

NOTA RIASSUNTIVA SULLE CONDIZIONI SEDIMENTOLOGICHE DELLA FOSSA CENTRO-ADRIATICA

per Armando FAGANELLI

Durante l'anno 1957 l'Istituto sperimentale talassografico e l'Osservatorio geofisico di Trieste, con il contributo finanziario del C.N.R., organizzarono di comune accordo, una crociera nelle acque dell'Adriatico centrale, comprese tra il parallelo di Ancona e quello di Vieste. Ciascuno dei due istituti svolse indipendentemente il proprio programma: l'Osservatorio geofisico effettuò misure gravimetriche a completamento di quelle riguardanti l'alto ed il basso Adriatico, realizzate in precedenza, l'Istituto talassografico affrontò invece la questione concernente le condizioni idrologiche e sedimentologiche nella fossa centro-adriatica, compresa tra i paralleli 42°30'-43°30' lat. N. ed i meridiani 14°30'-15°40' long. E.

Tale programma fu stabilito dal Prof. Mario PICOTTI, per poter avere dati ed ulteriore conferma, sulla esistenza di temperature eccezionalmente basse nelle acque profonde della fossa suddetta. Tra i vari argomenti in esame si volle cogliere l'occasione di esaminare i sedimenti della fossa, principalmente dal punto di vista chimico, osservando le variazioni delle concentrazioni in C organico, N e P in guisa da poter desumere una possibile variazione di produttività del Mare Adriatico esistita per il passato.

Particolarmente importante appariva poi l'esame del rapporto C/N in quanto, come è noto, un indice elevato dello stesso, avrebbe deposto a favore della esistenza di acque lacustri o salmastre, in epoche del Quaternario in cui regressioni marine avrebbero messo allo scoperto superfici oggi ricoperte dal mare.

I sedimenti esaminati sono stati raccolti con un carotatore di tipo « Kullenberg », costruito a Trieste; i relativi prelievi sono stati effettuati nelle stazioni: 2a, 5a, 4a, 3a, collocate nella zona della fossa, nel senso della lunghezza della medesima e qui nominate secondo un verso che procede dalla costa italiana a quelle dalmata (l'ordine di numerazione è relativo agli spostamenti della nave e non a quello geografico); un prelievo è stato effettuato nella stazione 1a che invece si trova fuori della fossa, più a nord, e prossima alla costa italiana. Con ciò si è voluto raccogliere dei sedimenti che potessero costituire un utile motivo di paragone con gli altri.

I dati che seguono, riportati nelle tabelle allegate, riguardano i valori del pH, la concentrazione del C ex carbonati e di quello organico, la sostanza organica, la concentrazione dell'azoto totale, gli indici del rapporto C/N, nonché la concentrazione del fosforo totale.

I dati riguardanti la concentrazione del C, nelle due forme, sono dovuti al Dr. Nevio LEPORE, quelli del P totale alla Dr. Liana BISI MARINO, gli altri, allo scrivente.

Per il pH (determinato con un piacometro munito di uno speciale elettrodo a vetro) osserviamo una progressiva diminuzione del valore, dalla superficie del sedimento verso le maggiori profondità; tale diminuzione costituisce la « norma » per le carote della fossa; solamente nella 5, al cm 126 e 169, si ha qualche scostamento, probabilmente in rapporto a particolari addensamenti di materia organica effettivamente esistenti a quei livelli. Nella carota 1, il primo tratto, dal cm 15 al cm 20, è caratterizzato da sedimento grigio nerastro, con un pH

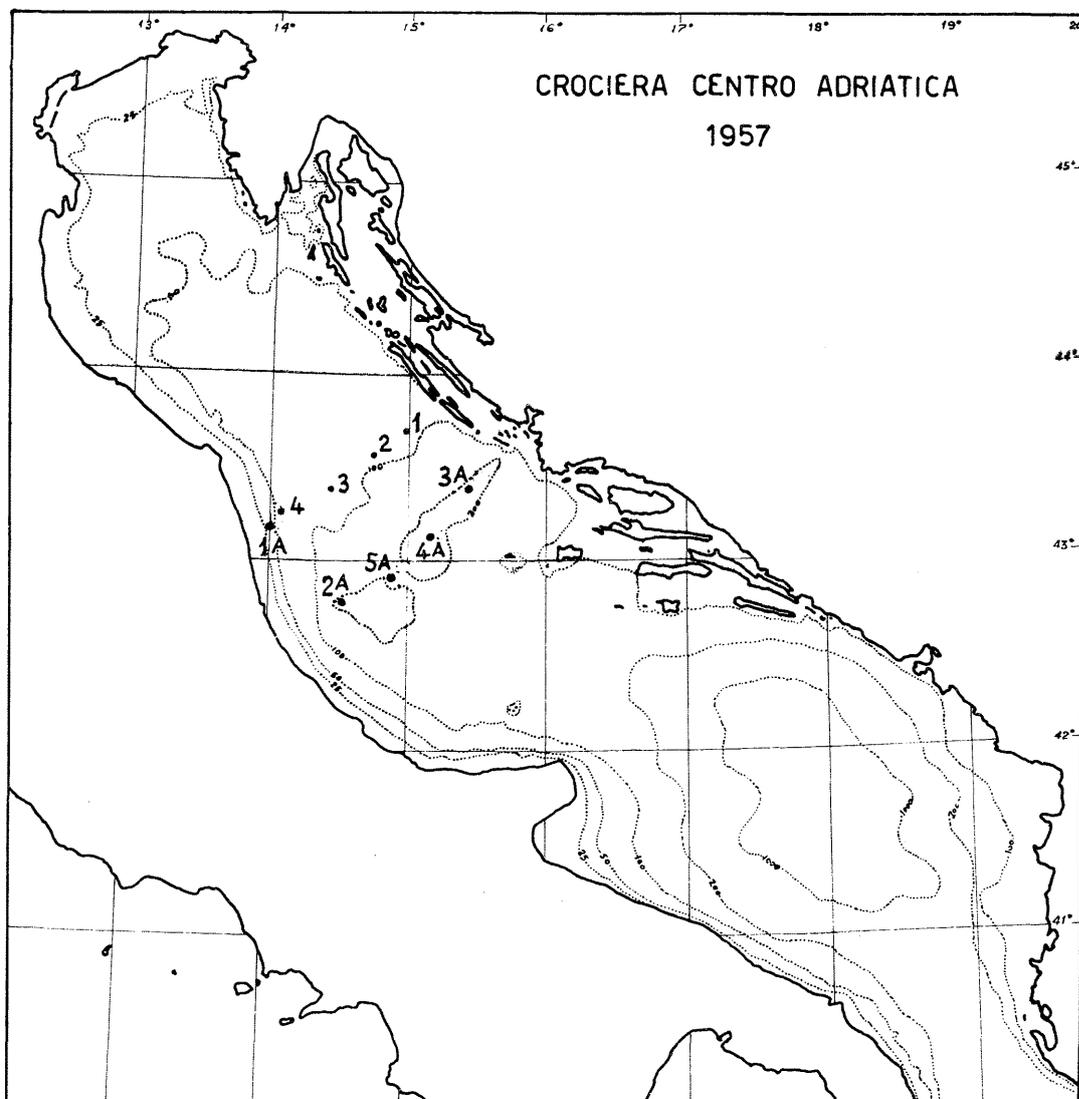
| Seg. N. | Lunghezza segmento dal cm al cm | Caratteri generali | pH (a vari livelli al cm) | Carbonati come CaCO ₃ % | C organico % | Sostanza organica % | N Totale % | C/N | P totale % |
|---------|---------------------------------|---|---------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|------------|-----|------------|
| 100 | 0-15,0 | Fangoso, argilloso colore giallo con zone grigio scure. | — | 31,24 | 0,38 | 0,65 | 0,066 | 5,7 | 0,061 |
| 101 | 15,0-86,0 | Fangoso, argilloso superiormente giallo nerastro; inferiormente grigio. | 6,85 (17) | 30,80 | 0,49 | 0,84 | 0,073 | 6,7 | 0,052 |
| 102 | 86,0-157,0 | Fangoso, argilloso grigio. | 7,00 (88) | 29,68 | 0,52 | 0,89 | 0,072 | 7,2 | 0,051 |
| 103 | 157,0-228,0 | Argilla compatta grigia. | — | 29,63 | 0,44 | 0,76 | 0,082 | 5,3 | 0,051 |
| 104 | 228,0-281,0 | Argilloso, fangoso grigio con sfumature giallastre. | 7,15 (235) 7,15 (272) | 30,08 | 0,49 | 0,84 | 0,060 | 8,0 | 0,055 |
| 105 | 281,0-329,5 | Fangoso; ricco d'acqua, giallastro con sfumature grigie. | 7,20 (303) | 28,03 | 0,54 | 0,93 | 0,079 | 6,6 | 0,057 |

TAB. 1. — Carota 1. *Stazione 1a*: 43°14'15" N e 14°04'18" E, prof. del mare m 220.

| Seg. N. | Lunghezza segmento dal cm al cm | Caratteri generali | pH (a vari livelli al cm) | Carbonati come CaCO ₃ % | C organico % | Sostanza organica % | N Totale % | C/N | P totale % |
|---------|---------------------------------|---|---------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|------------|------|------------|
| 201 | 0-31,0 | Fangoso, argilloso, con sabbia fine; bruno nella parte superiore, grigio nella parte inferiore. | 7,45 (2) 7,20 (30) | 33,02 | 0,65 | 1,12 | 0,088 | 7,3 | 0,054 |
| 202 | 31,0-101,5 | Argilla compatta di color grigio bianco. | 7,20 (67) | 35,25 | 0,58 | 0,99 | 0,057 | 10,1 | 0,045 |
| 203 | 101,5-172,5 | Come sopra. | — | 34,65 | 0,49 | 0,84 | 0,076 | 6,4 | 0,046 |
| 204 | 172,5-243,5 | Come sopra. | 7,10 (207) | 33,16 | 0,44 | 0,76 | 0,054 | 8,1 | 0,045 |
| 205 | 243,5-314,0 | Argilla compatta grigia. | 7,10 (248) | 33,38 | 0,42 | 0,74 | 0,049 | 8,5 | 0,049 |
| 206 | 314,0-384,5 | Come sopra. | 7,10 (351) | 34,10 | 0,41 | 0,71 | 0,058 | 7,0 | 0,045 |
| 207 | 384,5-455,0 | C.s.; nella parte inferiore si notano striscie nerastre. | 7,05 (419) | 34,20 | 0,38 | 0,66 | 0,052 | 7,3 | 0,060 |
| 208 | 455,0-525,0 | Come sopra. | — | 33,02 | 0,38 | 0,66 | 0,043 | 8,8 | 0,044 |

TAB. 2. — Carota 2. *Stazione 2a*: 42°52'00" N e 14°37'30" E, prof. del mare m 220.

molto basso di 6,85; in seguito, negli strati più profondi, i valori crescono notevolmente sicché abbiamo una condizione del tutto opposta al caso visto in precedenza, cioè una condizione con valori depressi in superficie e più elevati in profondità. J. DEBYSER, che ha ritrovato tali condizioni nei sedimenti fluvio-marini, asserisce che in profondità i valori neutri sono forse la conseguenza della diminuzione dell'attività microbica che, nelle zone superficiali, aveva determinato l'accumulo dei prodotti acidi di sedimentazione.



L'indice dei carbonati é piuttosto monotone essendo compreso, nel maggior numero dei casi tra 31 e 34 %; valori superiori trovano riscontro con una certa densità di resti di conchiglie, mentre i valori inferiori sono in rapporto con un maggior grado di diluizione di tale materiale nella preponderante massa argillosa del sedimento.

La carota 1 é quella che presenta l'indice medio più depresso.

Spesso sono stati rinvenuti frammenti di conchiglie fortemente decalcificati in seguito ad un notevole grado di acidità del sedimento in questione.

| Seg. N. | Lunghezza segmento dal cm al cm | Caratteri generali | pH (a vari livelli al cm) | Carbonati come CaCO ₃ % | C organico % | Sostanza organica % | N Totale % | C/N | P totale % |
|---------|---------------------------------|---|---------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|------------|------|------------|
| 301 | 0-130 | Molle, fangoso argilloso con elementi sabbiosi. Colore bruno. | 7,25 (8) | 31,03 | 0,56 | 0,97 | 0,092 | 10,5 | — |
| 302 | 13,0-84,0 | Come sopra ma colore grigio uniforme. | 6,95 (53) | 33,93 | 0,58 | 0,99 | 0,081 | 7,2 | 0,051 |
| 303 | 84,0-154,5 | Come sopra. | 6,90 (121) | 32,75 | 0,69 | 1,19 | 0,063 | 10,9 | 0,046 |
| 304 | 154,5-225,0 | Come sopra, ma colore più scuro. | 6,90 (192) | 33,43 | 0,45 | 0,77 | 0,068 | 6,6 | 0,043 |
| 305 | 225,0-295,5 | Come sopra. | 6,85 (261) | 33,28 | 0,49 | 0,84 | 0,065 | 7,5 | 0,045 |
| 306 | 295,5-365,5 | Come sopra. | — | 31,95 | 0,54 | 0,93 | 0,068 | 7,9 | 0,045 |
| 307 | 365,5-435,5 | Come sopra. | — | 31,52 | 0,44 | 0,76 | 0,053 | 8,3 | 0,045 |
| 308 | 435,5-505,5 | Come sopra. | — | 26,24 | 0,38 | 0,66 | 0,053 | 7,1 | — |
| 309 | 505,5-575,0 | Come sopra ma con resti di molluschi. | — | 28,43 | 0,38 | 0,66 | 0,049 | 7,7 | 0,040 |

TAB. 3. — Carota 3. *Stazione 3a*: 43°22'00" N e 15°23'00" E, prof. del mare m 206.

| Seg. N. | Lunghezza segmento dal cm al cm | Caratteri generali | pH (a vari livelli al cm) | Carbonati come CaCO ₃ % | C organico % | Sostanza organica % | N Totale % | C/N | P totale % |
|---------|---------------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------|------------|------|------------|
| 401 | 0-15,5 | Fangoso, molle con argilla e sabbia fine. Colore bruno. | 7,15 (3) 7,20 (15) | 33,04 | 0,62 | 1,07 | 0,060 | 10,3 | — |
| 402 | 15,5-85,5 | Come sopra, color grigio marrone chiari. | 7,00 (49) | 33,18 | 0,69 | 1,19 | 0,054 | 12,8 | 0,046 |
| 403 | 85,5-156,6 | Argilla compatta color grigio. | 1,10 (120) | 30,63 | 0,61 | 1,05 | 0,048 | 12,7 | 0,044 |
| 404 | 156,6-227,5 | Argilloso con poca sabbia fine. Colore grigio verde. | 7,00 (191) | 32,40 | 0,46 | 0,79 | 0,049 | 9,3 | 0,042 |
| 405 | 227,5-298,5 | Come sopra. | 7,00 (260) | 32,49 | 0,17 | 0,29 | 0,043 | 4,0 | 0,046 |
| 406 | 298,5-369,0 | Molle superiormente (fangoso) più compatto inferiormente; per il resto come sopra. | 7,00 (326) | 30,43 | 0,54 | 0,93 | 0,042 | 12,5 | 0,043 |
| 407 | 369,0-439,0 | Argilla compatta color grigio verde. | 7,10 (404) | 32,63 | 0,30 | 0,52 | 0,042 | 7,1 | 0,044 |
| 408 | 439,0-509,0 | Come sopra, notevoli resti di molluschi. | 7,00 (474) | 35,30 | 0,46 | 0,79 | 0,050 | 9,2 | 0,045 |
| 409 | 509,0-579,0 | Come sopra. | 6,90 (544) | 36,27 | 0,36 | 0,62 | 0,054 | 6,7 | 0,045 |

TAB. 4. — Carota 4. *Stazione 4a*: 43°10'10" N e 15°10'00" E, prof. del mare m 218.

Per il C organico, tre carote della fossa e precisamente la 2, 3, 4, presentano un andamento concorde nel senso che gli strati superiori hanno le concentrazioni più elevate mentre quelli inferiori, le più basse. Particolare andamento osserviamo invece per le carote 1 e 5. Per la 1, i valori nelle stratificazioni superficiali sono minori di quelli profondi, mentre per la 5, il tenore

| Seg. N. | Lunghezza segmento dal cm al cm | Caratteri generali | pH (a vari livelli al cm) | Carbonati come CaCO ₃ % | C organico % | Sostanza organica % | N Totale % | C/N | P totale % |
|---------|---------------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| 501 | 0-19,0 | Fangoso, argilloso ed anche sabbioso. Colore giallo superiormente, grigio inferiormente. Restidi molluschi. | 7,10 (7) | a 41,36 b 39,49 | 0,32 0,40 | 0,55 0,68 | 0,059 0,052 | 5,4 7,6 | 0,052 0,045 |
| 502 | 19,0-90,0 | Argilla più molle e quindi più compatta, con sabbia colore grigiastra. Frammenti di conchiglie. | 7,10 (26) | 34,95 | 0,31 | 0,53 | 0,059 | 5,2 | 0,057 |
| 503 | 90,0-161,0 | Come sopra dal cm 90 al cm 107,5 quindi scompare la sabbia, il colore è più grigio, numerose le macchie nere di natura a sapropel. | 6,80 (126) 7,00 (159) | a 31,78 m 32,91 b 33,16 | 0,38 0,33 0,24 | 0,65 0,57 0,41 | 0,053 0,058 0,056 | 6,2 5,6 4,3 | 0,043 0,059 0,047 |
| 504 | 161,0-232,0 | Argilloso, molle, colore grigio ancora a sapropel con materiale organico di natura vegetale. | 6,90 (169) 7,00 (230) | 32,98 | 0,24 | 0,41 | 0,060 | 4,0 | 0,048 |
| 505 | 232,0-303,0 | Argilla con colore grigio bruno; ancora resti organici vegetali. | 6,95 (267) | 33,80 | 0,20 | 0,34 | 0,046 | 4,3 | 0,047 |
| 506 | 303,0-374,0 | Argilla di colore grigio bruno con minore quantità di residui organici. | 6,90 (338) | 34,27 | 0,15 | 0,26 | 0,039 | 3,8 | 0,047 |
| 507 | 374,0-445,0 | Come sopra. | 6,90 (409) | 34,14 | 0,30 | 0,52 | 0,040 | 7,5 | 0,048 |
| 508 | 445,0-515,5 | Come sopra ma più molle. | 6,90 (480) | 33,18 | 0,26 | 0,45 | 0,039 | 6,6 | — |

TAB. 5. — Carota 5. *Stazione 5 a: 42°55'45" N e 14°50'10" E, prof. del mare m 180; a=alto, m=medio, b=basso.*

in C è particolarmente depresso (0,40 % come massimo, 0,15 % come minimo) e non appare affatto manifesta una variazione graduale. Si tratta di una condizione che ricorda quella osservata a proposito della variazione del pH ma, per quanto sia cosa nota che il pH dello ambiente influisca sull'attività dei processi biochimici che possono portare ad una riduzione di concentrazione del C organico nei sedimenti (ARRHENIUS)⁽¹⁾, non è assolutamente possibile trarre conclusioni in questo senso, essendo la questione molto complicata.

La sostanza organica è stata calcolata moltiplicando l'indice del C per 1,274, come si è soliti fare per il terreno agrario, naturalmente le variazioni sono quelle osservate per il C.

(1) Secondo ARRHENIUS, in un ambiente acido s'insiederebbe una flora batterica che intaccherebbe il C organico molto più efficacemente che non l'N.

Giova notare l'estrema scarsità della madesima perché, raramente e di poco si supera il valore dell'1 % mentre, nei sedimenti neritici, come è nel caso nostro, tali valori dovrebbero essere dell'ordine del 2 o del 2,5 %. Nei sedimenti postglaciali del Mar Baltico, S. GRIPENBERG osserva spesso concentrazioni del 3 % ed oltre.

Per l'azoto, le osservazioni che derivano dalle tabelle sono pressapoco le medesime osservate per il C; anche nel caso dell'azoto la concentrazione è maggiore nelle zone superiori del sedimento che in quelle inferiori. La diminuzione non è sempre graduale, ma nel complesso più regolare che per il C. Il valore della concentrazione è assai basso ed è compreso tra un massimo di 0,092 (carota 3) ed un minimo di 0,039 (nella carota 5, contemporaneamente al minimo valore riscontrato per il C).

Interessante, ma di non facile interpretazione sono i rapporti tra le concentrazioni del C e dell'N con una gamma di valori compresi tra 12,8 e 3,8. Entrambi i valori ora citati rientrano tra quelli riconosciuti marini (ARRHENIUS-MOHAMMED), siamo perciò molto distanti dai valori di 20 ed oltre che caratterizzano i materiali di sedimentazione lacustre o fluvio-marina.

Per il fosforo, che chiude l'esame dei nostri dati, osserviamo pure una maggior concentrazione negli strati più superficiali dei sedimenti, in rapporto a quelli più profondi; date le modeste variazioni dei valori risulta che il fosforo, dopo un attacco che si manifesta nella zona superficiale del sedimento ad opera della flora batterica, si conserva meglio che non il C e l'N.

Anche per il P, le carote 2, 3 e 4, rivelano un aspetto normale e sono assai simili tra di loro; valori, sia pure di poco ma costantemente superiori, si osservano nella carota 1 e questi possono essere messi in relazione con le maggiori concentrazioni di P presenti nelle acque adriatiche, prossime alla penisola, per effetto dei versamenti costieri e degli influssi fluviali. Per la carota 5, osserviamo variazioni irregolari nell'andamento della concentrazione con la profondità, a somiglianza di quanto abbiamo visto per il C e per l'N; si tratta di un'ulteriore conferma a proposito dell'aspetto assolutamente particolare di tale carota.

Ai quesiti che ci eravamo proposti all'inizio del nostro lavoro riteniamo di concludere come segue.

Le carote 2, 3 e 4 (della fossa), nella loro generale uniformità, indicano una condizione di sedimentazione omogenea per il tempo corrispondente al deposito; le condizioni granulometriche e la qualità del deposito organico, monotono, privo di materiale fluitato, starebbero ad indicare assenza o scarsità di moti advettivi e la prevalenza di quelli convettivi, come in realtà oggi deve essere nella zona in questione (PICOTTI-MOSETTI); al contrario, per le carote 1 e 5, la varietà di sedimentazione organica ed inorganica fa pensare a condizioni di deposito diverse, con presenza di correnti advettive che avrebbero determinato particolari aspetti granulometrici, oltreché le variazioni qualitative e quantitative del materiale organico, che si riscontrano a vari livelli nella carota 5.

In ogni caso le condizioni di deposito dei sedimenti esaminati sarebbero state costanti ed identiche per l'intero periodo di deposito; immutate dovrebbero essere state le condizioni idrografiche della zona. Aggiungiamo ancora che il rapporto C/N non testimonia a favore di sedimentazioni lacustri o fluvio-marine pertanto, almeno per il periodo che ci riguarda, si debbono escludere l'esistenza di regressioni marine nel senso inteso dal GRIDELLI e dal PASA ed infine, per ciò che concerne la concentrazione della sostanza organica e del fosforo nei sedimenti, la produttività marina non appare essere stata superiore all'attuale.

Spiace allo scrivente di non poter stabilire dei limiti cronologici relativi ai tempi di sedimentazione; purtroppo la limitata collaborazione a tale studio non ha concesso di oltrepassare i motivi preliminari del problema mentre l'esame parallelo dei vari aspetti geologici, paleontologici, botanici ecc; avrebbero potuto portare a conclusioni anche di notevole rilievo scientifico.

BIBLIOGRAFIA

- ARRHENIUS (G.), 1950. — Carbon and nitrogen in subaquatics sediments. — *Geochi. Cosmochi. Acta*, London, **1**.
- 1952. — Properties of the sediment and their distribution. — *Rep. of the swedish Deep-Sea exp.*, **5** (1).
- BISI-MARINO (L.). — La determinazione del fosforo nei sedimenti adriatici. — *Arch. oceanogr. Limnol.* (pubbl. in corso di stampa).
- DAMIANI (A.), 1959. — Ricerche petrografiche su campioni prelevati dal fondo della fossa Mesoadriatica. — *Ist. Miner. Univ. Studi, Trieste*, **5**.
- DEBYSER (J.), 1952. — Variation du pH dans l'épaisseur d'une vase fluvio-marine. — *C. R. Acad. Sci., Paris*, **234**.
- 1952. — Le pH de la pellicule superficielle d'une vase fluvio-marine. — *Ibid.*, **235**.
- GRIDELLI (E.), 1950. — Il problema della specie a diffusione transadriatica con particolare riguardo dei coleotteri. — *Ist. Studi Adriatici, Mem. biogeogr. adriatica*, **1**.
- GRIPENBERG (S.), 1934. — A study of the sediments of the North Baltic and adjoining Seas. — *Fennia*, **60** (3).
- KULLENBERG (B.), 1947. — The Piston Corer. Sv. Hydr. Biol. Komm. skrifter 3^e ser. Hydr. Bd. 1 H.2 Goteborg.
- LEPORE (N.), 1962. — Determinazione del C organico e dei carbonati nei sedimenti marini. — *Arch. oceanogr. limnol.* (in corso di stampa).
- MOSETTI (F.) et PICOTTI (M.), 1960. — Actualités sur les recherches de Thalassographie dans la mer Adriatique. — *Boll. Soc. Adr. Sci.*, **51**.
- PASA (A.), 1953. — Appunti geologici per la paleogeografia delle Puglie. — *Ist. Studi Adriatici. Mem. biogeogr. adriatica*, **2**.
- PICOTTI (M.), 1957. — Primi risultati delle crociere talassografiche 1955 e 1957 nell'adriatico. — *Atti 7^o Conv. Ann. Ass. Geof. Italiana*.
-

