

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A
VOL. LXXXV - ANNO 1978

I N D I C E

CRIBARI E., FONTANA V., SCARTONI V., MORELLI I., MARSILI A. - Composti eterociclici azotati. Nota 8. Sintesi e proprietà di alcuni derivati isoindolonici idrogenati <i>Nitrogen heterocycles. Part 8. Synthesis and properties of some hydrogenated isoindolones</i>	Pag. 1
LANDINI W., MENESINI E., SALVATORINI G. - Studi sulle Ittiofaune messiniane. I. Revisione delle collezioni « Capellini » e « De Bosniaski ». Studio di una nuova ittiofauna del « Tripoli » del Gabbro. (Nota preliminare) <i>Studies on the Messinian Ichthyofaunas. I.</i>	» 11
GIACOMELLI G. P., SABA A., LARDICCI L. - Coupling of optically active organoboranes: alkanes containing two chiral centres <i>Boro alchili otticamente attivi: sintesi di alcani con due centri chirali</i>	» 39
SIMONETTA A., DELLE CAVE L. - Notes on new and strange Burgess Shale fossils (Middle Cambrian of British Columbia) <i>Su due nuove specie di fossili del Cambriano Medio della Burgess Shale (Columbia Britannica)</i>	» 49
FEDERICI P. R. - Una possibile copertura terziaria dell'unità Toscana delle Panie (A proposito di una morena di « macigno » nelle Alpi Apuane) <i>A possible tertiary covering of the Tuscan tectonic Unit of Panie (with reference to a « macigno » moraine in the Alpi Apuane)</i>	» 51
SARTORI F. - Studi sedimentologici e mineralogici delle alluvioni recenti della pianura pisana. I sedimenti del sondaggio della Bigattiera, presso S. Piero a Grado (Pisa) <i>Sedimentological and mineralogical studies of the Pisan Plain Recent sediments: The sediments from La Bigattiera well, S. Piero a Grado (Pisa)</i>	» 61
RISTORI G. G., CECCONI S., DANIELE E. - Indagini sulle caratteristiche delle smectiti presenti in alcuni suoli italiani <i>Studies on characteristics of smectites of some italian soils</i>	» 95
ZAMMIT-MAEMPEL G. - <i>Laganum depressum</i> AGASSIZ (Echinoidea, Laganidae), a new record from the Maltese Tertiary <i>Prima segnalazione di Laganum depressum AGASSIZ nel Terziario dell'isola di Malta</i>	» 103
DUCHI V. - Estrazione di mercurio da soluzioni acquose naturali e suo dosaggio mediante AAS <i>Mercury extraction from natural aqueous solutions and its determination through AAS</i>	» 117
DUCHI V. - Determinazione di mercurio in fasi gassose naturali: dosaggio in fumarole dell'isola di Vulcano <i>Mercury determination in natural gaseous phases: Hg-content in the fumaroles of Vulcano Island</i>	» 127
BENCINI R., CRISCUOLO A., FRANZINI M., LEONI L. - Cavità orientate nei pillows della formazione dei diabasi dell'Appennino centro-settentrionale <i>Orientated cavities in the pillow-lavas from Diabase formation of the Ligurian Ophiolitic series</i>	» 135

BATTAGLIA S., FRANZINI M., LEONI L. - Preferred orientation effects in the calcite and dolomite quantitative x-Ray diffraction analysis <i>Effetti di orientazione nella analisi quantitativa della calcite e della dolomite in diffrattometria di polveri a raggi-X</i>	» 147
DE POMPEIS C. - Resti di un villaggio della cultura di Ripoli a Città Sant'Angelo (Abruzzo) <i>Remains of a neolithic village belonging to the Ripoli culture found near Città S. Angelo (Abruzzo)</i>	» 161
PENNACCHIONI M. - Ritrovamenti preistorici di superficie nel Comune di Scanno (Abruzzo) <i>Surface Prehistoric Findings in the Scanno Territory (Abruzzo, Italy)</i>	» 171
RADMILLI A. M., MALLEGNI F., FORNACIARI G. - Recenti scavi nella Grotta dei Piccioni di Bolognano (Pescaro) e riesame dei resti scheletrici umani provenienti dai circoli <i>Recent excavation in the « Grotta dei Piccioni » near Bolognano (Pescara, Abruzzo) and reexamination of the human skeletal remains coming from the circle</i>	» 175
BENCINI R., CRISCUOLO A., LEONI L. - La serie sedimentaria sovrastante la formazione dei diabasi a Pàstina (Pisa) <i>The sedimentary series overlying the diabase formation at Pastina (Pisa, Italy)</i>	» 199
BRACCI G., DALENA D., ORLANDI P. - I geodi del marmo di Carrara <i>Geodes of Carrara marble</i>	» 221
BRACCI G., DALENA D., ORLANDI P. - Associazione blenda-wurtzite nei geodi del marmo di Carrara <i>A Sphalerite- Wurtzite paragenesis in Carrara marble geodes</i>	» 243
GRIFONI CREMONESI R., MALLEGNI F. - Testimonianze di un culto ad incinerazione nel livello a ceramica impressa della grotta riparo Continenza di Trasacco (L'Aquila) e studio dei resti umani cremati <i>Evidences of a cultural pattern with incineration rites in the « impresso » pottery level found in the « Continenza » cave near Trasacco (L'Aquila) and anthropological analysis of the buried remains</i>	» 253
VANNUCCI S. - Applicazione della microscopia elettronica alle indagini mineralogiche: identificazione della nordstrandite <i>Application of the electron microscopy to the mineralogical investigations: identification of the nordstrandite</i>	» 281
DALLAN NARDI L. & NARDI R. - Il quadro paleotettonico dell'Appennino settentrionale: un'ipotesi alternativa <i>Paleotectonic picture of the Northern Apennines: an alternative hypothesis</i>	» 289
BALDI F., BARGAGLI R. - Analisi sedimentologica e distribuzione di metalli in tracce nei sedimenti marini recenti davanti al parco della Maremma (Tirreno sett.) <i>Sedimentological analysis and trace metals distribution in the recent near shore sediments of Maremma Park (Tuscany)</i>	» 299
<i>Guido Tavani (1913-1978). Necrologio</i>	» 315
<i>Notiziario della Società</i>	» 329
<i>Elenco dei Soci per l'anno 1978</i>	» 331
<i>Statuto</i>	» 343
<i>Regolamento</i>	» 349

F. BALDI (*), R. BARGAGLI (**)

ANALISI SEDIMENTOLOGICA E DISTRIBUZIONE DI METALLI
IN TRACCE NEI SEDIMENTI MARINI RECENTI
DAVANTI AL PARCO DELLA MAREMMA (TIRRENO SETT.) (***)

Riassunto — E' stata determinata la distribuzione di alcuni metalli in tracce (Zn, Pb, Cu, Mn) adsorbiti ai sedimenti superficiali prelevati nella zona di mare antistante la foce del fiume Ombrone ed il parco della Maremma.

Per confrontare tra loro i valori riscontrati nelle sabbie con quelli dei silt più fini, le concentrazioni dei metalli sono state espresse in funzione dell'unità di superficie adsorbente ($\mu\text{g. m}^{-2}$).

Tutti i metalli presi in considerazione sono presenti in concentrazioni pressoché « naturali ». Per quanto riguarda la loro distribuzione si nota che, mentre quella del Cu è più o meno uniforme in tutta l'area studiata, quelle del Pb e dello Zn presentano le massime concentrazioni nelle aree di sedimentazione poste presso la foce dell'Ombrone e individuate tramite l'analisi granulometrica dei sedimenti. Va inoltre rilevato che il procedimento seguito per Cu, Zn e Pb non è applicabile al Mn in quanto questo metallo, nei sedimenti marini superficiali, anziché sottoforma adsorbita, è presente soprattutto nei noduli ferro-manganese.

Summary — *Sedimentological analysis and trace metals distribution in the recent near shore sediments of Maremma Park (Tuscany)*. The surficial sediments of the sea bottom near the coast of the Maremma Park (Northern Tyrrhenian) were analysed for the distribution of grain size and adsorbed Cu, Zn, Pb and Mn.

From the pattern of sediment textural properties, we identified the areas of sedimentation near the mouth of the Ombrone river, where the concentration of Zn and Pb was found to be slightly higher than in the surrounding areas.

In order to trace the distribution of adsorbed trace metals with precision, the adsorbent surface of each sediment sample was measured and the metal concentration were expressed in relation to a unit of adsorbent surface, instead of the usual $\mu\text{g. g}^{-1}$. The metal content of the sediments was found not to increase as the adsorbent surface increases.

Whereas the Pb and Zn levels are higher in the areas of sedimentation near

(*) Borsista della Commissione Comunità Europea, Cont. n. 173-77-1 ENVD.

(**) Laboratorio di Sedimentologia - Università di Siena.

(***) Ricerche finanziate dal C.N.R. Prog. Fin. «Oceanografia e fondi marini»; Contr. n. 77/01050-51 e dalla Comm. Com. Europea Contr. 77/173-1 ENVD.

the coast, and background levels seem to be reached at a depth of about 30 m, the Cu levels remain more or less steady throughout the area studied, suggesting that the contribution of the river is slight. The Mn distribution follows a pattern of its own, probably due to the presence of ferro-manganese nodules in the surficial sediments.

The concentrations of the 4 metals analysed by us were decidedly lower than those usually found in unpolluted sediments.

INTRODUZIONE

Nell'ambito di alcune ricerche sulle comunità bentoniche nella zona di mare di fronte alla foce del fiume Ombrone ed ai Monti dell'Uccellina (L. CASTAGNOLO *et Al.*, 1978), sono state condotte delle osservazioni sui sedimenti marini superficiali. Questi ultimi, oltre ad influenzare la composizione e la dinamica delle popolazioni bentoniche, sono coinvolti anche nei processi di accumulo, di trasformazione e di rilascio delle sostanze contaminanti. In questo senso la presente ricerca rientra nel programma più ampio di contaminazione ambientale marina che questo Istituto conduce da alcuni anni nel quadro dei P.F. del C.N.R. e del progetto pilota F.A.O./U.N.E.P. per il Mediterraneo.

Il tratto di costa del Mar Tirreno di cui ci siamo occupati, fa parte del Parco naturale della Maremma ed è caratterizzato, a Nord, da un'ampia spiaggia che dalla foce dell'Ombrone si estende sino a Cala di Forno e, più a Sud, da un'alta scogliera con fitta vegetazione a macchia mediterranea che si spinge abbondantemente nell'entroterra.

A parte pertanto, l'interesse naturalistico della zona, questa nostra indagine dovrebbe risultare oltremodo utile quando si cercherà di confrontare aree sottoposte a scarichi urbani ed industriali e zone scarsamente contaminate, quali la nostra.

NOTIZIE BIBLIOGRAFICHE

In ricerche di questo tipo una delle maggiori difficoltà è quella di confrontare tra loro i dati ottenuti da sedimenti, spesso a granulometria diversa. Un'analisi accurata dovrebbe poter esprimere le concentrazioni dei metalli in tracce adsorbiti, in funzione delle caratteristiche del sedimento e soprattutto della superficie totale me-

dia, dalla quale dipende l'adsorbimento dei metalli stessi. Su questa problematica sono stati seguiti criteri diversi: R. CHESTER e J. H. STONER (1975), V. TALBOT *et Al.*, (1976), I. ROTH e H. HORNING (1977) analizzano solo una frazione dei campioni, arbitrariamente scelta tra le più fini, quelle cioè più attive nell'adsorbimento dei metalli; R. L. THOMAS (1972), V. DAMIANI e R. L. THOMAS (1974a) eseguono le analisi sul sedimento in « toto », riportando poi le concentrazioni trovate, ad una sola frazione del sedimento (quella inferiore a 0,063 mm) tramite i dati ottenuti dall'analisi granulometrica; S. E. CALVERT (1976) mette in rapporto le concentrazioni dei metalli al contenuto in alluminio di ciascun campione, considerando gli alluminosilicati caratteristici soprattutto della frazione più fine del sedimento.

In questa ricerca si tenta di esprimere le concentrazioni dei metalli in tracce adsorbiti in funzione della superficie totale sviluppata da ciascun campione. Il metodo di estrazione chimica adottato infatti, agisce soprattutto sui metalli in tracce adsorbiti; inoltre, così facendo, si opera sul campione in « toto » evitando manipolazioni prima delle analisi.

MATERIALE E METODO

I 32 campioni di sedimento superficiale sono stati prelevati con una benna Shipek nel corso di 4 uscite effettuate nell'autunno 1977 nella zona di mare tra la foce dell'Ombrone e Capo d'Uomo presso Talamone, in un'area compresa tra le batimetriche di 5 e 100 m (fig. 1). Dai primi 3 cm di sedimento superficiale, generalmente poco disturbato per le favorevoli caratteristiche dei fondali, sono stati prelevati per ogni stazione 2 sottocampioni. Uno per l'analisi dei metalli in tracce è stato raccolto al centro della benna onde evitarne il contatto con le pareti metalliche, mantenuto in contenitori di PVC (preventivamente lavati in HNO_3) a 4° C per alcune ore e subito dopo, in laboratorio, essiccato a 60° C. L'altro sottocampione è stato impiegato per l'analisi granulometrica.

I metalli in tracce (Cu, Pb, Zn, Mn) sono stati determinati con Spettrofotometro di Assorbimento Atomico Perkin Elemer 300S dopo estrazione riducente-acida a freddo (R. CHESTER e M. J. HUGHES, 1967); tecnica questa che porta in soluzione gli elementi in tracce adsorbiti alla superficie dei minerali o incorporati nei noduli fer-

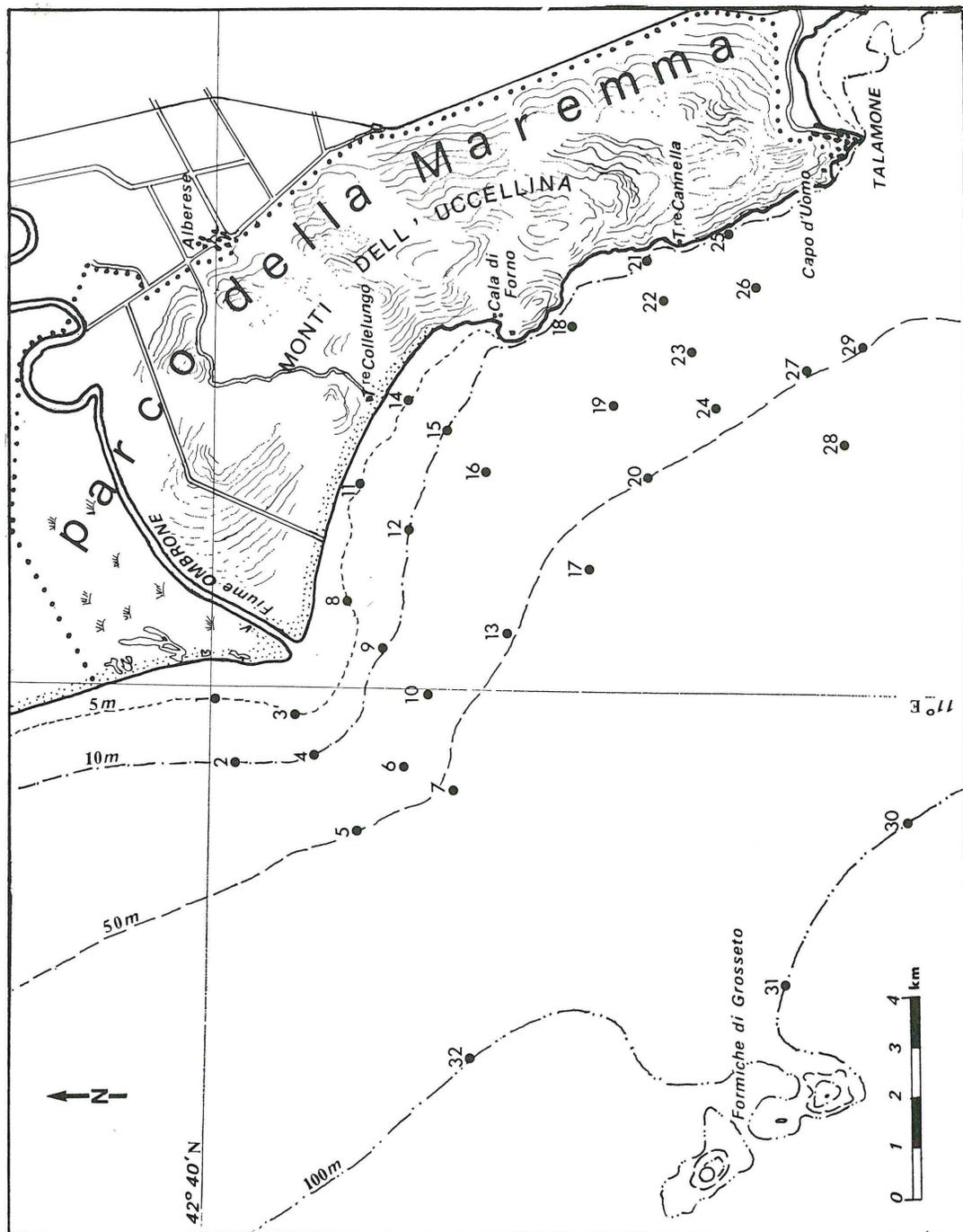


Fig. 1 - Il Parco della Maremma e le stazioni di campionamento.

ro-manganese e nei minerali carbonatici (esclusa la dolomite). Questo metodo di estrazione non solubilizza però i metalli in tracce legati alla sostanza organica del sedimento (H. AGEMIAN e A. S. Y. CHAU, 1977).

L'analisi granulometrica è stata eseguita sui campioni dopo eliminazione della sostanza organica con acqua ossigenata a 45 volumi. A umido sono state separate la frazione psammittica da quella pelitica e analizzate rispettivamente con setacci con intervallo da mezzo ϕ e mediante il sedimentometro a fotoestinzione EEL, secondo le modalità ampiamente descritte da P. MALESANI (1966).

La superficie totale media dei campioni è stata determinata con Adsorbimetro Perkin Elmer Shell Mod. 212D.

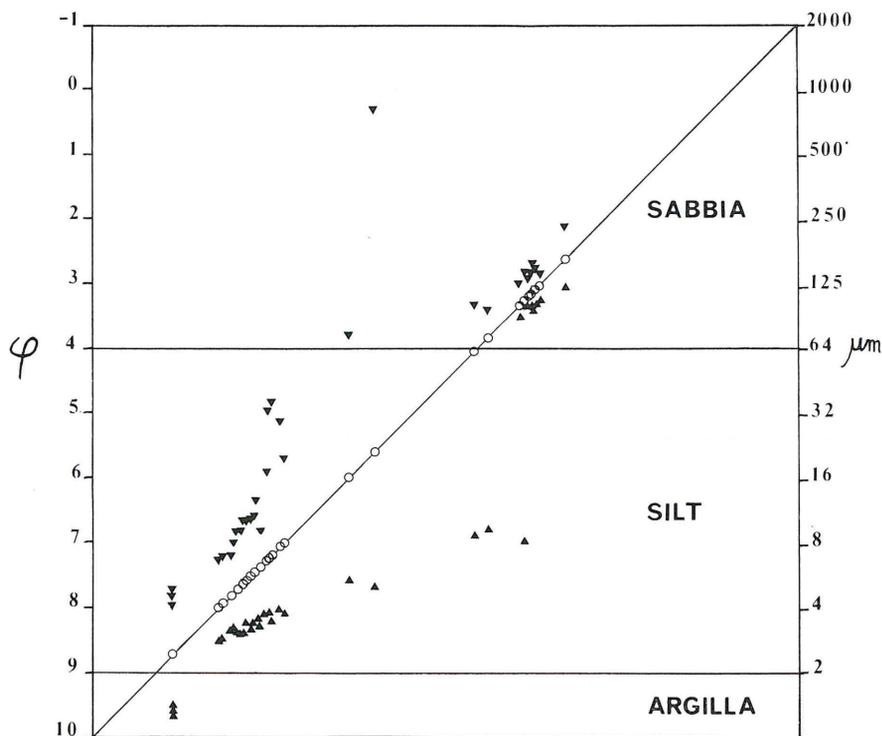


Fig. 2 - Valori di Q_1 , Q_2 , Q_3 di ciascun campione riportati su diagramma di Doeglas. Q_1 (▼), Q_2 (○), Q_3 (▲).

OSSERVAZIONI SEDIMENTOLOGICHE

Per la definizione della distribuzione granulometrica dei sedimenti superficiali si è usato il metodo proposto da D. J. DOEGLAS (1968) secondo il quale, ogni campione viene contraddistinto da tre indici: Q_1 (primo quartile), Q_2 (secondo quartile o mediana) e Q_3 (terzo quartile). Oltre ad una terminologia più esatta per i vari campioni, questo metodo permette di confrontarli facilmente riportando in un grafico i valori di Q_1 , Q_2 e Q_3 (fig. 2). E' stato possibile così raggruppare i sedimenti dell'area di mare studiata in 6 tipi e tracciare una carta di distribuzione granulometrica (fig. 3).

Fino alla batimetrica dei 10 m i sedimenti compresi tra la foce dell'Ombrone e Cala di Forno si presentano costituiti esclusivamente da sabbie fini e molto fini. A maggiori profondità (fra i 10 ed i 20 m) si riscontrano sabbie molto fini e silt che costituiscono un'esile fascia per tutta la lunghezza dell'area studiata; a profondità superiori si trovano sedimenti esclusivamente pelitici con caratteristiche che vanno dal silt medio e grossolano al silt molto fine-argilla.

Utili indicazioni sulle modalità di trasporto e di deposizione dei sedimenti sono state dedotte dall'elaborazione dei dati secondo i parametri statistici proposti da R. L. FOLK e W. C. WARD (1957): *Dimensione media* (Mz), *Sorting* (So), *Skewness* (Sk) e *Kurtosis* (K_G).

La *dimensione media* dei campioni analizzati espressa in unità ϕ varia da 2,6 a 8,6 e presenta una distribuzione areale che ben corrisponde a quella ottenuta con il metodo Doeglas.

Il *sorting* (o grado di classazione) è alto nei campioni sabbiosi mentre scarsamente classati risultano i campioni costituiti da silt molto fini o da silt e argilla. Molto poco classati, infine, appaiono i sedimenti a sabbie molto fini e silt o a silt molto fini grossolanamente siltosi. La relazione tra dimensione media e So (fig. 4 a), risulta in accordo con molte altre osservazioni eseguite sia nei sedimenti marini che in quelli di acque dolci (U. FORSTNER *et Al.*, 1968; R. L. THOMAS *et Al.*, 1972; V. DAMIANI e R. L. THOMAS, 1974 b). Infatti i campioni con diametro medio compreso tra 2 e 3 ϕ risultano quelli con So più basso, tra 4 e 6 ϕ con So più alto, intermedi quelli con diametro medio superiore ai 7 ϕ .

Lo *skewness*, se correlato con la media (fig. 4 b), presenta valori negativi nelle sabbie fini e nei silt molto fini e argillosi mentre

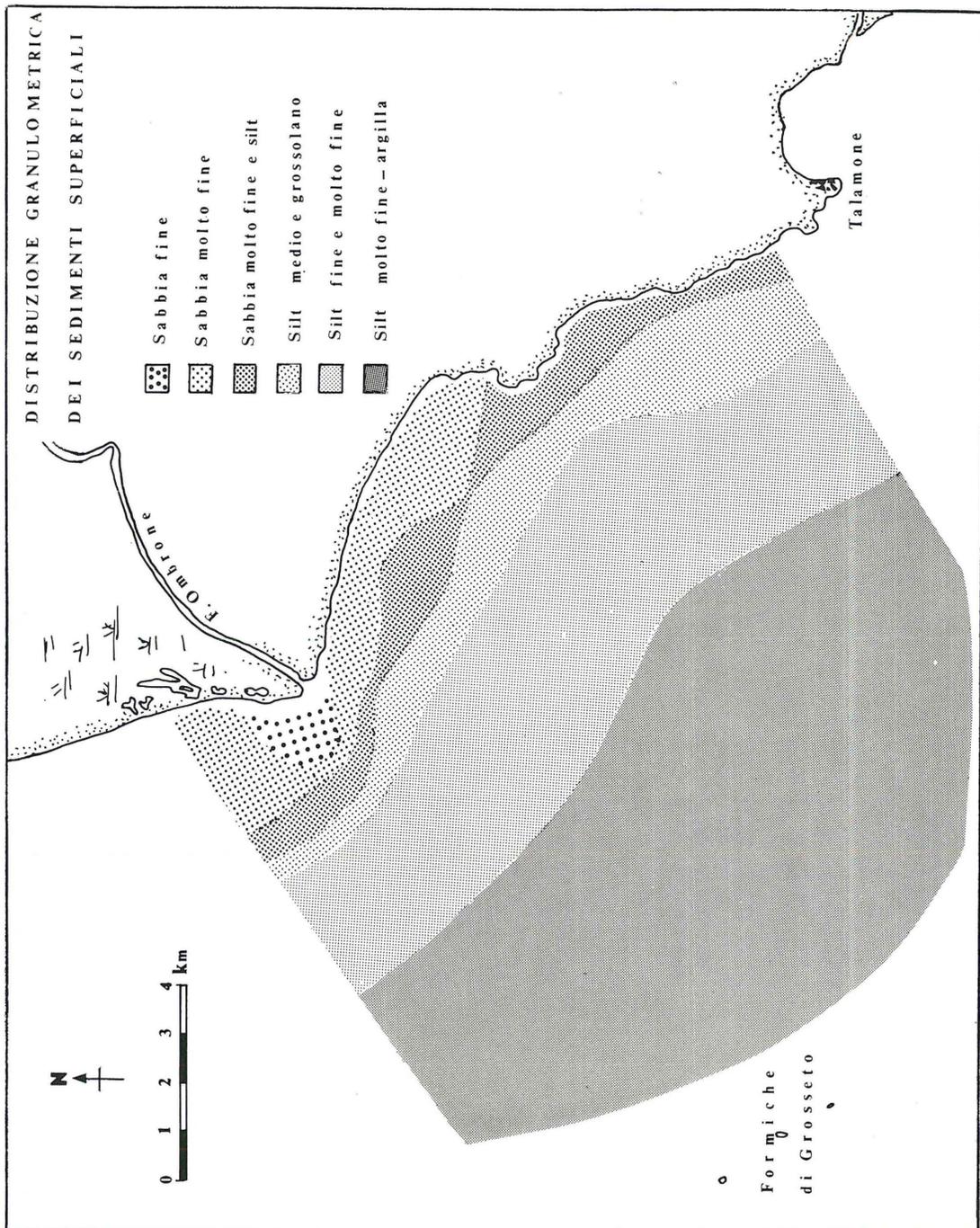


Fig. 3 - Distribuzione granulometrica dei sedimenti secondo la classificazione di DOUGLAS (1968). Il limite tra silt fine e molto fine e silt molto fine-argilla non è definitivo.

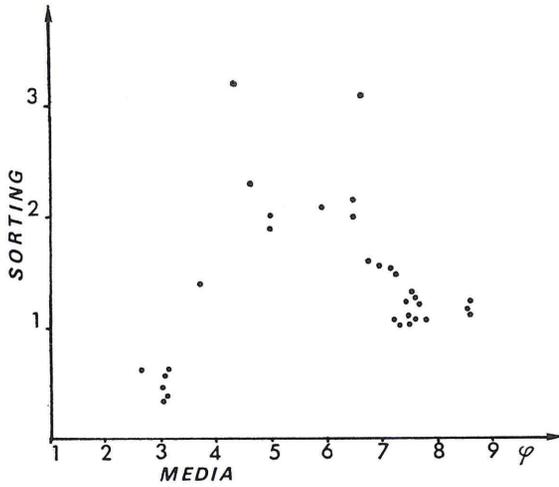


Fig. 4 a - Relazione tra dimensione media e sorting.

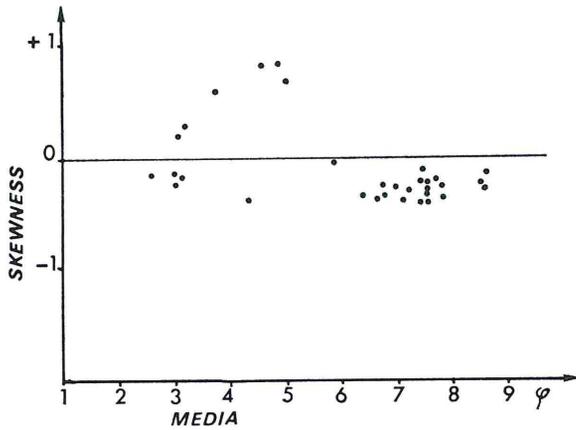


Fig. 4 b - Relazione tra dimensione media e skewness.

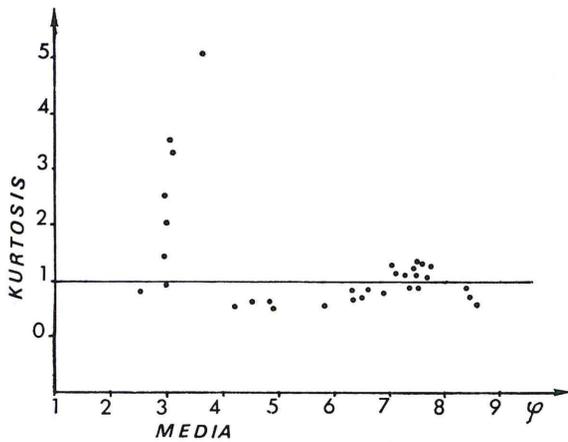


Fig. 4 c - Relazione tra dimensione media e kurtosis.

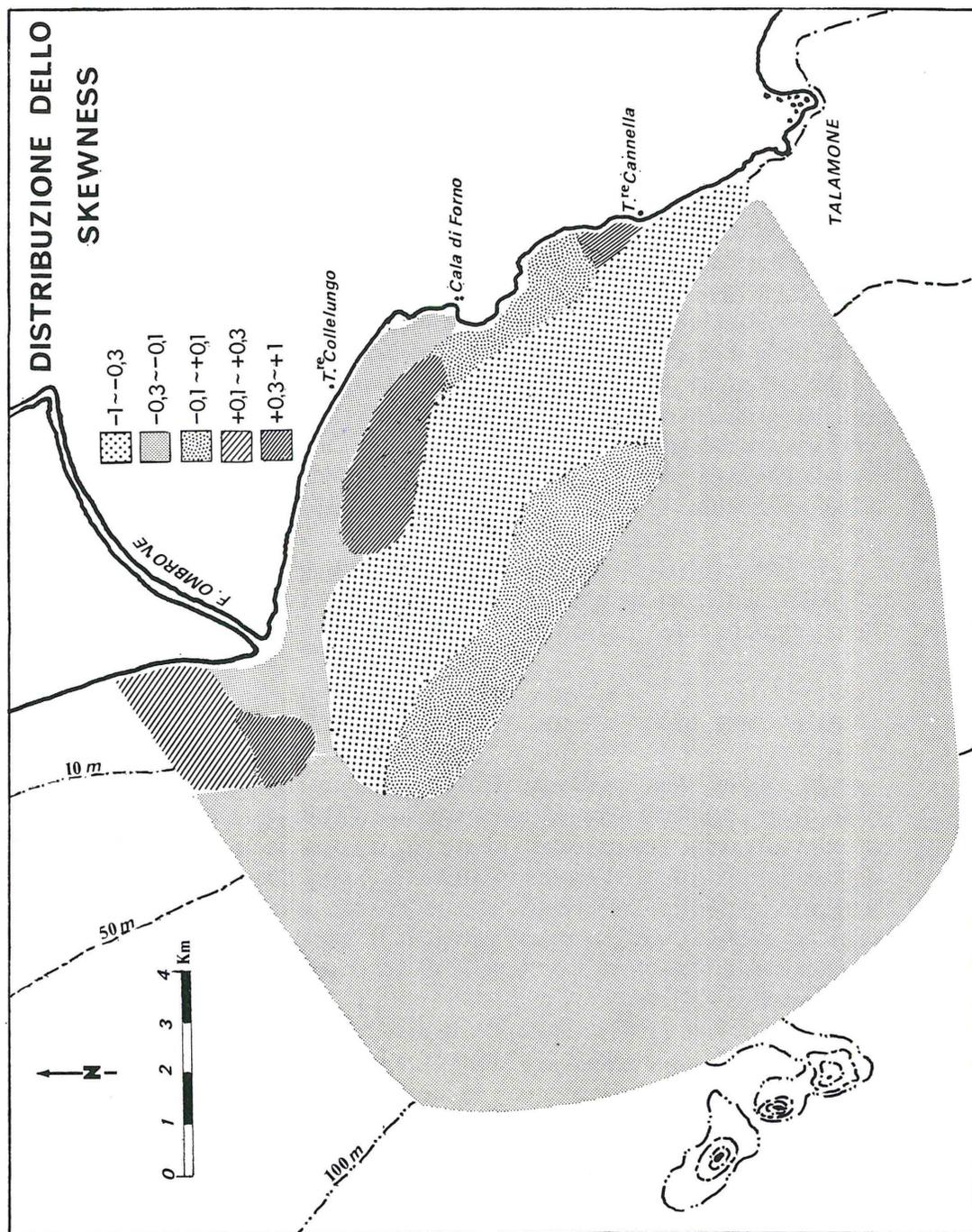


Fig. 5 - Distribuzione dello skewness.

assume valori positivi nelle sabbie molto fini e nei silt medi e grossolani. Dato che il segno dello Sk è ritenuto un indice dell'energia dell'ambiente (i valori negativi indicano alta energia e bassa i positivi) nell'area in esame, per ciò che riguarda la sedimentazione dei materiali apportati dall'Ombrone, si possono distinguere (fig. 5) due aree preferenziali: una a Nord e l'altra a Sud-Est della foce del fiume sulla batimetrica dei 10 m. Tra le due aree a Sk positivo davanti alla torre di Collelungo e a quella di Cannella, si trova una zona a Sk intermedio. Subito più al largo si osserva una fascia ad alta energia che determina dei fenomeni di erosione nella parte più meridionale della scogliera e che si prolunga a Nord sino all'altezza della foce dell'Ombrone. Ancora più al largo, in assenza degli effetti del moto ondoso e del trasporto litoraneo, tutti i campioni sono privi delle frazioni più grossolane e assumono valori dello Sk uniformemente negativi.

Il *Kurtosis* (fig. 4 c) presenta valori ampiamente superiori ad 1 nei sedimenti con diametro del granulo medio compreso tra i 2 e i 3 ϕ .

Eccetto questi campioni leptocurtici, tutti gli altri presentano curve di distribuzione abbastanza normali con valori del K_G più o meno uguali ad 1.

DISTRIBUZIONE AREALE DEI METALLI IN TRACCE

A) I valori delle concentrazioni di Cu, Zn e Pb, qualora espressi in $\mu\text{g.g}^{-1}$, tenderebbero ad aumentare con l'aumentare della profondità e/o della distanza dalla costa (fig. 6). Ciò in una zona priva di mineralizzazioni dell'elemento studiato, è una conseguenza della maggiore superficie adsorbente dei sedimenti più fini. Nel nostro caso ad esempio, nei campioni sabbiosi la superficie totale di un grammo risulta di circa 3 m^2 , quella di un grammo di silt molto fine raggiunge i 55 m^2 .

B. G. OLIVER (1973) valutando la concentrazione di alcuni metalli adsorbiti ai sedimenti dei fiumi Ottawa e Rideau, aveva messo in evidenza una correlazione con la superficie totale sviluppata dai sedimenti stessi. Anche nei campioni da noi analizzati (fig. 7) questa correlazione risulta assai evidente. Esprimendo ora le concentrazioni dei metalli adsorbiti in $\mu\text{g.m}^{-2}$ anziché in $\mu\text{g.g}^{-1}$ (cioè le concentrazioni in rapporto all'unità di superficie adsorbente), è pos-

sibile confrontare i dati ottenuti da sedimenti a diversa granulometria; come, per esempio, quelli sabbiosi con quelli siltosi. Seguendo questo schema analitico inoltre, si ottiene che i valori di Zn e Pb non aumentano con la profondità, bensì i valori massimi appartengono ai campioni prelevati in prossimità della costa (fig. 8). E' possibile osservare inoltre, che a profondità superiori ai

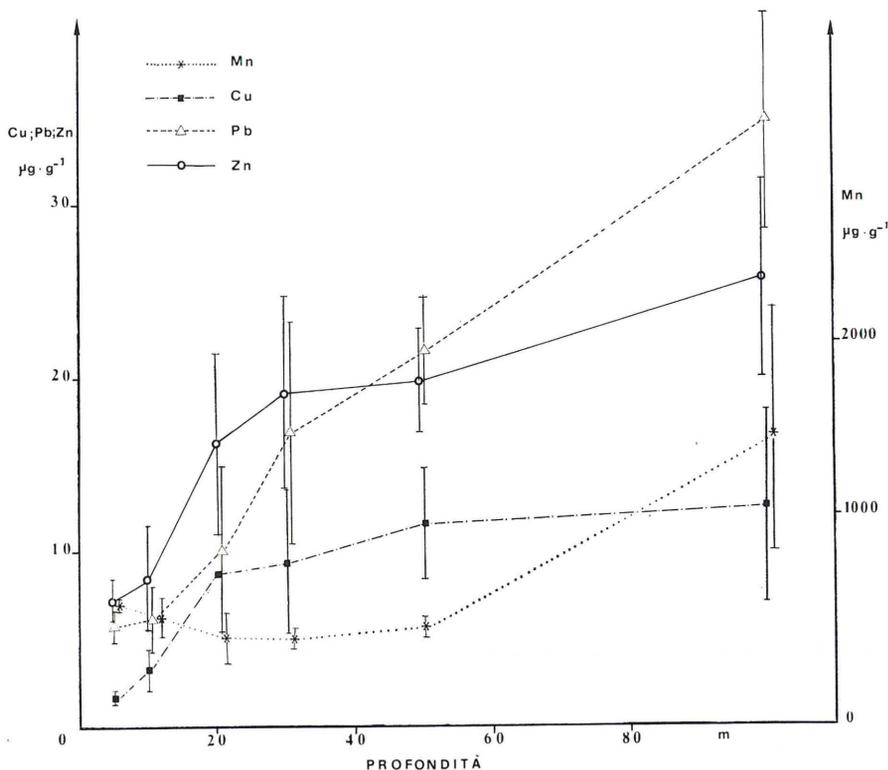


Fig. 6 - Concentrazioni di Zn, Pb, Cu e Mn ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) in funzione della profondità. Intervallo fiduciale ($t_{0,05}$).

30 m, Zn e Pb sono presenti in quantità che sembrano stabilizzarsi attorno a dei valori che, probabilmente, rappresentano i livelli di *background* per i sedimenti superficiali della nostra area. Il Cu presenta concentrazioni più o meno costanti in tutta l'area campionata, mentre per il Pb e lo Zn si riscontrano dei gradienti di con-

centrazione con i valori massimi in quelle aree lungo la costa già individuate come zone di sedimentazione con l'elaborazione dei valori dello *skewness*.

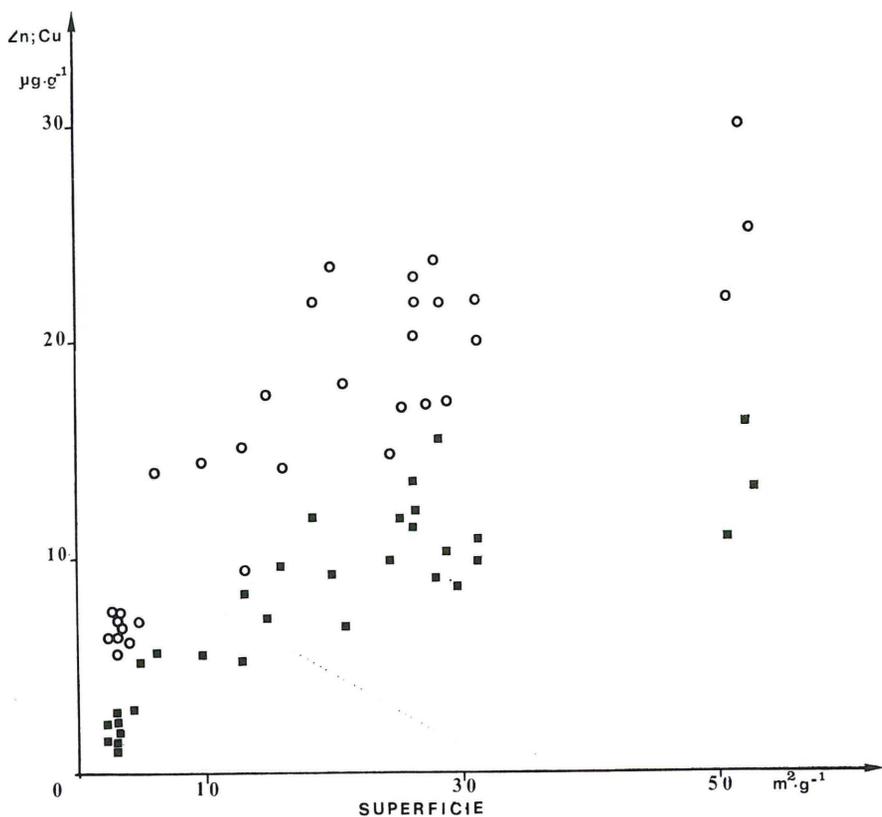


Fig. 7 - Correlazione tra concentrazione di Cu (■) e Zn (○) e superficie totale media per g di campione. (Il Pb è stato ommesso poiché ha un andamento simile allo Zn).

B) Rispetto ai metalli sin qui trattati il Mn si distingue per il fatto di essere presente nei sedimenti superficiali soprattutto sotto forma di noduli ferro-manganese (W. F. GRAHAM *et Al.*, 1976; E. BONATTI, 1978). Essendo questi noduli portati in soluzione dal metodo di attacco riducente da noi impiegato, non è possibile correlare le concentrazioni trovate con la superficie come è stato fatto per i metalli adsorbiti (fig. 9). Nell'area in esame il Mn si presenta

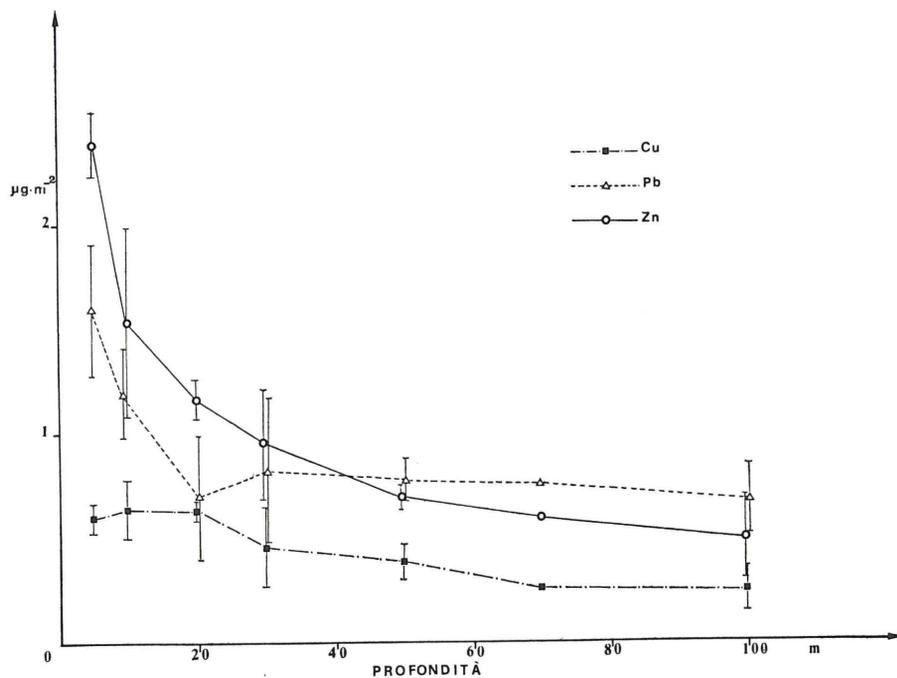


Fig. 8 - Distribuzione del Cu, Pb e Zn ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) in funzione della profondità. Intervallo fiduciale ($t_{0,05}$).

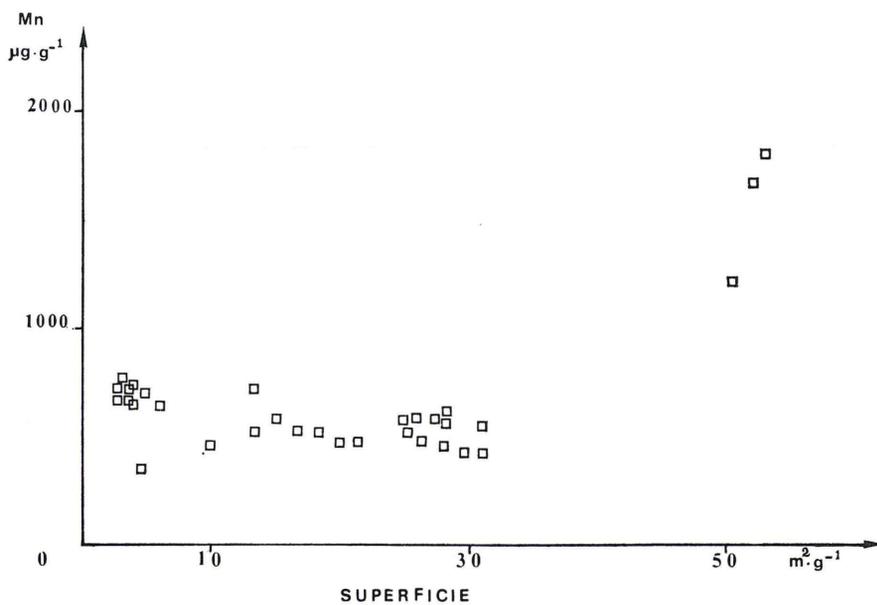


Fig. 9 - Distribuzione del Mn in funzione della superficie totale media per g di campione.

con una distribuzione abbastanza omogenea, eccetto un notevole incremento, di difficile interpretazione, in prossimità delle Formiche di Grosseto (batimetrica dei 100 m).

CONCLUSIONI

I sedimenti marini superficiali nella zona di mare da noi presa in esame, sono costituiti da sabbie fini e molto fini presso la costa e, dopo una fascia a composizione mista, da silt sempre più fini procedendo verso il largo. Tutta l'area studiata è interessata dagli apporti dell'Ombrone che sembrano depositarsi in due zone preferenziali: una a Nord della foce, l'altra a Sud-Est di questa, più o meno sulla batimetrica dei 10 m. La morfologia del delta e il trasporto litoraneo delle sabbie che secondo G. GANDOLFI e L. PAGANELLI (1975), sembra protrarsi a Nord oltre Marina di Grosseto, sono determinati soprattutto dai venti di mezzogiorno e di libeccio (E. AIELLO *et Al.*, 1975). Per le aree di sedimentazione a Sud-Est della foce probabilmente è determinante la presenza dei piccoli promontori di Cala di Forno e di Torre Cannella e di quello dell'Argentario.

Dall'analisi della distribuzione granulometrica e soprattutto misurando la superficie sviluppata dai vari campioni di sedimento ed esprimendo i valori delle concentrazioni per unità di superficie, è stato possibile ricostruire una più esatta distribuzione areale del Cu, Zn e Pb adsorbiti al sedimento superficiale. Le prime indicazioni ottenute che mostravano un aumento delle concentrazioni dei metalli con la profondità, sono state sovvertite dai risultati conclusivi di questa ricerca. Ciò è dovuto al metodo da noi seguito: esprimere cioè la quantità di metallo adsorbito in termini di unità di superficie adsorbente.

Così operando, il Cu appare distribuito in maniera più o meno omogenea in tutta l'area in esame e questo risultato fa supporre che siano da escludere apporti recenti e di una certa entità. Infatti, se vi fossero state delle immissioni, si sarebbero dovute trovare delle concentrazioni di Cu, sempre espresse in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, chiaramente più elevate in prossimità della sorgente d'immissione.

Per il Pb e lo Zn invece, sembra che apporti significativi siano imputabili alle acque dell'Ombrone. In termini numerici (fig. 8) la concentrazione di questi due metalli in tracce risulta di circa 3

volte superiore nelle aree di sedimentazione individuate davanti alla costa, rispetto a quella riscontrata nei campioni di sedimento prelevati al largo, sulla batimetrica dei 100 m. Vengono così indirettamente confermate anche le informazioni sul trasporto e la deposizione dei sedimenti ottenute con l'analisi granulometrica.

Molto più complessa risulta l'interpretazione della distribuzione del Mn. Questo metallo infatti, non è correlabile con la superficie sviluppata dal sedimento in quanto, nei sedimenti marini superficiali, sono presenti i noduli ferro-manganese e questi, con il metodo di estrazione da noi impiegato, vengono portati in soluzione.

In ogni caso, le concentrazioni di Cu, Zn, Pb e Mn adsorbiti ai sedimenti superficiali della zona di mare studiata, risultano essere intorno a livelli pressoché « naturali ». Un confronto con i valori riportati in letteratura per i sedimenti non inquinati di altre aree marine (R. CHESTER e J. H. STONER, 1975), anche se reso difficile dalle diversità nelle metodologie e nell'elaborazione dei dati, potrebbe portare a queste conclusioni.

BIBLIOGRAFIA

- AGEMIAN H., CHAU A. S. Y. (1977) - A study of different analytical extraction methods for nondetrital heavy metals in aquatic sediments. *Arch. Environm. Contam. Toxicol.*, **6**, 69-82.
- AIELLO E., BARTOLINI C., CAPUTO C., D'ALESSANDRO L., FANUCCI F., FIERRO G., GNACCOLINI M., LA MONICA G. B., LUPIA PALMIERI E., PICCAZZO M., FRANZINI E. (1975) - Il trasporto litoraneo lungo la costa toscana tra la foce del fiume Magra e i Monti dell'Uccellina. *Boll. Soc. Geol. It.*, **94**, 1519-571.
- BONATTI E. (1978) - L'origine dei depositi metalliferi nella litosfera oceanica. *Le Scienze*, **20**, 58-67.
- CALVERT S. E. (1976) - The mineralogy and geochemistry of nearshore sediments. In « Chemical Oceanography », RILEY J. P. e CHESTER R. (Ed.), *Academic Press, London*, **6**, 188-271.
- CASTAGNOLO L., FALCIAI L., FOCARDI S., GAMBI C., SPADINI V. (1978) - Dati preliminari sulle biocenosi dei fondi mobili dragabili di fronte al fiume Ombrone. *Quad. Lab. Tecnol. della Pesca*, Ancona, (in corso di stampa).
- CHESTER R., HUGHES M. J. (1967) - A chemical technique for the separation of ferro-manganese minerals, carbonate minerals and adsorbed trace elements from pelagic sediments. *Chem. Geol.*, **2**, 249-262.
- CHESTER R., STONER J. H. (1975) - Trace elements in sediments from the lower Severn estuary and Bristol channel. *Mar. Poll. Bull.*, **6** (6), 92-96.
- DAMIANI V., THOMAS R. L. (1974 a) - Mercury in the sediments of the Pallanza basin. *Nature*, **251**, 696-97.

- DAMIANI V., THOMAS R. L. (1974 b) - The surficial sediments of the Big Bay of Quinte, lake Ontario. *Can. J. Earth Sci.*, **11** (11), 1562-576.
- DOEGLAS D. J. (1968) - Grain size indices, classification and environment. *Sedimentology*, **10**, 83-100.
- FOLK R. L., WARD W. C. (1957) - Brazos river bar: a study in the significance of grain-size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, **27**, 3-26.
- FORNSTER U., MULLER G., REINECK H. E. (1968) - Sedimente und Sedimentgefüge des Rheindeltas im Bodensee. *Neues Jahrb. Mineral. Abh.*, **109**, 33-62.
- GANDOLFI G., PAGANELLI L. (1975) - Il litorale toscano fra Piombino e la foce dell'Ombrone (Area campione alto Tirreno). Composizione, provenienza e dispersione delle sabbie. *Boll. Soc. Geol. It.*, **94**, 1811-832.
- GRAHAM W. F., BENDER M. L., KLINKHAMMER G. P. (1976) - Manganese in Narragansett bay. *Limn. Ocean.*, **21** (5), 665-673.
- MALESANI P. (1966) - L'analisi granulometrica dei sedimenti psammitici e pelitici. *Boll. Soc. Geol. It.*, **85**, 447-483.
- OLIVER B. G. (1973) - Heavy metal levels of Ottawa and Rideau river sediments. *Environ. Sci. Technol.*, **7** (2), 135-137.
- ROTH I., HORNING H. (1977) - Heavy metal concentrations in water, sediments and fish from Mediterranean coastal area, Israel. *Environ. Sci. Technol.*, **11** (3), 265-269.
- TALBOT V., MAGEE R. J., HUSSAIN M. (1976) - Distribution of heavy metals in Port Phillip bay. *Mar. Poll. Bull.*, **7** (3), 53-54.
- THOMAS R. L. (1972) - The distribution of mercury in the sediments of lake Ontario. *Can. J. Earth Sci.*, **9**, 636-651.
- THOMAS R. L., KEMP A. L. W., LEWIS C. F. M. (1972) - Distribution, composition and characteristic of the surficial sediments of lake Ontario. *J. Sediment. Petrol.*, **42** (1), 66-84.

(ms. pres. il 19 dicembre 1978, ult. bozze il 9 febbraio 1979).