

# PRIMI RISULTATI RELATIVI ALLA CONCENTRAZIONE DEI SALI NUTRITIVI NELLE ACQUE DEL MARE MEDITERRANEO CENTRALE E MARI ADIACENTI

per Armando FAGANELLI

I. — Il Direttore dell'Istituto sperimentale talassografico di Trieste, Prof. Mario PICOTTI, in occasione delle crociere talassografiche realizzate nel quadro dell'Anno geofisico internazionale, ha voluto affiancare alla ricerca principale (determinazioni delle correnti secondo il metodo di Bjerkenes) altre indagini di carattere secondario sempre tuttavia attinenti al programma stabilito in sede internazionale per l'anno geofisico, il quale considerava esplicitamente l'opportunità di ampliare le ricerche in tutte le direzioni, pur di portare un qualsiasi progresso nel campo degli studi oceanografici.

Una delle questioni che più interessa il Mediterraneo è quella rappresentata dalla concentrazione dei sali nutritivi nelle acque del medesimo. Si consideri a tal proposito la grande scarsità di dati riguardanti il problema anzidetto, soprattutto nel senso di un'indagine a vasto raggio, non limitata a zone costiere, come nel caso dell'ERCEGOVIĆ, dello STUNDL, del NÜMANN ed ultimamente di BERNARD e del BULJAN. I dati di questi ricercatori, pur dando un serio affidamento, rappresentano condizioni particolari di zone costiere che spesso sono profondamente diverse da quelle marine vere e proprie.

Tralasciando i risultati del NATTERER, ottenuti durante le crociere annuali delle navi « Pola » e « Taurus » dal 1890 al 1893, nel Mediterraneo orientale, risultati che non possono essere accolti senza riserve a causa dei metodi analitici poco esatti di allora, noi possiamo parzialmente riferirci a quelli relativi alla crociera della nave « Dana » del 1930.

Nel corso di tale crociera, THOMSEN effettuò 25 stazioni distribuite nel Mare jonio, nel Tirreno e nel Mediterraneo centrale; nel nostro caso, oltre che nell'area suddetta, abbiamo esteso le ricerche anche nell'Adriatico. Le stazioni, per un complesso di 56 sono state così distribuite: 20 nell'Adriatico, 22 nello Jonio (situate in 4 trasversali) le restanti nel Tirreno (6) e nel Mediterraneo centrale (12), includendo le trasversali: Africa-Sardegna e Africa-Sicilia.

Lo scopo di questo lavoro che investe un periodo di tempo di oltre due anni, dato che le ricerche sono state ripetute con andamento stagionale, è di rendere noti solamente alcuni dei dati e precisamente quelli del Mare tirreno e del Mediterraneo centrale, ottenuti con la crociera effettuata nel maggio del 1958, quelli del Mare adriatico et jonio con la crociera dell'aprile e del giugno dell'anno in corso; tutti gli altri dati, con le relative conclusioni, saranno comunicati prossimamente, in una relazione completa che attualmente è in corso di elaborazione.

Per ora ci limitiamo ai risultati riguardanti le determinazioni del fosforo, dell'azoto nitrico, dell'azoto nitroso e del silicio; tuttavia solamente il fosforo e l'azoto nitrico sono stati considerati sia nella crociera del 1958 che in quelle del 1960.

I metodi di determinazione sono stati i seguenti: per il fosforo il metodo di DENIGES, per l'azoto nitrico il metodo di riduzione secondo M.J. MULLIN e J.P. RILEY, per l'azoto nitroso il metodo di K. BENSCHNEIDER e R.J. ROBINSON, per il silicio il metodo di DIENERT VANDENBULCKE; le operazioni colorimetriche vennero effettuate con l'ausilio di un elettrofotometro Elko II della casa ZEISS, installato a bordo a tale scopo.

Sulla metodica per la determinazione dei sali nutritivi nelle acque del mare e sulle ragioni che hanno determinato la scelta di certi metodi piuttosto particolari, riferirà lo scrivente in una nota contemporanea al presente lavoro.

II. — Nell'alto Adriatico abbiamo individuato una zona di massima concentrazione per i sali nutritivi che sono oggetto della nostra ricerca; tale zona ha i suoi valori più elevati in rapporto alle foci dei fiumi.

In prossimità della foce del Po, i valori raggiungono gli indici massimi, che si attenuano gradualmente man mano che ci si allontana.

Per tale considerazione appare molto verosimile che gli apporti fluviali debbano essere la causa di tale situazione dato che, altrove, il Mare adriatico appare piuttosto povero per ciò che riguarda la concentrazione dei predetti sali.

L'azione delle acque provenienti dal continente è già stata considerata da molti ricercatori come un importante fattore per l'incremento delle acque marine in sali nutritivi; BRANDT, ad esempio, pone in relazione i valori di concentrazione del Mare del nord e del Baltico occidentale con i fiumi che sfociano in tali zone.

Nel nostro caso giova osservare che, a differenza di ciò che succede lungo la costa dalmata, le acque fluviali attraversano territori ricchi di vegetazione, dotati di concimazione fosfatica ed azotata. E' ovvio che una notevole parte di tali sostanze finisce col defluire nei fiumi e quindi nel mare, ad opera delle acque dilavanti.

Una comprova di quanto affermiamo, è data dal parallelismo dei valori da noi ritrovati con quelli della torbidità, determinati da N. JERLOV nella crociera del 1955; tale fatto appare logico quando si pensi che, torbidità e concentrazione dei sali nutritivi sono entrambe legate ai deflussi fluviali.

A favore delle nostre considerazioni sta anche l'andamento della concentrazione dei sali nutritivi in rapporto alla profondità, nelle stazioni sufficientemente prossime alle foci fluviali; soprattutto per l'azoto e per il fosforo si osservano valori elevati in superficie e più depressi negli strati inferiori. Tale fatto si spiega tenendo presente che le acque dei fiumi si mescolano lentamente con quelle marine e le acque salmastre risultanti, data la minore densità, permangono per lungo tempo in superficie.

Altri valori di concentrazione relativamente elevata, inferiori tuttavia a quelli riscontrati nell'alto Adriatico, compaiono lungo la costa della penisola italiana.

Oltre ai deflussi costieri che, in ogni caso, avranno una notevole influenza, dobbiamo considerare l'esistenza di una corrente in direzione sud-est, che lambendo la costa italiana convoglia le acque adriatiche attraverso il canale d'Otranto, nello Jonio. Nella trasversale capo S. Maria di Leuca-isola di Fanos, le concentrazioni di azoto nitrico e di silicio sono relativamente elevate sotto la costa italiana e decrescono progressivamente avvicinandosi alla costa greco-albanese.

Ad eccezione delle zone prossime alle foci dei fiumi o alla costa, le concentrazioni nelle acque profonde superano quelle degli strati superficiali dove, tra l'altro, dobbiamo tenere presente le particolari condizioni delle zone eufotiche.

Le punte massime non si trovano tuttavia nelle maggiori profondità adriatiche e sotto questo aspetto merita un particolare accenno la fossa che si estende attraverso l'Adriatico da Pescara a Zara; tale fossa raggiunge una profondità di poco superiore ai 200 m ed è piuttosto ristretta nel senso della larghezza. In essa, nel 1955, PICOTTI riscontrò una anormale situazione termica per le acque di fondo le quali presentavano una temperatura aggirantesi sui 10° mentre, come si sa, generalmente, la temperatura del Mediterraneo, anche nelle maggiori profondità, non scende al disotto dei 13° se non in via eccezionale o soltanto per valori di qualche decimo di grado.

Il fenomeno viene spiegato come dovuto allo scivolamento sul fondo marino delle acque dell'Adriatico settentrionale che d'inverno si raffreddano notevolmente essendo poco profonde (nel febbraio 1948, a 2 miglia al largo di Chioggia, la temperatura delle acque presso il fondo era 7°6); tale scivolamento convoglia nella cavità della fossa suddetta una poderosa massa d'acqua che viene sottratta alla circolazione adriatica e permane conservando le basse temperature di tipo invernale.

Nel caso dei sali nutritivi noi abbiamo osservato le massime concentrazioni adriatiche appunto nel fondo di tale fossa; si tratta di valori che sono di gran lunga superiori a quelli che si ritrovano nelle altre stazioni adriatiche, alle quote di 200 m, et ancora nettamente superiori ai valori che si ritrovano più a sud, nella fossa Monopoli-Durazzo, alla profondità intorno ai 1000 m.

Per spiegare la particolare ricchezza di soli nutritivi noi adottiamo l'ipotesi del PICOTTI, cioè il fatto dello scivolamento nella fossa, di masse d'acqua costiere provenienti dall'alto Adriatico.

Tali acque, particolarmente ricche di sali nutritivi per le immissioni fluviali, lo sono ancora maggiormente in quanto trattasi di acque fredde, invernali, in cui la riserva di sali nutritivi non è diminuita dalle attività fitoplanctoniche che, com'è noto sono deboli nella stagione invernale.

Concludendo ciò che si è detto per il mare Adriatico, affermiamo che nel complesso si tratta di un mare povero in sali nutritivi. Una particolare importanza viene ad avere il bacino dell'alto Adriatico, meno povero, a causa delle immissioni fluviali; per la stessa ragione, relativamente ricca appare la massa d'acqua che lambendo la costa italiana si dirige verso il canale d'Otranto.

In paragone con i dati rilevati da NÜMAN ed ERGEGOVIC le acque adiacenti alla costa italiana appaiono più ricche di quelle adiacenti alla penisola dell'Istria; per la Dalmazia invece M. BULJAN e M. MARINKOVIC rilevano valori che, almeno per il silicio e il fosforo, si accordano con i nostri; in ogni caso, più a sud, lungo le coste della Grecia, le acque ioniche costiere sono nettamente più povere di sali nutritivi.

III. — Nel Mare jonio la concentrazione dei predetti sali, limitatamente agli strati superficiali (5 — 10 m) non presenta un particolare rilievo.

Nei confronti dei valori ritrovati nell'Adriatico, silicio e fosforo manifestano concentrazioni molto basse con qualche incremento (abbastanza netto) nelle stazioni prossime alle coste italiane ed anche greche.

Più interessanti sono i dati relativi ai nitrati. Sempre vicino alle coste (specie le coste italiane) gli incrementi sono relativamente forti rispetto ai valori delle stazioni d'alto mare. Le stazioni: 7 (S. Maria di Leuca), 16 (capo Colonne), 41 (capo Spartivento) danno valori che riconfermano la maggiore concentrazione delle acque costiere osservata a proposito dell'Adriatico, ma in sostanza potrebbe ancora trattarsi delle correnti adriatiche dirette a sud e lambenti le coste della penisola.

Una maggiore concentrazione di azoto nitrico troviamo nelle stazioni comprese nel parallelo tra Malta e Creta con valori assimilabili a quelli ritrovati con grande frequenza nel Mediterraneo centrale.

Nello Jonio, le concentrazioni di profondità pervengono a valori massimi. Per il silicio si arriva a 300 mg/m<sup>3</sup>, ma i valori più frequenti sono sui 250 mg/m<sup>3</sup> e questi dati si accordano con le concentrazioni del silicio nelle acque superficiali atlantiche che entrano nel Mediterraneo attraverso Gibilterra.

Per il fosforo, le concentrazioni più frequenti sono date da 6 mg/m<sup>3</sup>, ma non mancano anche i valori di 7 mg/m<sup>3</sup> e qualche valore anche maggiore. Per l'azoto nitrico i valori massimi sfiorano i 100 mg/m<sup>3</sup> senza superarli, mentre i valori più frequenti sono sui 60-70 mg/m<sup>3</sup>; nel complesso si tratta di dati che si accordano molto bene con quelli rilevati da THOMSEN nell'area VI, corrispondente alla nostra in esame (cfr. H. THOMSEN nitrate and phosphate contents of Mediterranean water — op. cit. p. 9).

Dobbiamo notare ancora che delle 4 trasversali joniche, le due più meridionali, hanno concentrazioni di profondità nettamente maggiori delle due site più a nord e questo fatto deve anzitutto porsi in relazione con le maggiori profondità esistenti nelle due trasversali meridionali, in base a questa osservazione è anche giusto affermare che le acque joniche procedenti verso nord, nell'Adriatico non debbono essere quelle profonde, come invece suppone BULJAN nel suo lavoro: *The nutrient salts in the Adriatic Waters* — (p. 13.), a proposito dell'azoto nitrico nel bacino meridionale dell'Adriatico.

IV. — Il fenomeno di emersione di acque profonde appare, invece, in maniera sorprendentemente evidente, nella zona tirrenica compresa tra la costa settentrionale della Sicilia e la occidentale Calabria.

Il fatto è già stato osservato da Thomsen ma noi abbiamo avuto modo di metterlo bene in evidenza e non solo per ciò che concerne l'azoto nitrico, ma anche per ciò che riguarda il fosforo.

Il fenomeno, che è avvertito nettamente nelle stazioni 225, 206, 222, 216, comprende un'area limitata da 3° di longitudine ed 1° di latitudine, ma potrebbe avere una espansione maggiore, nel senso dei paralleli, dato che non abbiamo fatto stazioni tirreniche a latitudine superiore a 39° nord.

Prof. m	Stazione 222		Stazione 206		Stazione 216		Stazione 225	
	N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	P/PO <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	P/PO <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	P/PO <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	P/PO <sub>4</sub>
2	67	8	95	14	76	6	—	—
30	51	3	67	4	8	1	39	13
100	8	6	7	3	8	2	30	3
400	15	8	8	2,5	—	—	9	10
1000	65	10	86,5	10	—	—	9	7,5

*Concentrazioni dell'N. nitrico e del fosforo (mg/m<sup>3</sup>) nella zona compresa tra la costa nord della Sicilia e la occidentale calabra.*

La tabella suesposta ci permette di osservare che lo strato superficiale presenta concentrazioni molto elevate sia per l'azoto nitrico, sia per il fosforo; tali concentrazioni elevate, proprie com'è noto ai grandi fondali, decrescono, nel caso specifico, molto rapidamente e cioè entro uno strato di qualche decina di metri, in modo da raggiungere nei livelli sottostanti, i normali valori deboli, propri allo strato superficiale, successivamente si ha un regolare incremento verso il fondo, come succede nell'andamento delle concentrazioni dei sali nutritivi.

E' giusto pensare che lo strato superficiale sia costituito da un corpo d'acqua di origine profonda sovrapposto alle acque tirreniche e poichè nello Stretto di Messine è dimostrato senza ombra di dubbio, sia da studi idrografici, sia da motivi biologici (esistenza di fauna abissale in acque superficiali), che le acque joniche profonde risalgono in superficie, noi identifichiamo lo strato superficiale anzidetto con quello delle acque joniche profonde che provenendo dallo Stretto di Messine si espandono nel Tirreno.

Data l'ampiezza dell'espansione osserviamo che le caratteristiche chimiche di diversi corpi d'acqua si mantengono inalterate per lungo tempo e affermiamo in proposito che i dati di concentrazione dei sali nutritivi hanno un concreto valore per individuare un determinato corpo d'acqua e possono essere convenientemente sfruttati nel riconoscimento delle correnti marine.

V. — Le concentrazioni dei sali nutritivi relative al Mediterraneo centrale, nelle trasversali golfo di Cagliari-capo Ferrat e capo Bon-Trapani, hanno messo in evidenza concentrazioni notevolmente elevate sia in superficie che in profondità.

Per le quote profonde, al disotto di 500 m, perveniamo ai soliti valori mediterranei con l'azoto nitrico in ragione di 70-90 mg/m<sup>3</sup>; per il fosforo osserviamo concentrazioni analogamente elevate (nella staz. 255 e m 500 si perviene a 14 mg/m<sup>3</sup>; l'incremento del fosforo interessa soprattutto le stazioni situate sulla direttrice golfo di Cagliari-capo Ferrat.)

Nelle stazioni costiere africane e in quelle situate sulla direttrice capo Bon-Trapani, le profondità sono modeste tuttavia le concentrazioni di fosforo e di azoto sono nettamente più elevate di quelle riscontrate altrove, alle medesime quote; si tratta di concentrazioni oscillanti dai 4 ai 7 mg/m<sup>3</sup> per il fosforo, dai 6 ai 30 mg/m<sup>3</sup> per l'azoto nitrico.

Riteniamo che i suddetti valori, caratteristici del Mediterraneo centrale, siano da porsi in relazione con le masse d'acqua atlantiche provenienti da Gibilterra, notoriamente più ricche in fatto di sali nutritivi.

Per tale zona, mentre i valori relativi dell'azoto nitrico risultano inferiori a quelli ritrovati da THOMSEN nella corrispondente area III, per il fosforo succede l'opposto. Nel caso dei dati di THOMSEN è strano che a concentrazioni di 65-75-90 mg/m<sup>3</sup> di azoto nitrico non debba far riscontro una concentrazione anche minima di fosforo; altri dati rilevati al largo di Algeri da BERNARD rendono invece assolutamente possibili i dati da noi rilevati.

Non abbiamo esposto alcun valore medio come altri ricercatori hanno fatto (ivi compreso il THOMSEN) perchè riteniamo simili espressioni affatto significative. Un determinato ambiente marino ha una concentrazione di sali nutritivi dipendenti da quella delle diverse masse d'acqua che interessano la zona e che variano nel tempo per motivi diversi (idrografici, meteorologici, biologici ecc.).

Eguualmente non analizziamo l'indice del rapporto N/P riservandoci di farlo nel lavoro che comprenderà i dati di tutte le crociere.

Ringrazio il prof. Mario PICOTTI che mi ha affidato lo studio di questo interessante problema; egualmente ringrazio i dottori Davide BREGANT e Nevio LEPORE, il sig. Ivo LUCA, rispettivamente assistenti e tecnico presso l'Istituto sperimentale talassografico di Trieste, che mi hanno aiutato nel mio lavoro.

Le crociere di cui tratta il presente lavoro sono state fatte a bordo della nave idrografica « Staffetta », della corvetta « Urania » e della nave scuola « Gazzella ». Ai Comandanti, agli ufficiali, ai marinai che ci hanno aiutato materialmente e moralmente nel nostro lavoro, non sempre facile, va il nostro pensiero riconoscente.

La crociera riguardante la zona più meridionale della Jonio é stata promossa dalla Marina militare italiana, le altre due crociere rientrano invece nel quadro dell'A.G.I. e sono state effettuate sotto gli auspici del C.N.R.

#### RÉSUMÉ

On fait connaître quelques résultats importants en ce qui concerne la situation des sels nutritifs dans la Méditerranée. Dans le bassin septentrional de la Mer adriatique, il y a plus de concentration de sels nutritifs; le phénomène est en corrélation surtout avec les émissions des fleuves.

Dans les eaux près de la côte italienne, on constate également plus de concentration en comparaison avec les zones marines lointaines de la côte; on explique cela comme conséquence des émissions de la côte mais on doit aussi admettre l'influence du courant marin descendant, qui transporte les eaux de la haute Adriatique en direction sud-est, en direction du canal d'Otranto, le long de la côte italienne.

Dans la profondeur comprise entre Pescara et Zara on a observé un phénomène important: au fond de la même (à peu près 200 m) la concentration des sels nutritifs atteint le maximum en valeur pour l'Adriatique.

Dans les quatre routes transversales qui ont été parcourues dans la Mer ionienne, on observe une graduelle augmentation de concentration lorsque on procède de nord à sud; dans la route transversale méridionale, comprise entre Malta et Crète, on atteint des valeurs qui sont en corrélation, surtout au regard du phosphore, avec celles qui ont été observées, ailleurs, dans le canal de Sicile et encore plus à l'ouest, en face de la côte tunisienne.

Dans la profondeur de la Méditerranée, on atteint le maximum de concentration observée en toute la zone examinée.

Dans la Mer tyrrhénienne, dans la zone comprise entre la côte nord de l'île Sicile et la Calabre, on observe en surface des vapeurs de concentration très élevées, qui caractérisent les eaux profondes. Le phénomène, déjà observé par THOMSEN, est expliqué en considération des phénomènes hydrographiques et biologiques, selon lesquels les eaux profondes de la Mer ionienne montent à la surface dans le détroit de Messina en se répandant dans la Mer tyrrhénienne, jusqu'à des distances vraiment remarquables.

BIBLIOGRAFIA

- BENDSCHNEIDER (K.) and ROBINSON (R.J.), 1952. — A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. — *J. Mar. Res.*, **11**, p. 87-96.
- BERNARD (F.), 1956. — Eaux atlantiques et méditerranéennes au large de l'Algérie. — *Ann. Inst. océanogr. Monaco.*, **31**, p. 231.
- 1960. — Distribution verticale des sels nutritifs et du phytoplancton en Méditerranée : essai sur l'épaisseur de la couche à photosynthèse. — *Rapp. et P.V. Comm. int. Explor. sci. Mer Médit.*, **15** (2), p. 283-292.
- BRANDT (K.), 1929. — Phosphate und Stickstoffverbindungen als Minimumstoffe für die Produktion im Meere. — *Rapp. Cons. Explor. Mer*, **53**, p. 5.
- 1927. — Stickstoffverbindungen im Meere. — *Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Kiel.*, **20**, p. 203.
- BULJAN (M.), 1953. — The nutrients salts in the Adriatic waters. — *Acta adriat.*, **5** (9).
- BULJAN (M.) and MARINKOVIC (M.), 1956. — Some data on hydrography of the Adriatic (1946-1951). — *Acta adriat.*, **7** (12).
- D'ANCONA (U.) e PICOTTI (M.), 1958. — Crociera talassografica adriatica. I° relazione generale. — *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **11**, p. 211.
- DENIGÈS (G.), 1920. — Réaction de coloration extrêmement sensible des phosphates et des arseniates. — *C.R. Acad. Sci., Paris*, **171**, p. 802.
- DIÉNERT (F.) et WANDENBULKE (F.), 1923. — Sur le dosage de la silice dans les eaux. — *C.R. Acad. Sci., Paris*, **176**, p. 1478.
- ERCEGOVIC (A.), 1934. — Température, salinité, oxygène et phosphates dans les eaux côtières de l'Adriatique oriental moyen. — *Acta adriat.*, **1** (5).
- 1934. — Études quantitatives et qualitatives du phytoplancton dans les eaux côtières de l'Adriatique oriental moyen au cours de l'année 1934. — *Acta adriat.*, **1** (9).
- FAGANELLI (A.), 1954. — Il trofismo della Laguna veneta e la vivificazione marina. I° ricerche idrografiche. — *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **2**, p. 19.
- 1959. — Nota preliminare sulla concentrazione dei sali nutritivi rilevata nel mare Adriatico durante la crociera del 1955. — *Boll. Soc. adriat. Sci. nat.*, **1**.
- JERLOV (N.G.), 1958. — Distribution of suspended material in the Adriatic Sea. — *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **11**, p. 227.
- MALDURA (C.), 1952. — I fattori chimici nella valutazione dello sock biologico del Mediterraneo. — *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, n.s., **7**, p. 117.
- MULLIN (J.B.) and RILEY (J.P.), 1955. — The determination of nitrate in sea water and other natural waters. — *Analyt. chim. acta*, **12**, p. 464.
- NATTERER (K.), 1892-1894. — Chemische Untersuchungen im Oestlichen Mittelmeeres. — *Ber. Comm. Erforsch. ostlich. Mittelmeeres*, in: *Denkschr. Ak. Wiss. Wien*, **59**, p. 83; **59**, p. 105; **60**, p. 49; **61**, p. 23.
- NÜMANN (W.), 1941. — Der Nährstofföhaushalt in nordöstlichen Adria. — *Thalassia*, **5** (2).
- PICOTTI (M.), 1957. — Primi risultati delle crociere talassografiche 1955 e 1957 nell'Adriatico. — *Atti VII Conv. Ass. geofis. ital.*
- STUNDL (K.), 1938. — Jahreszeitliche Schwankungen in den Küstengewässern bei Rovigno d'Istria. — *Ann. Hydrogr. Berlin*, **66**, p. 175.
- SVERDRUP (H.U.), JOHNSON (M.W.) and FLEMING (R.H.), 1946. — The Oceans. Their physic, chemistry and general biology. — New York, Prentice Hall, Inc.
- THOMSEN (H.), 1931. — Nitrate and phosphate content of Mediterranean water. — *Rep. Danish oceanogr. Exp.*, **3** (6).
- 1937. — Hydrographical observations made during the « Dana » expedition 1928-30. — *Dana Rep.*, **12**.
- VERCELLI (F.) e PICOTTI (M.), 1926. — Il regime delle correnti di marea nello stretto di Messina.
- WATTENBERG (H.), 1937. — Methoden zur Bestimmung von Phosphat, Nitrat, Nitrit, Ammoniak mi Seewasser. — *Rapp. Cons. Explor. Mer*, **103**, p. 5.

ANNESSO

N° Stz.	anno 1960	Profondità in metri (1)																		
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950
51	26/2	66		48																
52	26/2		51		77															
53	26/2	190		348																
54	27/2		262		191															
55	27/2	153		144																
56	27/2		129		133															
57	27/2	146			141			42												
59	29/2		89			81			115											
60	29/2	86			84					78										
61	29/2		89						77		74	78	215							
62	29/2	84				81						156								
63	29/2		78						84		84			226						
64	1/3	94			91					71										
65	2/3		88						45		33									
66	2/3	45	33			40			42	42	40			45						
68	2/3				36										77		105			105
69	2/3			64					64			108								140
71	4/3		102			108				89		100								
73	24/3	55			104				100		86			110						
77	26/3	157			122		119													

TABELLA I. — Mare adriatico, silicio : Si mg/m<sup>3</sup>.

(1) Le profondità in metri, segnate nelle colonne delle varie tabelle indicano, per brevità, le quote prestabilite all'inizio della stazione, senza tener conto delle correzioni che si devono applicare per l'inclinazione del filo. Le quote vere raggiunte dallo strumento a correzione applicata, si possono rilevare dalle tabelle generali dei dati di crociera. Dato che la stessa quota preventivata, con inclinazione variabile raggiunge profondità diverse, anche se distanti una dall'altra di pochi metri, si è ritenuto preferibile riportare nelle tabelle la profondità assegnata anziché quella corretta in quanto, in questo secondo caso, le tabelle sarebbero state molto più estese.

N° Stz.	anno 1960	Profondità in metri																		
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950
51	26/2	25		19																
52	26/2		26		24															
53	26/2	19		19																
54	27/2		44		29															
55	27/2	104		11																
56	27/2		12		10															
57	27/2	8			8			9												
59	29/2		8			8			9	16										
60	29/2	8			8															
61	29/2		13						10		15	15	62							
62	29/2	10				13					36									
63	29/2		10						11		19			63						
64	1/3	31			19					15										
65	2/3		17						7		11									
66	2/3	3	1			3			7	5	11			10						
68	2/3				4										22		33			
69	2/3		9						9			35							30	35
71	4/3	10				10				11		15								
73	24/3	8			10				12		6			25						
77	26/3	18			8			9												

TABELLA II. — Mare adriatico, nitrati :  $N_2/NO_3$  mg/m<sup>3</sup>.

N° Stz.	anno 1960	Profondità in metri																		
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	200	250	300	500	650	750	950	
51	26/2	3,0		15																
52	26/2		3,5		4,4															
53	26/2	9,5		3,4																
54	27/2		8,1		6,8															
55	27/2	5,4		4,1																
56	27/2		3,4		2,5															
57	27/2	1,6						1,6												
59	29/2		3,7	1,7		2,5			3,1											
60	29/2	1,9			3,0					1,9										
61	29/2		7,1						2,5		2,1	2,4	6,9							
62	29/2	1,5				2,5						3,2								
63	29/2		5,3						1,8		2,7	6,0								
64	1/3	1,0			1,5					2,8										
65	2/3		2,0						1,2		1,6									
66	2/3	2,0							2,9		1,4									
67	2/3		2,8			1,1				4,2										
68	2/3				0,9								2,4		2,4					
69	2/3								1,3			2,0							2,8	
71	4/3		1,5			1,5				1,4		1,5								
73	24/3	2,5			8,1				1,3		1,9									
77	26/3	4,6			2,4		2,0													

TABELLA III. — Mare adriatico, fosforo :  $P/PO_4^{-3}$  mg/m<sup>3</sup>.



N° Stz.	anno 1960	Profondità in metri																	
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	200	250	300	500	650	750	950
51	26/2	3,0		1,5															
52	26/2		3,5		4,4														
53	26/2	9,5		3,4															
54	27/2		8,1		6,8														
55	27/2	5,4		4,1															
56	27/2		3,4		2,5														
57	27/2	1,6			1,7			1,6											
59	29/2		3,7			2,5			3,1										
60	29/2	1,9			3,0					1,9									
61	29/2		7,1						2,5		2,1		2,4	6,9					
62	29/2	1,5				2,5						3,2							
63	29/2		5,3						1,8		2,7		6,0						
64	1/3	1,0			1,5					2,8									
65	2/3		2,0						1,2		1,6								
66	2/3	2,0	2,8						2,9	4,2	1,4		11,5						
68	2/3				0,9	1,1								2,4		2,9			
69	2/3								1,3									2,8	4,2
71	4/3		1,5			1,5				1,4			2,0						
73	24/3	2,5			8,1				1,3		1,9		1,5						
77	26/3	4,6			2,4		2,0												

TABELLA IV. — Mare adriatico, fosforo  $P/PO_4$  mg/m<sup>3</sup>.

N° Stz.	Anno 1960	Profondità in metri																					
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950	1000	1500	
B	5/3		83	112				92															
D	5/3		104					68		57													
F	9/3	128			64				68	62													
H	9/3	79			72				68														
3	5/3	113							88		87					124		180					
5	5/3	79							62		74				125								
7	5/3	128							126		128												
16	22/3		97							88		62											
18	22/3		62							71		112				83							
20	18/3	112							99		86					129					286		
21	18/3															126					177	267	
24	10/3	53	91							92		88				71	136						
26	9/3		72							60						105							
26	9/3		67			53				58		57											
27 bis	9/3		64			64				63													
29	18/3	123								112		112											
32	18/3	60			87					86		79					112	73					
34	19/3		56							56		82					134			172	210		
36 b	19/3		82							71		113					123			215		262	
38	19/3		99							79		110										248	
40	20/3		99			79				62		71					68						

TABELLA V. — Mare jonio, silicio : Si mg/m<sup>3</sup>.

N° Stz.	Anno 1960	Profondità in metri																					
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	950	1000	1500	
B	5/3																						
D	5/3		4		12				5														
F	9/3		3						4		6												
H	9/3	5				7				10	15												
3	5/3	17			8			9															
5	5/3	3							3		3												
7	5/3	5							2		3												
16	22/3	13							11		16					30			23		47		
18	22/3		15							10		4											
20	18/3		4							6													
21	18/3	3							2		2												92
24	10/3	9	2									6									50		63
26	9/3		11							9													
27 bis	9/3		7							3		11											
29	18/3		7							9													
32	18/3	3							4		4												
34	19/3	1			1				2		5												
36 b	19/3		3							1		4											
38	19/3		2							5		30											63
40	20/3		3							13		26											68
	20/3		11			6				7		27											

TABELLA VI. — Mare jonio, nitrati :  $N_2^- NO_3^-$  mg/m<sup>3</sup>.

N° Stz.	Anno 1960	Profondità in metri																					
		5	10	15	20	30	35	45	50	75	100	150	195	200	250	300	500	650	750	850	1000	1500	
B	5/3																						
D	5/3		1,1		1,1				0,8														
F	9/3		1,0						1,3		1,2												
H	9/3	3,5				1,5				3,2	1,7												
3	5/3	1,6			1,6			5,2															
5	5/3								1,4		0,9												
7	5/3	1,3							0,8		1,0					2,2							
16	22/3	1,0							1,2		1,6												
18	22/3		1,2							1,4		1,1											
20	22/3		0,7							0,9		1,5											
21	18/3	1,1								1,3	1,0												
24	18/3		1,9							1,8		1,5											
26	9/3	3,5	3,9							1,5													
27 bis	9/3		3,0			1,9				0,9		1,5											
29	9/3		2,2			2,2				1,8													
32	18/3	2,6							1,5		1,8												
34	18/3	0,6			2,7				1,4		2,1												
36 b	19/3		1,9							2,3		2,0											
38	19/3		2,3							2,4		3,2											
40	19/3		2,7							2,7		3,5											
	20/3		1,1			3,1				3,1		2,8											

TABELLA VII. — Mare jonio : fosforo ;  $P/PO_4^{--}$  mg/m<sup>3</sup>.

N° Stz.	Anno 1960	Profondità in metri																		
		5	10	30	50	75	100	200	400	500	700	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	4700
D*	15/6	110		130			122	212	301		329									
B*	16/6	67		11		0		108	104		294									
C*	17/6	69		89		100		112	125		239									
E*	17/6	74		112		88		97	130		236		317			301				330
α	20/6		100		87			274			250		280	nr	311					
β	19/6		74				63			117			284	305						
Y	18/6		89			nr				330			374	311		308	274			

TABELLA VIII. — *Mare jonio; capo Matapan, Malta, silicio: Si mg/m³.*

D*	15/6	7		7			10	22	40		51		60							
B*	16/6	21		9		12		13	19		52									
C*	17/6	17		17		18		25	36		62									
E*	17/6	15		22		10		23	29		59		86			55				76
α	20/6		25		12			53			81		79		65					
β	19/6		12				20			43		70								
Y	18/6		13				10			57		87		77		82	63			

TABELLA IX. — *Nitrati: N<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub> mg/m³.*

D*	15/6	1,4		3,7			9,7	1,2	1,6		1,7									
B*	16/6	0,3		1,2		4,1		6,5			6,0									
C*	17/6	2,3		2,8		1,7		2,2	2,3		5,3									
C*	17/6	2,2		2,3		2,3		4,6	3,1		6,6		6,6							
α	20/6		1,5		3,9			6,3			7,1		6,5		10,4			5,8		5,8
β	19/6		0,3				1,2			4,1		6,1								
Y	18/6		1,6				4,8			5,9		6,1		5,0						5,5

TABELLA X. — *Fosforo: P<sup>-</sup> mg/m³.*

N° Stz.	Anno 1958	Profondità in metri							
		2	10	30	50	100	400	500	1000
222	22/4	8,3		3,2		6,2	8,4		10,2
206	22/4	14,3		3,6		3,0	2,5		10,4
213	21/4	3,2		1,6		3,9		5,8	
216	21/4	6,2		1,3		2,3			
225	22/4			12,7		2,9	9,8		7,5
254	28/4		5,6			6,1	9,1		9,6
255	28/4		5,6			7,1		9,6	14,0
256	28/4		5,9			5,5		14,2	
258	27/4		5,7		8,3				
259	27/4		3,7		6,0	13,5			
260	27/4		3,7			6,4			
262	27/4		5,6		5,5				
264	27/4		6,1		6,4				
265	27/4		5,8		6,1				
266	27/4		6,7		6,0				
267	27/4			6,5					
269	26/4		6,6		6,0				

TABELLA XI. — *Mediterraneo centrale e tirreno, fosforo: P/PO<sub>4</sub><sup>-</sup> mg/m³.*

N° Stz.	Anno 1958	Profondità in metri							
		2	10	30	50	100	400	500	1000
222	22/4	67		51		8	15		65
206	22/4	95		68		7	8		87
213	21/4	3		3		6		1	
216	21/4	76		8		8			
225	22/4			39		30	9		9
254	28/4		13			36	58		73
255	28/4		11			29		69	91
256	28/4		8			15		74	
258	27/4		30		20				
259	27/4		6		8	23			
260	27/4		30			35			
262	27/4		17		13				
264	27/4		11		11				
265	27/4		14		12				
266	27/4		15		14				
267	27/4			11					
269	26/4		14		14				

TABELLA XII. — *Mediterraneo centrale e tirreno, nitrati :  $N_2NO_3$  mg/m<sup>3</sup>.*

N° Stz.	Anno 1958	Profondità in metri							
		2	10	30	50	100	400	500	1000
222	22/4	0		0,5		0,2	0		0
206	22/4	0,4		0		0	0,2		0
213	21/4	2,1		1,1		3,4			
216	21/4	0,3		0		0,9			
225	22/4			0		0			0
254	28/4		0,5			3,2	0,5		0,6
255	28/4		0,6			3,1		2,4	1,1
256	28/4		0,5			1,1		1,4	
258	27/4		2,7		1,7				
259	27/4		1,9		1,5	3,8			
260	27/4		1,2			2,5			
262	27/4		1,9		1,8				
264	27/4		2,1		2,1				
265	27/4		2,0		1,9				
266	27/4		3,1		3,1				
267	27/4			1,6					
269	26/4		2,1		5,2				

TABELLA XIII. — *Mediterraneo centrale e tirreno, nitriti :  $N_2NO_3$  mg/m<sup>3</sup>.*