$ ciò accade solo per i campioni 5B, 5D, 5E, e per i

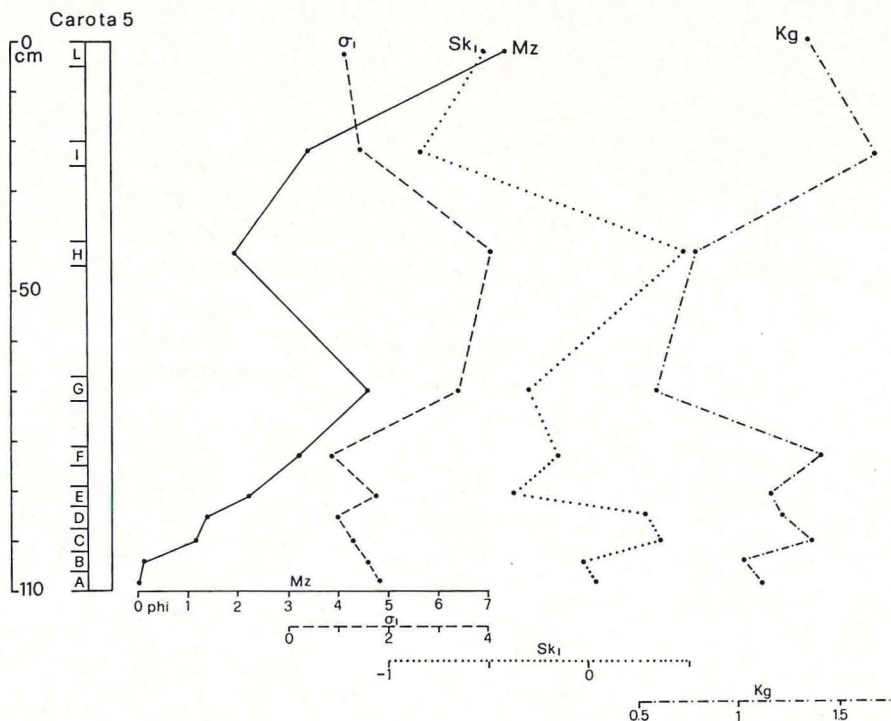


Fig. 11 - Variazioni degli indici statistici di Folk e Ward lungo l'asse della carota 5.

diagrammi σ_I - S_{kI} , σ_I -Kg, unicamente il campione 5D nel primo e 5C, 5D nel secondo.

Il diagramma Mean Size - Standard Deviation, permette meglio degli altri di evidenziare le differenze esistenti tra i campioni analizzati (fig. 12), in quanto con questi due indici si ottiene nel grafico una maggiore dispersione dei valori di quella osservabile negli altri diagrammi.

I livelli 5A, 5B, 5C, 5D, 5E hanno un campo di variabilità comune a quello dei prelievi effettuati sulla berma. Questa circostanza, già osservata nei diagrammi M_z - S_{kI} e M_z -Kg, evidenzia uno spiccato carattere trasgressivo della carota 5. Probabilmente la sua parte medio bassa è stata deposta in un ambiente caratterizzato da elevate velocità di sedimentazione, di certo ben più alte di quelle che hanno presieduto alla deposizione dei sedimenti delle carote 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, corrispondenti probabilmente alla parte alta della carota 5.

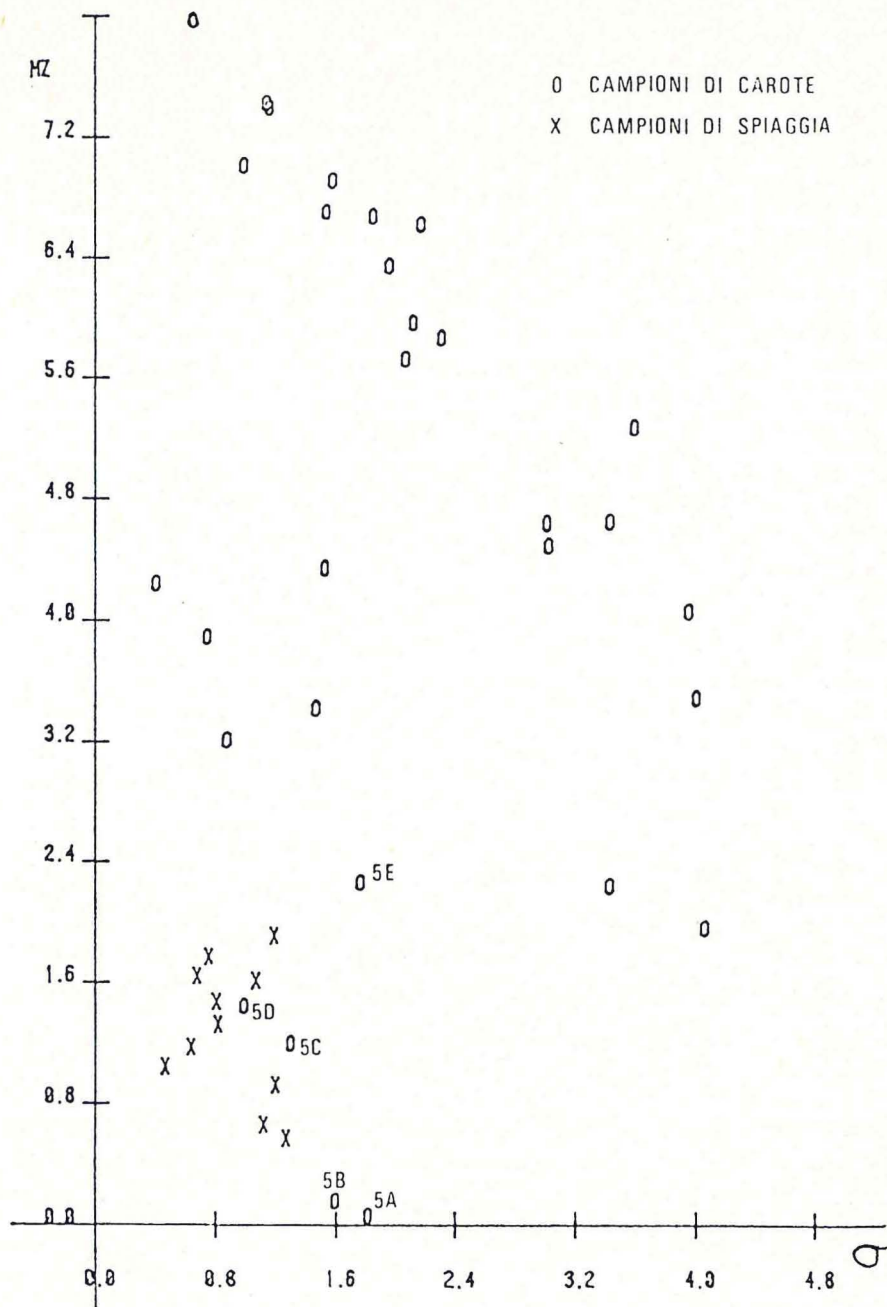


Fig. 12 - Diagramma Mean Size-Standard Deviation. Esso mostra i campi di variabilità dei campioni prelevati dalle carote e di quelli raccolti lungo il litorale tra Bagni di Sant'Agostino e la foce del Marta.

CARATTERISTICHE MICROPALAEONTOLOGICHE DELLE CAROTE

In tutti i campioni esaminati è presente una discreta componente organogena; la microfauna è generalmente ben conservata e solo in alcuni campioni delle parti inferiori delle carote 2, 3 e 5 si rinvennero numerosi esemplari chiaramente alterati e spatzati.

L'elenco delle forme riconosciute in ciascun campione è riportato nelle tabelle 3 e 4; mentre qui viene prodotta una breve sintesi analitica per ciascuna carota, tenendo conto dell'insieme della frazione organogena.

Carota 1 - La microfauna dei tre campioni esaminati è piuttosto abbondante, e rappresenta circa il 60% del residuo di lavaggio. Questo contiene inoltre, più frequenti nei campioni B e C, frammenti di molluschi, prevalentemente attribuibili a pettinidi e turritelle, placche e radioli di echinidi regolari e irregolari, rare spicole di spugne tetractinomorfe; è presente anche una discreta quantità di fibre vegetali di zoosteracee. Il residuo inorganico, non molto abbondante, è costituito da granuli di quarzo a spigoli vivi, lamine di mica, piccoli e rari clasti litici, rari minerali femici.

Nell'associazione microfaunistica la predominanza delle forme bentoniche di acque costiere è schiacciante; il plancton compare quasi esclusivamente con pochi esemplari di *Globigerinoides ruber*, alcuni ancora di un bel colore rosa. I generi più rappresentati sono *Elphidium*, *Melonis*, *Ammonia*, *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Cibicides*, *Rosalina* e *Valvulineria*. Da ricordare la presenza, sia pure con piccoli e rari esemplari, di *Bulimina* (*B. marginata*, *B. elegans*, *B. fusiformis*). Nessuna variazione di rilievo è riscontrabile nel contenuto microfaunistico dei tre campioni.

Carota 2 - I campioni di questa carota presentano una microfauna assai scarsa, valutabile nel 15-20% del residuo di lavaggio, nella quale si ritrovano inoltre solo rari radioli di echinidi e frammenti di gusci prevalentemente di gasteropodi, insieme a rare fibre di zoosteracee. La frazione inorganica, anch'essa relativamente poco abbondante, è costituita da granuli di quarzo talora arrotondati, lamine di mica, minerali femici, piccoli clasti litici.

Nell'associazione microfaunistica prevalgono le forme bento-

niche costiere appartenenti ai generi *Quinqueloculina*, *Elphidium*, *Ammonia*, *Rosalina* e *Cibicides*. Tuttavia sono discretamente presenti forme di habitat più profondo, come *Bulimina elongata*, *B. fusiformis baccata*, *B. inflata*, *Bolivina alata*, *B. catanensis*, *Cassidulina laevigata carinata* e varie specie planctoniche (*Globigerina bulloides*, *G. pachyderma*, *G. quinqueloba*, *Globorotalia crassiformis*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides ruber*). Numerosi esemplari, specialmente tra i foraminiferi planctonici, si presentano spatizzati ed alterati. Nessuna variazione di rilievo si osserva tra i due campioni esaminati.

Carota 3 - Come nella carota precedente la microfauna non è molto abbondante; essa costituisce circa il 20% del residuo di lavaggio nei campioni A e C, il 30% nel campione intermedio B. Sono inoltre presenti ostracodi, radioli di echinidi, placche di ofiure, spicole di spugne tetractinomorfe (specialmente plagiotriene e dichotriene), frammenti di molluschi e, nei campioni intermedio e sommitale, fibre di zoosteracee. Il residuo inorganico, abbastanza abbondante, è formato da granuli di quarzo, lamine di mica, frammenti litici e minerali femici. Mentre nel campione di fondo carota (A), e in minor numero in quello intermedio (B), i granuli di quarzo sono prevalentemente arrotondati e patinizzati, i gusci dei foraminiferi spesso arrossati e riempiti di materiale ossidato e i frammenti di molluschi molto elaborati e perforati, nel campione sommitale i granuli di quarzo sono prevalentemente a spigoli vivi e i gusci di foraminiferi ossidati rari.

Nei tre campioni risulta sempre netta la prevalenza dei foraminiferi bentonici di tipo costiero, con i generi *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Ammonia*, *Cibicides*, *Rosalina*, *Elphidium*, *Asterigerinata*. Tuttavia nel campione intermedio si osserva una discreta presenza di foraminiferi planctonici rappresentati da numerose specie di *Globigerina*, *Globorotalia* e *Globigerinoides*. Molti esemplari sono spatizzati.

Carota 4 - Dei tre campioni esaminati quello di fondo (A) mostra un residuo inorganico relativamente abbondante, costituito da granuli di quarzo a spigoli vivi, lamine di mica, piccoli granuli litici, minerali femici e frammenti di cinabro, accompagnato da una scarsa frazione organogena che è rappresentata da radioli di echinidi,

qualche frammento di mollusco e una discreta quantità di spicole di spugne tetractinomorfe (stili, protriene, trichotriene, dichotriene); sono presenti anche fibre di zoosteracee. La microfauna è relativamente poco abbondante, costituendo non più del 15-20% del totale; essa contiene un basso numero di specie con pochi esemplari. Soprattutto fra i foraminiferi planctonici si osservano gusci spatizzati.

Il campione intermedio presenta invece un abbondante residuo organogeno costituito in gran parte da frammenti elaborati e arrossati di corallinacee crostose e da molluschi anche con esemplari interi e ben conservati; tra di essi sono riconoscibili *Turritella*, *Bittium*, *Hinia*, *Calliostoma*, *Gibbula* e inoltre pettinidi e nukulidi; sono presenti anche tubi del polichete *Ditrupa*, serpulidi, rari briozoi incrostanti ed eretti, placche di ofiure e frammenti di echinidi irregolari tra cui *Spatangus*, chele di crostacei e rare spicole di spugne tetractinomorfe e di alcyonari, nonché alcuni esemplari del brachiopode *Argyrotheca cordata* (Risso, 1826), che è la più comune delle tre specie di *Argyrotheca* conosciute nel Mediterraneo. Sono del tutto assenti le fibre di zoosteracee.

Nel campione sommitale il residuo è assai scarso, costituito da minuti frammenti di corallinacee, di echinidi e molluschi, accompagnati da granuli di quarzo e lamine di mica. Molto abbondanti le fibre di zoosteracee. La microfauna di questi due ultimi campioni costituisce circa il 40-50% del residuo di lavaggio; accanto a valve di ostracodi, sono presenti numerose miliolidi di grandi dimensioni come *Quinqueloculina intricata*, *Q. pulchella*, *Q. longirostris*, alcune delle quali, specialmente nel campione intermedio, sono rotte e ossidate; esse sono accompagnate da numerose specie di *Ammonia*, *Asterigerinata*, *Cibicides*, *Elphidium*, *Melonis*, *Rosalina*; sono presenti inoltre, anche se rari, individui di *Bulimina*, *Bolivina*, *Cassidulina* e *Reussella*; anche il plancton (*Globigerinita glutinata*, soprattutto, poi *Globigerina*, *Globigerinoides* e *Globorotalia*) è presente con pochi esemplari.

Carota 5 - I tre campioni esaminati provenienti dal tratto sommitale della carota (H, I, L) mostrano un residuo organogeno discretamente abbondante, costituito da molluschi (*Turritella*, *Hinia*, *Venus*, *Nucula*, *Nuculana*, *Chlamys*), briozoi incrostanti ed eretti tra cui, numerosi, *Sertella cellulosa* (LINNAEUS), *Cellaria fistulosa* (LINNAEUS), serpulidi, frammenti di echinidi irregolari, tra cui *Spatan-*

gus, chele di crostacei, piastre di chitoni, piccoli scofapodi, *Ditrupa*, spicole di tetractinomorfe, alcuni piccoli brachiopodi (*A. cordata*), e numerosi frammenti di corallinacee. Alcuni biosomi si presentano freschi e ben conservati, altri sono arrossati, ocracei, perforati e incrostati di corallinacee e serpulidi. Sono presenti fibre di zoosteracee. Il residuo inorganico, oltre a granuli spigolosi di quarzo, lamine di mica e granuli litici, comprende, nel campione sommitale, alcuni cristalli di gesso aggregati a rosetta.

La microfauna, più abbondante nei campioni L e H, oltre a numerosi ostracodi presenta con strettissima prevalenza forme di ambiente costiero (*Miliolidae*, *Elphidium*, *Melonis*, *Ammonia*, *Cibicides*, *Asterigerinata*). Da notare, tra le Ammonie, numerosi esemplari di grandi dimensioni, biconvessi e fortemente granulati su ambo i lati (*Ammonia papillosa*). Solamente nel campione H sono presenti rare Bulimine, Bolivine e Globigerinidi.

Il tratto inferiore della carota, che si distingue sedimentologicamente e per il maggior contenuto in minerali pesanti, è stato esaminato con maggiore dettaglio anche dal punto di vista micropaleontologico; per i sette campioni (A-G) la tabella 4 riporta l'elenco delle forme rinvenute. La caratteristica più evidente è il rapido e continuo impoverimento del contenuto faunistico verso il basso. La microfauna costituisce non più del 20% del residuo nei campioni G, F, E, D, e del 10% nei campioni C, B, A; tale flessione è legata non tanto alla diminuzione del numero di specie, quanto a quello degli individui che le rappresentano. La composizione dell'associazione è abbastanza simile a quella dei campioni sommitali, con predominio di forme costiere; tuttavia risultano presenti, sia pure con non frequentissimi esemplari e solo nei campioni basali (A, B, C), numerose specie conosciute per il loro habitat più profondo o di acque temperate o fredde (*Bulimina elegans*, *B. marginata*, *B. elongata*, *B. fusiformis*, *Bolivina catanensis*, *Cassidulina laevigata carinata*, *Globocassidulina crassa*). La macrofauna è costituita solo da frammenti elaborati di molluschi, briozoi e spicole, talora relativamente frequenti, di tetractinomorfe.

Carota 6 - I tre campioni esaminati di questa carota mostrano un contenuto microfaunistico piuttosto abbondante, che raggiunge il 60% del residuo nel campione intermedio (B), il 40-50% in quello sommitale (C) ed il 30% in quello basale (A). Particolarmente abbondante nel campione C è il contenuto in molluschi, rappresen-

tati prevalentemente da *Chlamys*, *Nucula*, *Nuculana*, *Turritella*, *Hinia*, *Alvania*; frequenti anche i frammenti di echinidi e di ofiure, le spicole di spugne tetractinomorfe, gli ostracodi e le fibre di zoosteraee. L'associazione sembra ritrovarsi anche negli altri campioni, sia pure con minore frequenza. Il residuo inorganico, scarso nei campioni C e A è più abbondante in B, rappresentato da granuli litici, granuli di quarzo, lamine di mica e minerali femici. La microfauna è tipicamente costiera con numerose forme di *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Spiroloculina*, *Elphidium*, *Melonis*, *Rosalina*, *Ammonia*, *Cibicides*, *Asterigerinata*. Solo nel campione basale sono presenti *Globigerina*, *Globigerinita*, *Globorotalia*, *Bulinina*, *Bolivina* e *Cassidulina*; solo *Globigerinoides ruber* ancora con gusci ben rosati, è presente in tutti e tre i campioni.

Carota 7 - La microfauna è molto abbondante nel campione sommitale dove costituisce il 60% del residuo di lavaggio, è più scarsa nel campione intermedio (40%) e in quello di fondo (20%). Quest'ultimo contiene invece un residuo organogeno molto abbondante, formato prevalentemente da corallinacee sia crostose che erette, per lo più inviluppate a serpulidi e briozoi. Anche la macrofauna è ben rappresentata (*Arca*, *Barbatia*, *Bittium*, *Calliostoma*, *Rissoa*, *Nucula*, briozoi incrostanti e reteporiformi, *Protula*, *Halimeda*, brachiopodi). Il campione intermedio mostra una forte diminuzione delle corallinacee, mentre molluschi e frammenti di echinidi irregolari sono relativamente abbondanti; frequenti anche le spicole di spugne tetractinomorfe (protriene, trichotriene, plagiotriene). Il campione sommitale mostra invece un residuo assai scarso, costituito da frammenti di *Turritella* e da piccoli *Cardium*; abbondante invece il residuo vegetale. Si osserva che oltre ai tre campioni (A, B, D) riportati in tabella 3, è stato esaminato un quarto campione (C) prelevato 20 cm al di sotto del campione B, che ha presentato una fauna assolutamente identica a quella di quest'ultimo campione.

Le associazioni microfaunistiche rinvenute sono piuttosto simili tra di loro e contengono per la massima parte forme di habitat costiero. Il gruppo delle Miliolidae è alquanto ben rappresentato con i generi *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Miliolinella*, *Spiroloculina*; sono inoltre abbondanti sia le forme che vivono sui fondi molli come *Elphidium*, *Ammonia*, *Melonis*, sia le forme epifite co-

me *Rosalina* e *Cibicides*, ciascuna con numerose specie; compare infine anche il genere *Textularia*. In particolare nella metà superiore della carota si osserva la comparsa di forme di habitat più profondo o più pelitico, come varie specie di *Bulimina*, *Bolivina*, *Reussella*, *Cassidulina*, *Lagena*, *Fissurina*; queste sono tuttavia rappresentate per lo più da scarsi individui. Nel campione sommitale D è inoltre presente con rare forme *Hyalinea balthica*.

Il plancton è abbastanza ben rappresentato, sia come numero di specie che come numero di individui, nei campioni C e B (*Globigerina*, *Globigerinoides* e *Globorotalia*); meno frequente risulta nel campione D, ed infine decisamente scarso (contiene solo rare forme di *Globigerinoides ruber*) nel campione di fondo A.

Carota 8 - Nel campione sommitale la microfauna costituisce il 30% del residuo di lavaggio, mentre è più scarsa nel campione di fondo dove raggiunge solo il 20% del residuo. L'associazione faunistica è simile nei due campioni con predominanza delle forme costiere: *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Ammonia*, *Elphidium*, *Rosalina*, *Cibicides*; tuttavia accanto a queste si osservano alcune forme di acque più profonde: *Bulimina*, *Bolivina*, *Uvigerina*, *Globocassidulina*. E' presente anche il plancton con rari individui di *Globigerina*, *Globigerinoides* e *Globorotalia*.

Nel campione di fondo costituito da un vero e proprio ammasso di fibre di zoosteracee, sono abbastanza frequenti molluschi ben conservati (*Rissoa*, *Alvania*, *Nucula*) con frammenti di briozoi e serpulidi. Il campione sommitale presenta invece un residuo assai scarso.

CONSIDERAZIONI AMBIENTALI E CONFRONTI

Le carote studiate interessano per lo più la porzione sommitale della coltre dei sedimenti depositi durante la trasgressione versiliana; tali sedimenti rappresentano quindi, dopo il colmamento delle depressioni incise nel substrato preversiliano, la fase terminale del processo tendente ad uniformare sia le morfologie dei fondali che la distribuzione delle litofacies. Le microfaune studiate, infatti, differiscono poco tra loro sia in senso verticale che orizzontale e posseggono un marcato carattere infralitorale. Tuttavia alcune carote mostrano una tendenza all'impoverimento faunistico

CAROTA	Campioni																
	1		2		3		4		5		6		7		8		
Specie	C	B	A	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B	A
Rosalina bradyi (CUSHMAN)																	
Rosalina globularis d'ORBIGNY																	
Rosalina isabelleana (BRADY)																	
Sigmoilina ovata SIDEBOTTOM																	
Sigmoilina tenuis (CZJZEK)																	
Sgmoilopsis schlumbergeri (SILVESTRI)																	
Siphonina reticulata (CZJZEK)																	
Spirulina vivipara EHRENBURG																	
Spiroloculina depressa d'ORBIGNY																	
Spiroloculina excavata d'ORBIGNY																	
Spiroloculina grata FERQUEM																	
Textularia aciculata d'ORBIGNY																	
Textularia calva LALICKER																	
Textularia candeliana d'ORBIGNY																	
Textularia concava (KARRER)																	
Textularia conica d'ORBIGNY																	
Textularia gramen d'ORBIGNY																	
Trifarina bradyi (CUSHMAN)																	
Triloculina gibba d'ORBIGNY																	
Triloculina gracilis d'ORBIGNY																	
Triloculina linneiana d'ORBIGNY																	
Triloculina oblonga (MONTAGU)																	
Triloculina planciana d'ORBIGNY																	
Triloculina tricarinata d'ORBIGNY																	
Triloculina trigonula (LA MARCK)																	
Triloculina staurostoma SCHLUMBERGER																	
Uvigerina mediterranea HOPKER																	
Uvigerina pygmaea d'ORBIGNY																	
Valvulineria bradyana (FORNASINI)																	

TAB. 3 - Distribuzione e frequenza delle specie riconosciute.

Tratteggio = 1-4 individui; tratto unito = 4-10 individui; tratto forte = più di 10 individui.

CAROTA		5						
Specie	Campioni	G	F	E	D	C	B	A
Ammonia beccarii (LINNE')								
Ammonia papillosa (BRADY)								
Ammonia perlucida (HERON ALLEN e EARLAND)								
Asterigerinata mamilla (WILL.)								
Asterigerinata planorbis (d'ORB.)								
Bolivina catanensis SEG.								
Buccella frigida granulata (di NAPOLI)								
Bulimina aculeata d'ORB.								
Bulimina elegans d'ORB.								
Bulimina elongata d'ORB.								
Bulimina fusiformis WILL.								
Bulimina marginata d'ORB.								
Cassidulina laevigata carinata SILV.								
Cibicidella sp.								
Cibicides floridanus (CUSH.)								
Cibicides lobatulus (WALK. e JAC.)								
Cibicides pseudoungerianus (CUSH.)								
Cibicidoides boueanus (d'ORB.)								
Elphidium advenum (CUSH.)								
Elphidium crispum (LINNE')								
Elphidium decipiens (COSTA)								
Elphidium macellum (FICHT. e MOLL)								
Elphidium semistriatum (d'ORB.)								
Florilus boueanus (d'ORB.)								
Globigerina bulloides d'ORB.								
Globigerina pachyderma (EHR.)								
Globigerina quinqueloba NATL.								
Globigerinita glutinata (EGGER)								
Globigerinoides ruber (d'ORB.)								
Globigerinoides trilobus (REUSS)								
Globocassidulina subglobosa (BRADY)								
Globorotalia incompta (CIFELLI)								
Melonis padanum (PERCONIG)								
Melonis pompilioides (FICHT. e MOLL)								
Miliolinella subrotunda (MONTFORT)								
Nonion granosum (d'ORB.)								
Quinqueloculina bicarinata d'ORB.								
Quinqueloculina bicornis (WALK. e JAC.)								
Quinqueloculina contorta d'ORB.								
Quinqueloculina intricata TERQUEM								
Quinqueloculina longirostris d'ORB.								
Quinqueloculina oblonga (MONTFORT)								
Quinqueloculina pulchella d'ORB.								
Quinqueloculina seminulum (LINNE')								
Rosalina globularis d'ORB.								
Rosalina isabelleana (BRADY)								
Sigmoilina ovata SIDEBOTTOM								
Sigmoilina tenuis (CZJZEK)								
Spiroloculina grata TERQUEM								
Textularia candeiana d'ORB.								
Triloculina gibba d'ORB.								
Triloculina linneiana d'ORB.								
Triloculina oblonga (MONTAGU)								
Triloculina tricarinata d'ORB.								
Triloculina trigonula (LA MARCK)								
Triloculina staurostoma SCHLUMB.								
Uvigerina mediterranea HOFKER								
Valvulineria bradyana (FORN.)								

TAB. 4 - Distribuzione e frequenza delle specie riconosciute nella metà inferiore della carota 5. Tratteggio = 1-4 individui; tratto unito = 4-10 individui.

verso il basso, particolarmente evidente nella carota 5; le carote 2 e 3, ubicate nell'area prospiciente la foce del fiume Mignone, sono per lo più povere in contenuto organogeno e presentano una discreta percentuale di forme spatizzate ed alterate; le carote 7 e 8, ubicate di fronte al rilievo costiero di Sant'Agostino dove il substrato preversiliano presenta le maggiori pendenze, possiedono livelli particolarmente ricchi in corallinacee, serpulidi e molluschi; infine le carote 1 e 6, le più distanti dalla costa, mostrano la maggiore uniformità verticale.

Tutti i campioni esaminati, eccetto quelli delle carote 2 e 3, possiedono un discreto e talora elevato contenuto in fibre più o meno carboniose di zoosteracee; il campione basale della carota 8 ne è addirittura un impasto. E' ampiamente noto (PERES & PICARD, 1964; COLANTONI & GALLIGNANI, 1975) come le « praterie a Posidonie » sviluppate nel Mediterraneo fino alla profondità di 40-50 m, siano in grado di intrappolare il sedimento, costruendo, con elevata velocità di accumulo, depositi potenti anche alcuni metri, e come siano resistenti alla putrescenza le fibre delle posidonie sepolte.

Il contenuto microfaunistico, caratterizzato dall'abbondanza delle forme epifite (*Rosalina*, *Cibicides*, *Asterigerinata*, *Planorbulina*, ecc.), di numerose specie di *Miliolidae*, di *Elphidium* ecc., e il contenuto macrofaunistico (*Rissoa*, *Alvania*, *Bittium*) ben si adattano ad un ambiente di posidonieto o a delle facies ad esso collegate. In particolare alcuni campioni (es. 4B, 5L, 6C) ricchi in *Miliolidae* di grandi dimensioni, *Ammonia* dal guscio biconvesso e fortemente granulato, *Elphidium crispum* e bioclasti di corallinacee, echinidi e molluschi, per lo più usurati ed alterati, sono facilmente ricollegabili ad ambienti di sedimentazione caratterizzati da un elevato idrodinamismo quali i « canali intermattes » o le « sabbie ad anfio » di PERES & PICARD (1964) e BLANC-VERNET (1969). La talora rilevante ricchezza in corallinacee incrostanti, serpulidi, briozoi membraniformi e retaporiformi, spicole di spugne tetractinomorfe è riconducibile alla presenza di rilievi emergenti dai sedimenti (facies di « coralligeno » o di « precoralligeno di PERES & PICARD, 1964), ma anche alla dispersione di materiale bioclastico proveniente dalla fascia costiera a substrato duro sul quale prospera la facies ad « alghe fotofile ».

La prevalente componente pelitica delle carote, così come la presenza, talora non rara e non limitata alle carote meno costiere,

di specie più caratteristiche di ambienti circalitorali e di fondi argillosi come *Nonionella turgida*, *Valvulineria bradyana*, *Bulimina* sp., *Bolivina* sp., *Cassidulina laevigata carinata*, *Globocassidulina crassa* e *Hyalinea balthica*, spesso accompagnate da *Turritella*, cardidi e abbondante *Ditrupa*, testimoniano di un costante e generalizzato annegamento delle facies a *Posidonia* da parte di sedimenti fini, oltre che di possibili apporti da mare. Questi ultimi rendono conto anche della discreta presenza in foraminiferi planctonici, molti dei quali del tutto freschi ed integri.

Soprattutto nelle carote 2 e 3 la particolare frequenza in foraminiferi planctonici, in genere con gusci spatizzati ed alterati, è attribuibile all'apporto del fiume Mignone, lungo il cui basso corso affiorano ampiamente sedimenti neogenici argillosi ricchi delle specie in questione (FAZZINI et al., 1972). Infine non è da escludere, ed anzi è assai verosimile per la parte bassa della carota 5, che alcuni foraminiferi planctonici e bentonici di habitat non costiero, rappresentino materiale relitto, ripreso durante le prime fasi della trasgressione versiliana.

Le microfaune studiate rientrano abbastanza bene nel quadro delineato da BLANC-VERNET (1969) per la distribuzione dei foraminiferi recenti e attuali nel Mar Mediterraneo, tuttavia le associazioni microfaunistiche di acque costiere del Mar Tirreno sono relativamente poco conosciute; appare utile un breve confronto con quelle finora descritte.

GANDIN (1970) riconosce in tre sondaggi effettuati nel golfo di Cagliari e che raggiungono la profondità di 30, 35 metri, un'associazione a « forme planoconvesse » (rappresentate in gran parte da *Discorbidae*, *Asterigerina*, *Cibicides*) accompagnata da *Nonion*, *Elphidium*, *Glabratella*, *Miliolidae* con *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Spiroloculina* e dal gruppo delle Ammonie con *A. inflata*, *A. papillosa* e *A. tepida*. In particolare identifica, soprattutto in base all'abbondanza di *A. tepida* e di poche altre forme, in alcune zone delle carote, delle oscillazioni in senso lagunare-salmastro.

La situazione microfaunistica rinvenuta nei campioni da noi esaminati è abbastanza simile a quella delle carote del golfo di Cagliari, se riferita alla permanenza del gruppo *Miliolidae* - *Ammonia* e delle « forme planoconvesse ». Mancano invece gli episodi salmastri legati alla presenza di *A. tepida* e *Nubecularia lucifuga*, mentre si ritrovano nei nostri campioni forme planctoniche che risultano completamente assenti nei sondaggi sopra menzionati.

Una notevole affinità si osserva invece tra le nostre associazioni e quelle rinvenute da GIAMMARINO & TEDESCHI (1974) allo Scoglio d'Africa (Arcipelago toscano) a profondità comprese tra 18 e 42 metri per lo più in un ambiente con particolare sviluppo del posidonieto. Di particolare rilievo, nell'area studiata dai summenzionati Autori, la presenza di fondali rocciosi scoperti ricchi di organismi incrostanti, e la presenza di correnti di fondo alle quali gli Autori imputano la permanenza di faune costiere ad *Elphidium* anche nei campioni più profondi. Quasi tutte le forme rinvenute allo Scoglio d'Africa sono presenti nei nostri campioni; rimarchevole eccezione è costituita da *Peneroplis pertusus* che è presente nel Mediterraneo occidentale, ma anche nelle acque costiere del golfo di Marsiglia su fondi a posidonie e a *Cymodocea* (MURRAY, 1973). Alcune forme di Peneroplidi si rinvencono anche lungo le coste della Sardegna (osservazioni degli Autori); la loro assenza nei nostri campioni è probabilmente da imputare a condizioni locali di maggiore apporto terrigeno.

Ancora una buona affinità si riscontra tra le nostre associazioni e quelle rinvenute in un campione di fondo prelevato a 5 metri a Capo Mortola (Ventimiglia) da GIAMMARINO & MASTRORILLI (1969), dove gli Autori osservano una fauna a *Miliolidae*, *Peneroplis pertusus*, *Rosalina* e *Astronion*. Anche in questo caso la maggiore differenza con le nostre faune è dovuta alla assenza di *Peneroplidae* nei nostri campioni.

Un confronto interessante è possibile con le faune rinvenute da MONCHARMONT ZEI nel golfo di Pozzuoli (1964). L'Autore ha esaminato le microfaune di 13 campioni, provenienti da altrettante carote, a profondità diverse da 5 a 110 metri individuando tre tipi di associazioni: una della zona detritico-sabbiosa, una della zona sabbioso-argillosa, una della zona prevalentemente argillosa. Le nostre faune si identificano abbastanza bene con quelle della prima zona e in parte della seconda.

Nella prima zona, che comprende i campioni prelevati fino ad una profondità di 40 metri, l'Autore rinviene una fauna con numerose *Quinqueloculina*, con particolare frequenza di specie a guscio costolato e arenaceo (*Q. pulchella*, *Q. intricata*, *Q. contorta*) le quali vanno scomparendo oltre questa profondità, con abbondanza di forme epifite (*Cibicides lobatulus*, *Planorbulina mediteranensis*) e con abbondanti *Elphidium crispum*, *Asterigerinata mamillosa*, *Ammonia beccarii*, *A. papillosa*.

Nella seconda zona, che interessa profondità da 40 a 80 metri, si hanno ancora *Quinqueloculina*, poi *Pyrgo* e si rinvencono forme più profonde come *Cassidulina laevigata carinata*, *Bulimina marginata* e *Hyalinea balthica*. Come accennato sopra le nostre faune sono confrontabili con quelle della prima zona, che contengono sporadiche forme di tipo più profondo, le quali invece si riscontrano con costanza nella seconda zona del golfo di Pozzuoli; ad es. nella nostra carota 7, insieme ad altre rare forme di habitat più profondo (che peraltro si ritrovano anche nelle altre carote) si rinviene *Hyalinea balthica*. Egualmente questa specie è rinvenuta rara nel golfo di Pozzuoli a 25 metri di profondità e poi, con continuità da 88 a 110 metri; ancora *H. balthica* si ritrova nel « terrigenous muds on the shelf » di MURRAY (1973) e nella « vase terrigène côtière » di BLANC-VERNET (1969). Il rinvenimento di *H. balthica* su fondali poco profondi rispetto al suo habitat abituale, può essere attribuito, tra le varie ipotesi possibili, al tipo di granulometria dei sedimenti o a fattori di temperatura e salinità. Nella terza zona si riscontra invece una prevalenza del gruppo *Buliminidae-Cassidulinidae* pur persistendo alcune specie della zona litorale.

Le faune rinvenute nel Banco delle Vedove (golfo di Napoli) sempre da MONCHARMONT ZEI (1962) in tre campioni di fondo prelevati tra i 180 metri e i 315 metri, mostrano associazioni di acque di media profondità e temperate con predominanza del gruppo *Buliminidae-Cassidulinidae* rispetto alle forme tipicamente costiere. Lo stesso avviene all'Ammontatura (MONCHARMONT ZEI, 1956) dove sono abbondanti gli arenacei di tipo freddo (*Saccamminidae* e *Reophacidae*), *Buliminidae* con *Uvigerina mediterranea* e *H. balthica*. La diversa batimetria tra i campioni di queste due ultime località e quelli da noi esaminati che sono molto più costieri, non consente quindi un confronto produttivo.

BREVI CONCLUSIONI

I fondali dell'area esaminata sono costituiti da una coltre di sedimenti recenti principalmente limoso-argilloso; questi materiali poggiano su di un substrato solido, che emerge da essa nella fascia più costiera intorno alle isobate dei 10-15 m. Nel settore di Sant'Agostino il substrato sembra in relazione con gli affioramenti

che compaiono sulla costa e di fronte alle foci dei fiumi Marta e Mignone presenta due profonde incisioni colmate dai sedimenti sciolti. Queste depressioni sono state probabilmente elaborate durante l'ultima fase glaciale e rappresentano i paleoalvei dei due fiumi.

I sedimenti recenti che poggiano sul substrato solido sono stati interpretati come materiali deposti a partire dalla trasgressione versiliana. Essi sono principalmente limoso-argillosi con rari livelli lentiformi a granulometria sabbioso-ghiaiosa; prevalentemente situati verso la base della coltre, essi rappresentano deposizioni avvenute in ambiente di spiaggia, come confermato dalle analisi granulometriche fatte sulla carota 5, che è l'unico di questi livelli raggiunto dalla campionatura gravitativa.

In generale i fondali sono caratterizzati attualmente da una sedimentazione prevalentemente fine, alimentata da materiali che in massima parte provengono dai fiumi Marta e Mignone. Talune aree comunque, presentano in prossimità degli affioramenti del substrato, sedimenti di natura bioclastica legati alle biocostruzioni calcaree impiantate sul substrato. Sono rilevate, inoltre, tra i —10 e i —30 metri delle praterie a posidonie che molto spesso sono interrotte da canali caratterizzati da materiali bioclastici grossolani interessati da ripple-marks.

Le associazioni microfaunistiche rinvenute nei campioni delle otto carote prelevate nell'area, sono costituite prevalentemente da forme caratteristiche di ambiente infralitorale, cui sono associate più rare forme di tipo circalitorale, e indicano un ambiente di deposizione legato per lo più alle praterie a fanerogame in via di annegamento da sedimenti pelitici.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i Sig.ri Marco Albano e Maurizio Salvati per la esecuzione dei disegni.

BIBLIOGRAFIA

- AIELLO E., BARTOLINI C., GABBANI G., ROSSI S., VALLERI G., CERTINI L., CLERICI C., LENAZ R. (1979) - Studio della piattaforma continentale medio-tirrenica per la ricerca di sabbie metallifere: da Capo Linaro a Monte Argentario. *Boll. Soc. Geol. It.*, 97 (4), 495-525.

- ALFIREVIC S. (1960) - Recherches sur certaines composantes biogènes dans les sédiments de la région bathyale de l'Adriatique. *Comm. intern. Expl. sc. Mer. Med.*, **15** (3), 270-275.
- ANGELUCCI A., BORELLI G. B., BURRAGATO F., TORTORA P. (1979) - Risultati preliminari delle indagini « Placers » nel tratto di piattaforma continentale compreso tra Torre Valdaliga ed il Promontorio dell'Argentario. *Atti Conv. Scient. Naz. C.N.R., P.F. « Oceanografia e Fondi Marini »*, 1-13, Roma.
- ANSELMI B., BRONDI A., FERRETTI O., RABOTTINO L. (1976) - Studio mineralogico e sedimentologico della costa compresa tra Ansedonia e la foce del Mignone. *Rend. Soc. it. Min. Pet.*, **33** (1), 311-348.
- BELLOTTI P., BIAGI P. F., VALERI P. (1978) - Meccanica della sedimentazione nel cilindro di sedimentazione e nella pipetta di Andreasen. Confronto teorico e sperimentale. *Geologia Tecnica*, **25** (2), 53-60.
- BERTHOIS L. & LE CALVEZ Y. (1959) - Deuxième contribution à l'étude de la sédimentation dans le golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **23** (3), 323-376.
- BLANC-VERNET L. (1969) - Contribution à l'étude des Foraminifères de Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoûme*, **48** (64), 1-281, 30 ff., 17 tt.
- BONADONNA F. P. (1967) - Studi sul Pleistocene del Lazio. III. Linee di costa lungo il litorale di Tarquinia (Lazio settentrionale). *Geol. Rom.*, **6**, 121-136.
- BONIFAY E. (1975) - L'« Ere quaternaire »: definition, limites et subdivisions sur la base de la chronologie méditerranéenne. *Bull. Soc. géol. France*, sér. 7, **12** (3), 380-393, 4 tt..
- BRONDI A., FERRETTI O., MICHETTI I., SIRCANA S. (1971) - Studio delle sabbie del litorale Tosco-Laziale. Composizione mineralogica generale. Distribuzione di U e Th nelle sabbie di Nettuno. *Rend. Soc. it. Min. Pet.*, **27**, 49-82.
- CAPUTO C., LUPIA PALMIERI E., PUGLIESE F. (1980) - Variazioni della linea di riva fra Ansedonia e Capo Linaro (Civitavecchia). *In corso di stampa*.
- CHIERICI M. A., BUSI M. T. & CITA M. B. (1962) - Contribution à une étude écologique des Foraminifères dans la mer Adriatique. *Rev. Micropal.*, **5** (2), 123-142, 1 t.
- CITA M. B. (1954) - Foraminiferi di un campione di fondo marino dei dintorni di Capri. *Riv. it. Pal. Strat.*, **60** (1), 3-12.
- CITA M. B. (1955) - Studio della microfauna contenuta in un campione di fondo raccolto dal batiscafo « Trieste » nel mare di Capri. *Atti Soc. it. Sc. Nat. e Mus. Civ. Storia Nat. Milano*, **94** (2), 209-221, 1 t.
- CITA M. B. & CHIERICI M. A. (1962) - Crociera talassografica adriatica. Ricerche sui Foraminiferi contenuti in 18 carote prelevate sul fondo del mare Adriatico. *Arch. Ocean. Limn.*, **12** (3), 297-359, 8 tt.
- CITA M. B. & PREMOLI SILVA I. (1966-67) - Sui foraminiferi incontrati in un pozzo perforato nella Laguna di Venezia. *Mem. biogeogr. Adriatica*, **7**, 29-51, 2 tt.
- CITA M. B., CHIERICI M. A., CIAMPO G., MONCHARMONT ZEI M., D'ONOFRIO S., RYAN W. B. F. & SCORZIELLO R. (1972) - The Quaternary Record in the Thyrrhenian and Ionian Basins of the Mediterranean Sea. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **13** (2), 1263-1339, 14 ff., 20 tt.
- CITA M. B., D'ONOFRIO S. & ZOCCHI M. (1974) - Studi sul Pleistocene della Dorsale Mediterranea (Mare Jonio). *Riv. It. Paleont.*, **80** (3), 515-562, 4 tt.
- COLANTONI P. & GALLIGNANI P. (1975) - Sea floor types and recent sedimentation on the continental shelf between Manfredonia and Trani (Southern Adriatic Sea). *Underwater Ass., 8th Symposium Polytechnic of North London*, 115-132.

- COLOM G. (1935) - Las especies de la familia Peneroplidae actuales y fosiles de las Baleares. *Boll. Soc. Espan. Hist. Nat.*, **35**, 83-102, 9 tt.
- COLOM G. (1942) - Una contribution al conocimiento de los foraminiferos de la Bahia de Palma de Mallorca. *Bol. Inst. Espan. Ocean. Not. Resum.*, ser. 2, **108**, 1-53.
- DEVOTO G., LOMBARDI G. (1977) - Le formazioni sedimentarie ed eruttive del settore Tolfetano - Cerite - Manziate (Lazio nord-occidentale). *Acc. Naz. Linc.*, Quad. **227**, Roma.
- DI NAPOLI ALLIATA E. (1968) - Quaternario del Golfo di Cagliari: Studio di carote prelevate dalla piattaforma continentale. *Quaternaria*, **10**, 83-93.
- D'ONOFRIO S. (1959) - Foraminiferi di una carota sottomarina del Medio-Adriatico. *Giorn. Geol.*, ser. 2, **27**, 147-190, 2 tt.
- D'ONOFRIO S. (1969) - Ricerche sui foraminiferi nei fondali antistanti il Delta del Po. *Giorn. Geol.*, ser. 2, **36** (1), 283-321.
- FAZZINI P., GELMINI R., MANTOVANI M. P., PELLEGRINI M. (1972) - Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio Settentrionale; provincie di Viterbo e Roma). *Mem. Soc. Geol. it.*, **9**, 65-144.
- FEDERICI R. P., & SCALA F. (1969) - Deposito Quaternario con « A. islandica » sulla piattaforma continentale del mar Ligure e considerazioni sull'età delle fasi tettoniche tardive dell'Appennino settentrionale. *Boll. Soc. Geol. it.*, **88**, 527-535.
- FIERRO G. (1960) - Foraminiferi di sedimenti del mar Ligure. *Rapp. Proc. verb. réunions C.I.E.S.M.M.*, **76**, 737-744.
- FIERRO G. (1964) - Contributo allo studio della microfauna del Mar Jonio. *Atti Soc. It. Sci. Nat.*, **103**, 381-389.
- FOLK R. L., WARD W. C. (1957) - Brazos river bar: a study in the significance of grain Size parameter. *Jour. Sed. Petr.*, **27**, 3-36.
- FREGNI P. (1978) - I foraminiferi recenti della piattaforma continentale tra Ancona e Ravenna. *C.N.R., Progetto Finalizzato Ocean. e Fondi marini, subprogr. 4*, Quaderno **1**, 45-53, 2 ff., 1 tab.
- GANDIN A. (1970) - Dati preliminari sulle microfaune di tre sondaggi nel Golfo di Cagliari. *Boll. Soc. Geol. it.*, **89**, 507-512.
- GIAMMARINO S. & MASTRORILLI V. I. (1969) - Costatazione di intensa risedimentazione e rimaneggiamento di microfaune nei campioni di fondo prelevati nel tratto litorale compreso tra la foce del fiume Roia (Ventimiglia) e il Confine di Stato. *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, **7** (1), 1-18, 4 tt.
- GIAMMARINO S. & TEDESCHI D. (1969) - Prima segnalazione di Pliocene medio in una carota di fondo del Mar Ligure (Genova-Multedo). *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, **7** (2), 279-303.
- GIAMMARINO S. & TEDESCHI D. (1974) - I foraminiferi dei fondali dello Scoglio d'Africa (Arcipelago toscano). *Atti Acc. Ligure Scienze e Lettere*, **30**, 1-15, 1 f., 1 tab.
- GIAMMARINO S. & TEDESCHI D. (1974) - Hyalinae balthica (SCHROETER) indicatore ecologico e stratigrafico. *Atti Acc. Ligure Scienze e Lettere*, **30**, 1-37, 1 f.
- GIUNTA M. (1955) - Studio delle microfaune contenute in cinque saggi di fondo prelevati presso S. Margherita Ligure e Chiavari (Genova). *Arch. Ocean. Limn.*, **10**, 67-108, 2 ff., 2 tt.
- GLACON G. (1963) - Foraminifères des dépôts actuels des côtes de Tunisie Sud-Orientale. *Thèse. Montpellier, Serv. Publ., Faculté des Sciences*.
- HOFKER J. (1932) - Notizen über die Foraminiferen des Golfes von Neapel. III Die Foraminiferenfauna der Ammontatura. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **12**, 61-244.

- HOFKER J. (1960) - Foraminifera aus dem golf von Neapel. *Palaont. Zeisch.*, **34** (314), 233-263.
- IACCARINO S. (1964) - Ricerche preliminari sui foraminiferi contenuti in tre carote prelevate nel Mar Ligure (La Spezia). *Boll. Soc. Geol. It.*, **83**, 1-17, 1 t.
- IACCARINO S. (1967) - Ricerche sui foraminiferi contenuti in sei carote prelevate nel Mar Ligure (La Spezia). *Boll. Soc. Geol. It.*, **86** (1), 59-88.
- IACCARINO S. (1967 b) - Ricerche sui foraminiferi dell'Alto Adriatico. *Arch. Ocean. Limn.*, **15** (1), 11-54, 27 ff., 1 t.
- IACCARINO S. (1969) - I foraminiferi di campioni di fondo prelevati nel golfo di Taranto (M. Jonio). *Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, n. ser. 1, 5, 73-93.
- LOGAN A. (1979) - The recent Brachiopoda of the Mediterranean Sea. *Bull. Institut Océanogr. Monaco*, **77** (1434), 112 pp., 10 tt., 22 ff.
- MATTIAS P. P., VENTRIGLIA U. (1970) - La regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini. *Mem. Soc. Geol. it.*, **9**, 331-384.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1978) - Annali idrologici - 1969 - (parte seconda). Bacini con foce al litorale tirrenico dal Flora al lago di Fondi. *Serv. Idrogr. Ist. Poligr. Stato*, Roma.
- MONCHARMONT ZEI M. (1956) - Foraminiferi di un campione di fondo prelevato all'Ammontatura nel Golfo di Napoli. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, **65**, 3-11, 1 t.
- MONCHARMONT ZEI M. (1962) - I foraminiferi del Banco delle Vedove (Golfo di Napoli). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **32**, 442-482, 1 f., 5 tabb., 3 tt.
- MONCHARMONT ZEI M. (1964) - Studio ecologico sui foraminiferi del Golfo di Pozzuoli (Napoli). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **34** (1), 160-184, 8 ff., 2 tabb.
- MONCHARMONT ZEI M. (1968) - I foraminiferi di alcuni campioni di fondo prelevati lungo la costa di Beirut (Libano). *Boll. Soc. Natur. Napoli*, **77**, 3-34, 7 ff., 1 tab., 6 tt.
- MURRAY J. W. (1973) - Distribution and ecology of living Benthic Foraminiferids. xii+274, 103 ff., 25 tabb., 12 tt., Heinemann Educational Books, London.
- NEGRETTI G. C., LOMBARDI G., MORBIDELLI L. (1966) - Studio geopetrografico del complesso vulcanico Tolfetano - Cerite. IV: Le manifestazioni vulcaniche acide del settore civitavecchiese - tolfetano. *Ist. Petrografia Univ. Roma*, 1-172, Roma.
- PAOLINI P. L. (1979) - Le linee di riva tirreniana del litorale laziale a Nord di Roma. *Tesi di Laurea Fac. Sc. Mat. Fis. Nat. Univ. di Roma*, inedita.
- PERES J. M. & PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranéenne. *Recl. Trav. St. Mar. Endoûme*, **31** (47), 1-138, 9 ff.
- RUSCELLI M. (1949) - Foraminiferi di due saggi di fondo del Mar Ligure. *Atti Acc. Ligure Scienze e Lettere*, **6**, 347-377, 2 tt.
- SEGRE A. G. (1969) - Linee di riva sommerse e morfologia della piattaforma continentale italiana relative alla trasgressione marina versiliana. *Quaternaria*, **2**, 1-14, 7 ff.

(ms. pres. il 10 luglio 1980; ult. bozze il 30 novembre 1980)