ATTI DEL 3° CONGRESSO
DELLA
ASSOCIAZIONE ITALIANA DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

Sorrento, 18-20 Dicembre 1978

a cura di Riccardo de Bernardi

E

ATTI
DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI
OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA
(A.I.O.L.)

dal 1° Gennaio 1977 al 31 Dicembre 1978

Pallanza 1980

INDICE

Presentazione pag. I
Atti del 3° Congresso di Oceanologia e Limnologia » V
Elenco degli iscritti al 3° Congresso di Oceanologia e Limnologia » VII
Seduta inaugurale » XIII

Relazione

F. CINELLI - *La flora e la fauna marine costiere nei loro rapporti con l'ambiente pelagico* . . . . . » 1

Comunicazioni

R. DE BERNARDI, G. GIUSSANI e E. SOLDAVINI - *Ruolo della fascia litorale nello sviluppo e nella dinamica di popolazioni pelagiche di alcuni cladoceri d'acqua dolce* » 11

I. FERRARI e M.G. MAZZOCCHI - *Cicli di marea e distribuzione dello zooplancton in una sacca del delta del Po* . . . . . » 21

G. BONOMI e G.P. SALMOIRAGHI - *Successione stagionale e dinamica di popolazione nei cladoceri di un lago artificiale. (Lago di Suviana, Appennino Tosco-Emiliano*) . . . . . » 35

N. SECHI e A. -COSSU - *Note preliminari sull'ecologia del Lago di Baratz* . . . . . » 45

F. ARGENTESI - *Una metodologia statistica per lo studio delle interazioni di popolazione nelle comunità zooplanctoniche* . . . . . » 51

G. GABBIANELLI e S. ROSSI - *Nota sulla sedimentazione attuale del fondo-valle nel Golfo di Taranto* . . . . . » 65

E. COCCO, T. DE PIPPO e G. D'IORIO - *Prime osservazioni sulla morfologia della piattaforma continentale prospiciente il litorale metapontino (Golfo di Taranto)* . . . . . » 73

C. AMORE, E. COCCO, M.A. DE MAGISTRIS, T. DE PIPPO e E. GIUFFRIDA - *Caratteristiche morfologiche e sedimentologiche della spiaggia emersa e sommersa tra la foce del F. Basento e Castellaneta Marina (Golfo di Taranto)* . . . . . » 81

R. LENAZ e S. ROSSI - *Rilievo geomorfologico di alcuni «seamounts» del Mar Tirreno con impiego del «Side Scan Sonar»* . . . . . » 89
F. FANUCCI, L. MIRABILE e M. PICCAZZO - *Le piattaforme continentali del Mar Ligure - Alto Tirreno: proposta di classificazione* . . . . . » 105
R. SELLI, F. LUCCHINI, P.L. ROSSI, C. SAVELLI e M. DEL MONTE - *Geologia e petrochimica dei vulcani centrotirrenici Magnaghi, Vavilov, Marsili* . . . . . » 115
G. CHIAUDANI e R. PAGNOTTA - *Applicazione di misure di ATP per la stima delle biomasse nelle acque costiere antistanti la foce del Tevere* . . . . . » 119
M. CATTANEO - *Variazioni stagionali del rapporto diatomee-peridinee nel fitoplancton di superficie raccolto su due stazioni al largo di Chiavari* . . . . . » 129
M. FABIANO, T. ZUNINI-SERTORIO e V. CONTARDI - *Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 9. Caratteristiche ambientali e carico zooplanctonico nelle acque della Baia di La Spezia* . . . . . » 137
N. DELLA CROCE - *Misure di trasparenza nelle acque del Mar Ligure e Alto Tirreno* . . . . . » 145
R. FRASSETTO - *Il telerilevamento come nuovo strumento per lo studio della qualità e della dinamica della superficie del mare* . . . . . » 155
R. DAZZI, R. FRASSETTO, F. MIONI e M. TOMASINO - *Dove va l'acqua del Po?* . . . . . » 163
M. MASSI - *Generalità sul trattamento di dati telerilevati: procedure applicative ed utilizzazioni oceanografiche* . . . . » 171
V. PARISI e E. PASCHINI - *Un contributo allo studio della circolazione nelle aree mediterranee con un modello numerico geostrofico linearizzato* . . . . . » 179
G. OREL, M. SPECCHI e F. STRAVISI - *Osservazioni meteorologiche e idrobiologiche in una valle da pesca (Valle Artalina) della laguna di Grado (Alto Adriatico)* . . . » 181
B.P. BASSO, N. DELLA CROCE e P. PICONE - *Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno 8. Popolamento zooplanctonico (Ottobre-Novembre 1974)* . . » 189
S. GENOVESE, S. GRASSO, V. CUOMO e F. VANZANELLA - *Prime ricerche sulla distribuzione di funghi in alcuni mari italiani* . . . . . » 197
L.S. MONTICELLI - *Prime ricerche sul batterioplancton psicrofilo in acque costiere dell'Italia Meridionale* . . . . . » 205

E. DE DOMENICO, M. DE DOMENICO e G. PULICANO' - *Distribuzione di sostanze oleose e batteri ossidanti idrocarburi lungo le coste siciliane e calabresi* . . . . . » 217
G. ALBERTELLI, M. CATTANEO e N. DRAGO - *Indagine qualitativa e quantitativa su due biocenosi della platea continentale ligure* . . . . . » 231
N. DRAGO, G. ALBERTELLI e M. CATTANEO - *Macrobenthos dei fondi dell'Isola di Pianosa* . . . . . » 239
S. EVANGELISTA, G.B. LA MONICA e B. LANDINI - *Analisi granulometrica e dinamica dei litorali sabbiosi* . . . » 245
C. COPAT, G.C. CORTEMIGLIA e G. MARCONI - *Automatizzazione dell'analisi morfometrica dei ciottoli* . . . » 255
B. ANSELMI, F. BENVEGNÙ, A. BRONDI e O. FERRETTI - *Classificazione geomorfologica delle coste italiane come base per l'impostazione di studi sulla contaminazione marina* . . . . . » 265
B. ANSELMI, F. BENVEGNÙ, A. BRONDI e O. FERRETTI -*Contributo allo studio dell'influenza della geologia e della geochimica dei bacini emersi sulla composizione dei sedimenti marini. Indagine sistematica sugli apporti fluviali dell'intero territorio nazionale* . . . . . » 279
F. AMATUCCI, C. AMORE e P. CATALDO - *Modellamelo della spiaggia sommersa per effetto del moto ondoso tra Metaponto Lido e Ginosa Marina* . . . . . » 295
F. PULICANÒ e E. DE DOMENICO - *Il rapporto solfati/clorinità in acque costiere tirreniche (primi risultati)* . . . . . » 311
D. BREGANT e G. CATALANO - *Osservazioni sulla alcalinità nelle acque della Bocca di Primero (Laguna di Grado)* . . . . . » 319
D. BREGANT e G. CATALANO - *Considerazioni sulla con-centrazione del doro, calcio, magnesio ed alcalinità alla foce del fiume Isonzo* . . . . . » 327
F. BAFFI, R. FRACHE e A. DADONE - *Determinazione di alcuni metalli pesanti nel Mar Ligure mediante spettrofotometria di assorbimento atomico senza fiamma.* . » 335
E. ACCERBONI, F. MORO e P. SCARAZZATO - *Analytical computation of dissolved oxygen in sea water from data collected by polarographic sensors fitted on CTD systems* . . . . . » 341
F. BALDI e A. RENZONI - *Mercurio totale in pesci marini pelagici.* . . . . . » 351
L. ADREANI e G. BONOMI - *Elementi per una dinamica di popolazione dei tubificidi (Anellida, Oligochaeta)* . . . . . » 355

R. DE BERNARDI, G. GIUSSANI e R. MOSELLO - *I piccoli laghi della Regione Lombardia:proposta di una gerarchia trofica in base a semplici criteri di valutazione* » 367
R. BERTONI - *La misura del carbonio organico presente nelle acque: possibilità attuali e prospettive future* . . . . . » 377
W. AMBROSETTI, L. BARBANTI, R. DE BERNARDI e V. LIBERA - *Alcune risposte limnologiche ad un evento meteorologico eccezionale: il nubifragio del 7 Agosto 1978 nel bacino del Lago Maggiore* . . . . . » 389
O. RAVERA e D. ANNONI - *Effetti ecologici del rame valutati per mezzo di un ecosistema sperimentale.* . . . . . » 407
P. FRANCO, A. FRANCESCON e A. BARBARO – *Concentrazione dei fluoruri nelle acque dell'Adriatico settentrionale* . . . . . » 423
G. SCARPONI, E. MICCOLI e R. FRACHE – *Determinazione di Cd, Pb, Cu in acqua di mare mediante voltammetria di ridissoluzione anodica. Confronto dei risultati ottenuti a bordo ed in laboratorio* . . . . . » 433
A. VIARENGO, M. PERTICA, G. MANCINELLI, R. CAPELLI e M. ORUNESU - *Effetto del Cu^{++} sulla assunzione di aminoacidi, sulla sintesi proteica e sul contenuto di ATP di differenti tessuti di Mytilus galloprovincialis L.* . . . . . » 441
A. VIARENGO, M. PERTICA, G. MANCINELLI, G. ZANICCHI e M. ORUNESU - *Precoce induzione di proteine capaci di legare il Cu++ nelle branchie di mitili esposti al metallo* . . . . . » 451

Tavola rotonda su "*Intercalibrazione di metodologie fisiche in oceanografia*".
Coordinatore F. DE STROBEL » 461
L. CROVINI - *I servizi metrologici dell'Istituto di Metrologia G. Colonnelli di Torino in relazione alle esigenze dell'oceanografia*. . . . . » 462
E. ACCERBONI - *Nota informativa sul Centro di Taratura Oceanografica dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste* . . . . . » 464
F. DE STROBEL - *Sistemi di calibrazione oceanografica presso il Saclant Research Centre* . . . . . » 469
Dibattito . . . . . » 474

Atti dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia (A.I.O.L.) dal 1° Gennaio 1977 al 31'Dicembre 1978 . . . . . » 479

A.I.O.L.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
PER GLI ANNI 1977-1978

Presidente:	Livia TONOLLI
Consiglieri:	Antonio LONGINELLI Arturo DE MAIO Francesco CINELLI Sebastiano GENOVESE Paolo FRANCO Giuliano FIERRO
Segretario:	Riccardo DE BERNARDI

PRESENTAZIONE

Questo volume raccoglie i contributi scientifici presentati al terzo Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia (A.I.O.L.), tenutosi a Sorrento nel Dicembre del 1978.

È per noi un vero piacere esprimere ai nostri colleghi ed amici la nostra convinzione che esso rappresenta una testimonianza molto positiva dei risultati di una sempre migliore organizzazione e dello sforzo compiuto per migliorare la qualità dei contenuti. Tutti i soci dell'A.I.O.L. hanno preso coscienza del fatto che la nostra Associazione deve assumere caratteristiche interdisciplinari e integrate. Accanto, infatti, a visioni settoriali che oceanologia e limnologia, con tante problematiche comuni, avevano nel passato, ci si sta, per passi successivi, avvicinando a considerare compartimenti abiotici e biotici come facenti parte di quei tasselli di un unico mosaico, preludio certo al concetto unificante di ecologia acquatica.

Ma questo non ci è sembrato sufficiente. Non ci si può limitare a valutazioni descrittive o funzionali dei fenomeni osservati, se non si disponga di metodologie veramente affidabili, per accuratezza e precisione. Queste devono, però, essere usate in modo appropriato, dopo aver proceduto ad un loro esame critico e ad una rigida intercalibrazione. È questo il motivo che ci ha spinto ad organizzare in questo Congresso anche una tavola rotonda su intercalibrazione dì strumenti per rilevamento di variabili fisiche, e che ci ha indotto a decidere di continuare su questa strada anche nelle successive assemblee e congressi dell'A.I.O.L.

Gli scopi che la nostra Associazione si propone di raggiungere sono pertanto molto precisi e puntuali, e noi confidiamo di raggiungerli, con la collaborazione di tutti i nostri Soci e di coloro che vorranno in futuro partecipare al nostro sforzo, nel quale crediamo molto profondamente.

LIVIA TONOLLI GIULIANO FIERRO

RICCARDO DE BERNARDI

ATTI
DEL 3° CONGRESSO NAZIONALE
DI
OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

Sorrento, 18-20 Dicembre 1978

ELENCO DEGLI ISCRITTI
AL 3° CONGRESSO
DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

ACERBONI E. - Osservatorio Geofisico Sperimentale - Viale Romolo Gessi, 4 - Trieste.
AMATUCCI F. - Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche - Università di Napoli.
ALBERTELLI G.C. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Via Balbi, 5 - Genova.
AMBROSETTI W. - C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pallanza (No).
AMBRASANO E. - Centro Ricerche Montedison - Napoli.
AMORE C. - Istituto di Geologia - Corso Italia, 55 - Catania.
ARGENTESI F. - Department A, J.R.C. Euratom - Ispra (Va).
BAFFI F. - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Università -Viale Benedetto XV, 3 - Genova.
BATTAGLINI P. - Istituto di Zoologia dell'Università - Via Mezzocannone, 8 - Napoli.
BERTONI R. - C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pallanza (No).
BONOMI G. - C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pallanza (No).
BREGANT D. - Istituto Talassografico Sperimentale - Viale Romolo Gessi, 2 - Trieste.
BRONDI A. - C.N.E.N. - Santa Maria di Galena - Roma.
CALLIERI C. - C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pallanza (No).
CAPELLI R. - Via Capo Santa Chiara, 29 - Genova.

CATALANO G. - Istituto Talassografico Sperimentale - Viale Romolo Gessi, 2 - Trieste.
CATALDO P. - Università - Via Claudio, 21 - Napoli,
CATTANEO M. - Via delle Rovare, 36/14 - Genova.
CHIAUDANI C. - C.N.R. Istituto Ricerca sulle Acque - Brugherio (Mi).
CINELLI F. - Stazione Zoologica di Napoli - Reparto Ecologia Marina - Punta S. Pietro - Ischia Porto (Na).
COCCO E. - Istituto di Geologia dell'Università - Napoli.
COLANTONI P. - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
COPAT C. - Dipartimento di Scienze della Terra - Università della Calabria - Castignone Scalo (Cs).
COSSU A. - Istituto di Botanica - Via Muroni, 25 - Università di Sassari.
COSTANZO G. - Istituto di Idrobiologia - Via dei Verdi, 75 - Università di Messina.
CRISAFI E. - Istituto di Idrobiologia - Via dei Verdi, 75 - Università di Messina.
CROVINI - Istituto di Metrologia - Torino.
CUOMO V. - Ciba Geigy - Torre Annunziata (Na).
DAGNINO I. - Istituto Geofisico e Geodetico dell'Università - Via Bal-bi, 30 - Genova.
DAMIANI V. - Centro Ricerche Montedison - Napoli.
DE BERNARDI R. - C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pallanza (No).
DE DOMENICO E, - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
DE DOMENICO M. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
DELLA CROCE N. - Cattedra di Idrobiologia - Via Balbi, 5 - Genova,
DE MAGISTRIS A. - Università - Napoli.
DE PIPPO T. - Università - Napoli.
DE SIMONE R. - Centro Ricerche Montedison - Napoli.
DE MAIO A. - Istituto di Meteorologia ed Oceanografia - Istituto Universitario Navale - Napoli.
DE STROBEL F. - Saclant Center - Viale S. Bartolomeo, 400 - La Spezia.
DI COLA G. - Istituto di Matematica - Università di Parma.

FABIANO M. - Viale Unità d'Italia, 11/20 - Arenzano (Ge).
FANUCCI F. - Istituto di Geologia dell'Università - Corso Europa, 30 - Genova.
FERRARI I. - Istituto di Zoologia - Università di Parma.
FERRARO M. - Istituto Universitario Navale - Istituto di Meteorologia e Oceanografia - Napoli.
FERRARO S. - Vico Equense (Na).
FERRETTI O. - C.N.E.N. - Santa Maria di Galeria (Roma).
FIERRO G. - Istituto di Geologia dell'Università - Corso Europa, 30 Genova.
FIRPO M. - Istituto di Geologia dell'Università - Corso Europa, 30 Genova.
FOSSATO V. - C.N.R. Istituto di Biologia del Mare - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia.
FRACHE R. - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Viale Benedetto XV, 3 - Genova.
FRANCO P. - C.N.R. Istituto di Biologia del Mare - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia.
FRASSETTO R. - Laboratorio per lo studio della Dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. - 1364 San Polo - Venezia.
FRIGNANI M. - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
GABBIANELLI G. - Istituto di Geologia e Paleontologia - Via Zambo-ni, 67 - Bologna.
GENOVESE S. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
GHERASSO S. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
GHIRARDELLI E. - Istituto di Zoologia dell'Università - Via Valerio, 32 - Trieste.
GIACOBBE S. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
GIUSSANI G. - C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pallanza (No).
LA MONICA G. B. - Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università - Roma.
LANDINI B. - Istituto di Geologia e Paleontologia - Università di Roma.

LENAZ R. - C.N.R. - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
LEONARDI M. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
LETTERIO G. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
LO PARO G. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
MASSI M. - Istituto di Fisica dell'Università - Piazzale delle Scienze, 5 - Roma.
MASTELLONE G. - Istituto Universitario Navale - Napoli.
MAZZOCCHI M. G. - Istituto di Zoologia dell'Università - Parma.
MENDIA L. - Centro Studi e Ricerche - Ingegneria Sanitaria - Università di Napoli.
MIONI F. - ENEL - Servizio Idrologico - Mestre (Ve).
MONTICELLI Louis S. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
MORETTI M. - Via Epomeo, 180 - Napoli.
MOSELLO R. - C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pallanza (No).
ORUNESU M. - Istituto di Fisiologia dell'Università - Genova.
PAGNOTTA R. - C.N.R. - Istituto Ricerche sulle Acque - Via Reno, 1 - Roma.
PARISI V. - Istituto di Fisica dell'Università - Piazzale delle Scienze, 5 Roma.
PESCATORE T. - Università di Napoli.
PICAZZO M. - Via G. Buranello, 14/24 - Genova Sampierdarena.
PICCHETTI G. - Via Stresa, 166 - Roma.
PULICANÒ G. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
RAGONE A. - Facoltà di Ingegneria - Università di Napoli.
RENZONI A. - Istituto di Anatomia Comparata - Via Cerchia, 3 -Siena.
RIGILLO TRONCONE M. - Posillipo, 69 - Napoli.
ROSSI S. - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
SALMOIRAGHI P. - Istituto di Zoologia - Università - Bologna.
SANSONE E. - Via Consalvo, 109 - Napoli.

SAVELLI C. - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
SECHI N. - Istituto di Botanica dell'Università - Via Muroni, 25 - Sas-sari.
SENACCA P. - C.N.R. - L.A.N. - Genova.
SIBILIA F. - Istituto di Zoologia dell'Università - Parma.
SOLAZZI A. - Istituto di Botanica - Via Orto Botanico, 15 - Padova.
SPEZIE G.C. - Istituto Universitario Navale - Facoltà Scienze Nautiche - Napoli.
STRAVISI F. - Istituto Sperimentale Talassografico - Viale Remolo Gessi, 2 - Trieste.
TONOLLI L. - C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia - 28048 Pal-lanza (No).
VANZANELLA F. - Ciba Geigy - Torre Annunziata (Na).
VIARENGO A. - Istituto di Fisiologia Generale - Università di Genova.
ZANICCHI G. - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica dell'Università - Viale Benedetto XV, 3 - Genova.
ZENNARO P. - Osservatorio Geofisico Sperimentale - Casella postale 211 - Trieste.
ZUNINI SERTORIO T. - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via Balbi, 5 - Genova.

SEDUTA INAUGURALE

II Congresso si è aperto alle ore 10,00 del 18 dicembre 1978 nella sala conferenze del Circolo dei Forestieri a Sorrento. Il Presidente dell'Associazione, L. TONOLLI, si è così rivolto ai convenuti:

«Ringrazio anzitutto molto vivamente il Sindaco di Sorrento, Avv. Antonino Cuomo, e l'Assessore al Turismo e all'Ambiente, Prof. Antonino Fiorentino, per onorare con la loro presenza l'apertura del terzo Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, e per aver voluto graziosamente inserire questo evento scientifico nell'ambito dell'Anno Ecologico 1977-78, promosso e voluto dalla città di Sorrento per la tutela dell'ambiente.

Mi fa piacere constatare che la notevole partecipazione dei soci AIOL a questo terzo Congresso, che si raffigura in una relazione principale, 48 comunicazioni e una Tavola Rotonda, sta a dimostrare che si è creato un maggiore interesse nei riguardi dell'Associazione e degli scopi che essa persegue.

Il Consiglio di Presidenza, dal novembre 1976, si è riunito quattro volte: a Pallanza, il 24 giugno 1977, presso l'Istituto Italiano di Idrobiologia del C.N.R.; a Palermo, PII ottobre 1977, presso l'Istituto di Geologia dell'Università; a Napoli, il 13 giugno 1978, presso l'Istituto Universitario Navale; a Genova, il 30 ottobre 1978, presso l'Istituto di Geologia dell'Università.

È stata anche tenuta un'Assemblea Generale dell'Associazione a Roma, nell'Aula Magna del Consiglio Nazionale delle Ricerche, il 13 dicembre 1977, in occasione della quale si sono discussi argomenti di carattere generale, relativi ai temi da svolgere in questo Congresso e a proposte operative per migliorare l'attività dell'Associazione. Dirò subito che l'Assemblea non ebbe un grande successo per due ragioni

distinte, ma importanti; la prima dovuta allo scarso numero dei presenti, determinato anche da difficoltà di trasporto, e la seconda, anche più pesante, che la mozione derivata dall'Assemblea, non ha avuto alcuna ricaduta. Tutti voi la conoscete e ritengo che abbiate apprezzato la proposta di ricostituire una Commissione di Oceanologia e Limnologia del C.N.R., che in anni passati aveva rappresentato un effi-cientissimo mezzo di collegamento tra tutti gli specialisti interessati alle scienze acquatiche.

Non ritengo di essere in condizione di procedere ulteriormente in questo tentativo, nel quale però credo fermamente e che mi permetto di affidare con molto calore al futuro Presidente dell'Associazione.

Il tema-base di questo Congresso, che ha riscosso maggiore favore da parte dell'Assemblea e del Consiglio di Presidenza, è stato: "Interazione tra zona litorale e zona pelagica di corpi d'acqua". È chiaro però che non era assolutamente possibile limitare l'accettazione di comunicazioni su argomenti attinenti a questo solo tema, che sta da pochi anni emergendo in tutta la sua importanza, con il coinvolgimento dell'impatto del bacino imbrifero sull'acqua. La sua scelta vuole rappresentare uno stimolo ad affrontare con sempre maggiore rigore la problematica delle interrelazioni di due compartimenti dello stesso ecosistema.

Un altro fatto che mi piace sottolineare è che a questo Congresso la limnologia è presente con un maggiore peso rispetto al passato, il che sta a dimostrare che le scienze marine e quelle delle acque interne possono colloquiare con una reciproca comprensione e con molta efficacia.

Dobbiamo essere tutti grati all'Ing. De Strobel per essersi preso l'incarico di organizzare e, bisogna dirlo, in tempi notevolmente ristretti, la Tavola Rotonda su "Intercalibrazione di metodologie fisiche in oceanografia". Sono certa che a nessuno sfugge l'importanza di questa tematica, che è alla base dell'affidabilità dei risultati che derivano da qualsiasi tipo di ricerca di campagna e di laboratorio.

Nonostante l'impegno che è stato posto da tutti i membri del Consiglio di Presidenza — F. Cinelli, A. De Maio, G. Fierro, P. Franco, A. Longinelli, S. Genovese — nel tentare di vivacizzare la nostra Associazione attraverso scampi bibliografici e costituzione di una biblioteca a disposizione dei soci, la formazione di gruppi di studio su tematiche comuni alla oceanologia ed alla limnologia, l'istituzione di

un notiziario al quale avrebbero dovuto collaborare tutti i soci, devo purtroppo ammettere che il tentativo è fallito, salvo per qualche sporadico caso di nostri colleghi che hanno avuto la benevolenza di inviare pubblicazioni in estratto o in elenchi. Secondo me, questo sarebbe un punto qualificante della nostra Associazione, che deve vivere attivamente anche nell'intervallo dei due anni che separano i successivi congressi. Resta quindi ancora parecchio da fare, ma bisogna riflettere che la società è ancora giovane e che nel prossimo futuro ha la possibilità di svilupparsi in una forma che tenga i soci costantemente legati tra loro.

Un'altra osservazione che ho il dovere e il piacere di portare all'attenzione di tutti è che a questo Congresso sono presenti responsabili e competenti in tre Progetti Finalizzati de) C.N.R. quali l’"oceanografia", la "conservazione del suolo" e l'"ambiente". Ciò dimostra che esistono stretti legami tra questi Progetti che fanno capo al raggruppamento "territorio e ambiente" e che non possono che avvantaggiarsi reciprocamente da una collaborazione sempre più stretta.

Non desidero allungare ulteriormente questo mio intervento che voleva essere brevissimo. Sento però il dovere di ringraziare i membri del Consiglio di Presidenza per la collaborazione sempre fattiva e cordiale che mi hanno offerto. In modo particolare, desidero esprimere la mia gratitudine al Prof. Giuliano Fierro, che ha veramente superato qualsiasi aspettativa di generosità. Un ringraziamento particolare va anche al Prof. Arturo De Maio, al quale dobbiamo l'organizzazione locale di questo Congresso.

Sarei però ingiusta e ingenerosa se non dichiarassi pubblicamente che la massima parte del lavoro compiuto in questi due anni è stata realizzata grazie alla vivacissima e intelligente attività del Dr. Riccardo de Bernardi, il quale, con la collaborazione di personale del nostro Istituto — Signore Pierisa Guida, Luciana Nobili, Teresa Ruffoni — è riuscito a portare avanti il lavoro di segreteria che, vi assicuro, e molto più pesante di quanto ci si possa immaginare.

A voi tutti grazie per la fiducia che avete riposto in me in questi due anni. Auguro al nuovo Presidente di poter realizzare molto di più di quanto io non sia riuscita a fare, non soltanto per un maggiore successo della nostra Associazione, ma più in generale per le discipline scientifiche che stanno a cuore a tutti noi».

II Presidente, prima di dare inizio ai lavori del Congresso, da la parola al Prof. Antonino Cuomo, Sindaco della Città di Sorrento, ed al Prof. Antonino Fiorentino Assessore ai Beni Culturali ed Ambientali ed al Turismo della Città di Sorrento, i quali dopo aver porto il benvenuto ai congressisti illustrano sinteticamente le attività svolte a Sorrento durante l'anno ecologico di cui il 3° Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia rappresenta una continuazione ideale.

Il Presidente dichiara aperto il Congresso.

RELAZIONE

LA FLORA E LA FAUNA MARINE COSTIERE NEI LORO RAPPORTI CON L'AMBIENTE PELAGICO

F. CINELLI
Stazione Zoologica di Napoli

II tema proposto ha una ampiezza difficilmente esauribile nell'ambito di una relazione congressuale e si è pertanto preferito limitarne le dimensioni sia dal punto di vista spaziale che strutturale, concentrando il discorso sui rapporti che intercorrono tra gli organismi del benthos (animali e piante) e l'ambiente pelagico (biologicamente inteso). Particolare enfasi viene data soprattutto agli scambi energetici che tra i due sistemi intercorrono (Odum, 1977).

I concetti di tipo energetico che qui intendiamo sviluppare, sono dettati sia dal desiderio di essere quanto più schematici possibile nel fornire una rappresentazione chiara e semplice di funzioni e sistemi di per sé estremamente complessi, sia perché la nostra impostazione scientifica fonda i suoi principi su una concezione energetica dei fenomeni naturali.

II basare i rapporti tra vari ecosistemi su scambi di flussi energetici fornisce una visione simbolica di certe funzioni e processi di un ecosistema o di più ecosistemi, in modo da facilitare i confronti e aiutare soprattutto nella costruzione di modelli funzionali (Odum, 1971). In questo tipo di rappresentazione i simboli o moduli sono tra di loro interconnessi come in un circuito elettrico.

Ciascun modulo ha una sua propria caratteristica di *input* e di *output* che può anche essere espresso da una formula matematica (Odum, 1972) ed i circuiti che possono essere messi insieme da tali moduli sono di differente ampiezza e complessità (Lugo et al., 1971, Odum, 1972).

I principi sui quali viene basato un tale tipo di circuito sono 1 seguenti: il flusso energetico attraverso un sistema richiede da una parte una o più *sorgenti* di energia, e dall'altra una serie di *collettori* ed implica naturalmente una degradazione del tipo di energia fornita. Le sorgenti per i flussi di energia organica sono rappresentate da *energia radiante* (fonte insostituibile per gli organismi *fotoautotrofi*) e da *energia di legame chimico* (utilizzata dai *chemioautotrofi*).

II trasferimento di energia comincia dunque con conversione di energia inorganica in energia di legame chimico in sostanze organiche (C-C oppure C-P) che rappresentano i corrieri di energia attraverso i livelli trofici delle varie catene alimentari (Riedl et al., 1977).

L'efficienza di tali processi è, di solito, molto bassa (si arriva a malapena al 20 % in media) ma gli organismi sono «macchine» autoproducenti ed autoriparanti. Il basso rendimento ha comunque l'effetto di limitare la lunghezza delle catene alimentari data l'accentata diluizione dell'energia disponibile. I flussi energetici non sono infine continui, ma si arrestano per formare temporanei punti di immagazzinamento che possono essere considerati collettori temporanei in cui il flusso energetico viene racchiuso.

L'osservazione di una catena alimentare, anche molto semplificata, ci fornisce tutta una serie di elementi tra di loro interconnessi:

• *produttori primari*: sono quegli organismi capaci di trasformare le sorgenti di energia inorganica (già diluite) in energia organica ad alta concentrazione con un processo di fotoautotrofia. (Va detto per inciso che anche il lavoro di concentrazione può essere considerato come un aspetto particolare della produzione e gli organismi filtratori vengono pertanto considerati come dei *produttori secondari*).

• *consumatori*: consistono in organismi che agiscono a differenti livelli (erbivori, carnivori di primo e secondo ordine ecc,) ed il cui «prodotto» è ancora nuovo materiale organico.

• *riduttori*: gli organismi (soprattutto batterio) che rimineralizzano le sostanze organiche riconvertendole in sostanze inorganiche.

A seconda del tipo di utilizzazione del materiale prodotto (sotto forma di materiale organico vivo, o metabolicamente attivo o morto) si possono verificare delle biforcazioni nelle catene alimentari. Particolarmente importante è questo fatto nel passaggio, per esempio, tra produttori primari ed erbivori, in cui possiamo distinguere una *catena alimentare dei pascolatori* (tipica del sistema pelagico marino op-

pure delle praterie terrestri) ed una *catena alimentare dei detritivori* (tipica delle foreste terrestri e delle praterie a macrofite bentoniche acquatiche). La velocità con cui si attua la rimineralizzazione delle sostanze organiche regola il feedback dai consumatori ai produttori.

I rapporti tra i produttori ed i consumatori sono molto diversi se consideriamo un ecosistema terrestre oppure uno acquatico. In figura (fig. 1), vengono schematizzati due ecosistemi: uno terrestre ed uno acquatico (Odum, 1971).

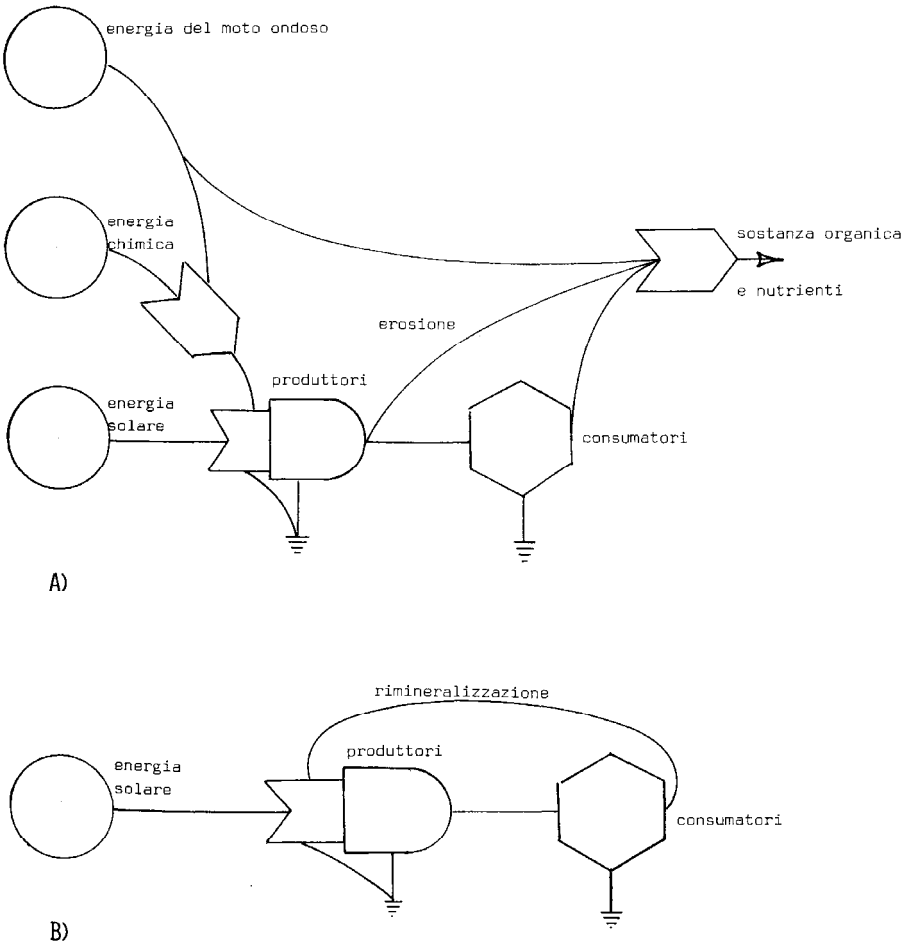


FIG. 1 - Flussi di energia principali tra produttori e consumatori in un sistema acquatico (A) ed un sistema terrestre (B). (da Ott & Maurer, 1977. modificato).

Nel caso terrestre esiste un anello di chiusura tra consumatori e produttori che consiste nel lavoro di rimineralizzazione della sostanza organica fornita dai produttori. Questo richiede che i prodotti della rimineralizzazione siano presi come rapporti il che è funzione del loro tasso di rifornimento. In un sistema di tipo acquatico invece, i nutrienti rilasciati hanno un tempo molto limitato di permanenza nel sistema stesso in modo che la probabilità di replica di quanto fornito da parte dei produttori primari sarà funzione del tempo di residenza e del tasso di ricambio dei produttori primari stessi. In un sistema di tipo aperto, come quello acquatico costiero, assieme ad un alto tasso di ricambio di acqua non esiste, se non in maniera molto limitata., una funzione regolatrice del tassi di rimineralizzazione da parte degli erbivori.

La produzione dipenderà quindi, quasi esclusivamente, dall'apporto di nuova energia dall'esterno del sistema, così come è evidenziato in figura.

Le fonti principali di energia che giungono al sistema acquatico costiero sono costituite essenzialmente da:

- *energia meccanica*: (movimenti delle acque come maree, onde, correnti);
- *energia radiante* (luce solare);
- *energia chimica* (apporto di nutrienti dall'entroterra o dai fondi marini profondi per upwelling).

A queste tre fonti energetiche principali sono collegati una serie di altri fattori secondari che concorrono al funzionamento del sistema stesso.

L'esportazione dell'energia prodotta nel sistema costiero può avvenire sotto diverse forme ed in differenti quantità, È indubbio che molta di questa energia rimane nel sistema stesso.

Le forme principali secondo cui questo processo di esportazione avviene sono:

- *materia organica disciolta,*
- *materia organica particolata,*
- *nova e larve di animali e spore di vegetali*.

IL SISTEMA BENTONICO COSTIERO

A questo punto bisogna individuare gli organismi costieri che concorrono alla produzione primaria e secondaria, quali sono gli utiliz-

zatori di tale produzione, sia a livello del sistema costiero che altrove, come venga esportata l'energia al di fuori e come agiscono le fonti energetiche al livello del sistema stesso.

In uno schema generale quale quello rappresentato in figura (fig. 2) il ruolo che compete al sistema costiero nella produzione e successiva esportazione di sostanza organica è senza dubbio minimizzato, soprattutto per quanto concerne il benthos vegetale ed i filtratori. La produzione invece di tale sistema è, in moltissimi casi, oltremodo elevata. (Isaacs, 1969; Holt, 1969). I produttori primari del sistema costiero ben tonico sono rappresentati dalle piante (alghe e fanerogame). I produttori secondari sono la miriade di filter-feeders (molluschi, echinodermi spongiari ecc.) che sono fissati sui fondi duri o nei fondi mobili.

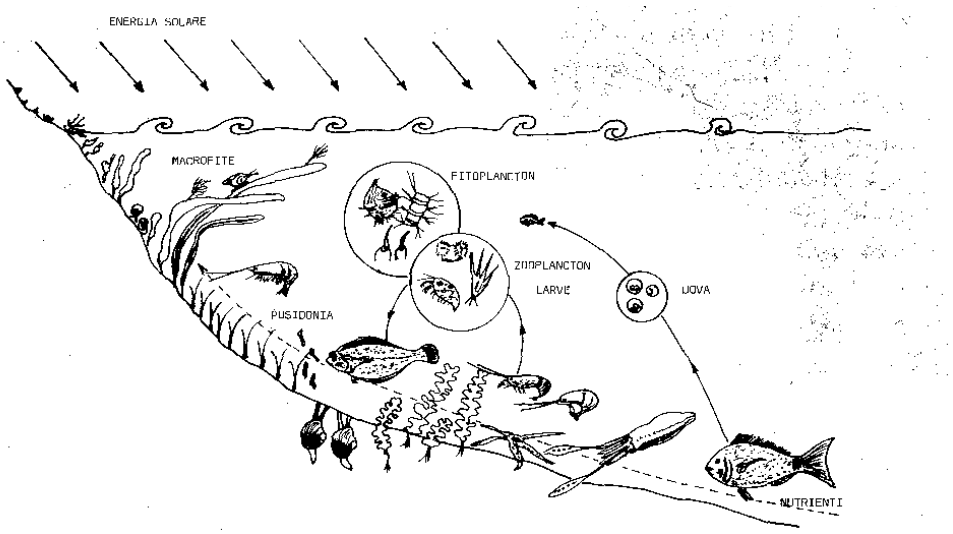


FIG. 2 - Schema di un sistema benthonico e pelagico costiero tradotti in linguaggio circuitale (da «Unesco report in marine science n. 1, 1977», modificato).

A modello di quanto sopra esposto, possiamo riferirci ad uno degli ecosistemi costieri più diffusi nel Mediterraneo, la prateria a *Posidonia oceanica*, proponendo uno schema funzionale secondo le indicazioni raccolte nelle ricerche fino ad ora condotte avanti presso il

Laboratorio di Ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli ad Ischia fig. 3).

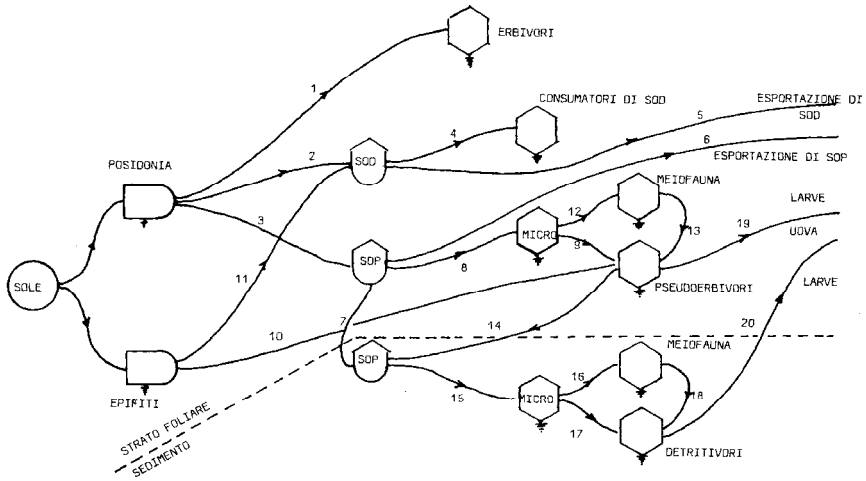


FIG. 3 - Modello circuitale delle maggiori vie di energia nel sistema *Posidonia*; 1) consumo diretto tramite erbivori; 2) rilascio di Sostanza Organica Disciolta; 3) produzione di Sostanza Organica Particolata; 4) consumo di SOD nel sistema; 5) esportazione di SOD; 6) esportazione di SOP; 7) ingresso di SOP nel sedimento; 8) decomposizione microbica di SOP; 9) consumo di SOP da parte di pseudoerbivori; 10) consumo di epifiti da parte di pseudoerbivori; il) rilascio di SOD da parte degli epifiti; 12) consumo della popolazione microbica da parte di meiofauna; 13) consumo di meiofauna da parte di pseudoerbivori; 14) ingresso di detrito nel sedimento proveniente dagli pseudoerbivori; 15) decomposizione della SOP da parte dei microbi del sedimento; 16) consumo di popolazioni microbiche da parte di meiofauna del sedimento; 17) consumo di popolazioni microbiche da parte dei detritivori del sedimento; 18) consunto di meiofauna da parte di detritivori; 19) 20) esportazione di larve e uova provenienti da pseudoerbivori, detritivori e faune bentoniche. (da «Riedl et Al. 1977»; modificato).

Questo schema rappresenta un tentativo di rappresentazione sintetica di un sistema molto complesso ma, il cui funzionamento, comincia ad essere, almeno nelle linee fondamentali, abbastanza conosciuto. Nella figura, oltre ad essere messo in evidenza il funzionamento del sistema stesso si vede come molta della sostanza organica, eccetto una parte che viene direttamente utilizzata in loco, venga esportata verso il sistema pelagico.

Abbiamo infatti già accennato che un punto notevole di diversificazione tra un sistema terrestre ed uno marino, è rappresentato dall'importanza che le sostanze organiche, sia disciolte che particolate, hanno come fonti di energia e di alimento. Si calcola che almeno una quantità variabile dal 5 al 35 % del materiale prodotto dal fitoplancton, sia emesso sotto forma extracellulare ed assieme ai particolati ed agli essudati delle macrofite, costituisca la maggiore fonte di energia per la vita acquatica (Khailov and Burlakova, 1969; Mann, 1972a; 1972b; 1973; Miller and Mann, 1973).

Per quanto riguarda la sostanza organica disciolta, una ragionevole supposizione è che i batteri siano i principali consumatori dei prodotti extracellulari dei vegetali marini. Fogg (1965) e Wrigt and Hobbie (1965), hanno dimostrato l'esistenza, in acque dolci, di popolazioni presumibilmente batteriche che sono capaci di assimilare, con meccanismo attivo, glucosio ed acetato da soluzioni a bassa concen-trazione. Esiste inoltre tutta una serie di indicazioni che fanno pensare che la sostanza organica disciolta venga convertita in particolato (e quindi utilizzabile da organismi planctonici) nella interfaccia aria-acqua.

Oltre agli scambi aria-acqua, sono stati messi in evidenza negli ultimi anni (Riedl, 1971; Riedl and Machan, 1972, Riedl, Nuang and Machan, 1972), gli scambi che avvengono a livello dei sedimenti costieri. Questo processo è rappresentato da un sistema attivo di pompaggio dell'acqua attraverso il sedimento, detto appunto «pompa del sedimento» o «subdital pump», dovuto all'azione del moto ondoso e delle maree. Si è calcolato che ben 95.700 km^3 di acqua marina siano scambiati a livello della sola platea continentale.

E’ chiaro che l'importanza maggiore di tale pompa è dovuta al suo trasporto di sostanze energetiche (particolate e disciolte) nonché di ossigeno e che vengono rilasciate nei sedimenti. L'efficienza di tale sistema diminuisce con l'aumentare della profondità per evidenti ra-

gioni di smorzamento dell'effetto del moto ondoso e delle maree e ciò viene anche indirettamente confermato dalla diminuzione progressiva degli strati ossidati di sedimento a partire dalle zone superficiali verso quelle più profonde.

È stato più volte messo in evidenza anche l'apparente inadeguatezza di produzione di fitoplancton come unica fonte di alimento per lo zooplancton sia per le acque dolci che per quelle marine. Come abbiamo visto, molta della sostanza organica prodotta dal sistema costiero (sotto qualunque forma) viene esportata verso il sistema pelagico per colmare in parte questo deficit. In questo contesto le popolazioni batteriche, in quanto dirette utilizzateci di queste sostanze, rappresentano un tramite importantissimo tra le popolazioni erbivore planctoniche e il sistema costiero che fornisce sostanze organiche. Gli aggregati che si formano nell'interfaccia aria-acqua e quella parte di sostanza organica che finisce nei sedimenti vengono direttamente utilizzate a livello planctonico e a livello bentonico soprattutto dai filtratori. Questo fenomeno dell'aggregazione di sostanza organica disciolta in molecole utilizzabili direttamente a livello degli organismi è particolarmente evidente dove la turbolenza delle acque è molto accentuata, come per esempio lungo i «coral reefs» della fascia tropicale (Odum and Odum, 1955). La sostanza organica disciolta entra anche, come fonte energetica sostitutiva di quella luminosa, in tutti quegli organismi capaci di chemioatotrofia all'oscuro e quindi capaci di assorbire e utilizzare la sostanza disciolta.

L'altra forma di sostanza organica, quella particolata, è di derivazione più diversa ma per la maggior parte proveniente dalle formazioni vegetali costiere. La quantizzazione di tale produzione è stata fatta per diversi tipi di popolamenti vegetali marini: una foresta «densa» a Laminaria dell'Atlantico produce da 5 a 6 tonnellate per acro per anno di materiale organico, mentre una zona sottoposta a «sfruttamento» produce dalle 2 alle 10 tonnellate per acro per anno (Scagel, 1966).

Le comunità vegetali sono direttamente o indirettamente responsabili della fornitura della maggior parte del cibo. La perdita di tessuti da parte delle piante è d'altronde molto importante anche perché molti degli elementi contenuti nei tessuti sono rapidamente ridisciolti nella colonna d'acqua e rimessi in ciclo in modo da mantenere la con-centrazione delle acque costiere ad alti livelli di produttività.

La prateria a *Posidonia oceanica* produce, secondo le stime di Ott and Maurer (1977), 1,52 g di C per metro quadrato per giorno con un consumo di circa il 50 % all'interno del sistema stesso e con una esportazione di circa il 30 %.

Molto di tale detrito vegetale rimane sui fondali di produzione, ma molto viene trasportato ad alte profondità. Menzies et At. (1967) hanno rilevato foglie di *Thalassia* e *Zostera* a profondità di circa 3.000 metri e a distanze dalla costa variabili dalle 500 alle 1.200 miglia ritenendo questo continuo apporto di detrito vegetale molto importante quale arricchimento di sostanza organica per le zone profonde.

Infine, un terzo e non meno importante afflusso di energia arriva al sistema pelagico sotto forma di uova, larve, spore e gameti di organismi bentonici costieri. Tutta questa sostanza ha una duplice funzione nell'ecosistema marino: da una parte concorre alla fornitura energetica per una. parte di consumatori, dall'altra utilizza parte dell'energia prodotta nel sistema pelagico (soprattutto dal fitoplancton) per richiudere il circuito riportandosi poi, in stadi più avanzati, nel sistema costiero di provenienza.

Esiste così una sorta di connessione strettissima, a livello larvale soprattutto, tra il sistema costiero e quello pelagico. Inoltre la caduta di materiale organico particolato dalle zone pelagiche ai fondi sottostanti, concorre, per i noti fenomeni di upwelling, alla fertilizzazione di ampie zone costiere sottoposte a tale fenomeno.

BIBLIOGRAFIA

Fogg G.E. 1966 - The extracellular products of algae. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 4: 195-212.

Harvey H.W. 1950 - On the production of living matter in the sea off Plymouth. *Journ. Mar. Biol. Assoc*. 29: 97-137.

Holt SJ. 1969 - Le risorse alimentari dell'oceano. Le Scienze, 16 (3): 88-101.

Jsaacs J.D. 1969 - Le forme di vita nell'oceano. Le Scienze. 16 (3): 76-87

Lugo A.E., S.C. Snadaker, S. Bayley and H.T. Odum. 1971 - Model for planning and research for the South Florida environmental study. In: *Final report on contract n.* 14-10-9-900-363 *to the National Park Service U.S. Dept. of interior, and the centre for Aquatic Sciences*, Univ. of Florida. 157 p.

Khailov K.M. and Z.P. Burlakova. 1969 - Release of dissolved organic matter by marine sea "weeds and distribution of their total organic

production to inshore communities. *Limnol. Oceanogr*. 14: 521-527.
Mann K.H. 1972a - Ecological energetics of the sea-weed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. II. Productivity of the sea-weed. *Mar. Biol*. 14: 199-209.
Mann K.H. 1972b - Macrophyte production and detritus food chain in coastal waters. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol. Suppl*. 29: 353-383.
Mann K.H- 1973 - Sea-wedds: their productivity and strategy for growth. *Science* 182: 975-981.
Menzies R.J., J.S. Zeneveld and R.M. Pratt. 1967 - Transported turtle grass as a source of organic enrichment of abyssal sediments off North Carolina. *Deep Sea Research*. 14: 111-112.
Miller RJ. and K.H. Mann. 1973 - Ecological energetics of the sea-weed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. III. Energy transformations by sea urchins. *Mar. Biol.* 18: 99-114.
Odum E.P. 1971 - F*undamental of Ecolog*y. Sanders Ed. Philadelphia.
Qdum H.T. 1972 - On energy circuit language for ecological and social systems: its physical basis. In: Patten B.C. Ed.: *Systems analysis and simulation in ecology*, vol. 2. New York, Academic Press, 592 p.
Odum H.T. 1977 - *An introduction to energetics and System ecology*. New York, McGraw-Hill.
Odum H.T. and E.P. Odum. 1955 - Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on eniwetok atoll. *Ecol. Monogr*. 25: 291-320.
Ott J. and L. Maurer. 1977 - Strategies of energy transfer from marine macrophytes to consumer levels: the *Posidonia oceanica* example. In: Keegan B.F., P.O. Ceidigh and PJ.S. Boaden Ed.: *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, Oxford and New York.
Riedl R. 1971 - How much seawater passes trough sandy beaches? *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 56 (16): 923-946.
Riedl R. and R. Machan. 1972 - Hydrodynamic patterns in lotic intertidal sand and their bioclimatological implications. *Mar. Biol*. 13 (3): 179-209.
Riedl R., N, Huang and R. Machan. 1972 - The subtidal pump: a mechanism of interstitial water exchange by wave action. *Mar. Biol.* 13 (3): 210-221.
Riedl R., F. Cinelli, E. Fresi, G. Hertweck, W. Klepal, M. Mainitz, L. Mazzella and J. Ott. 1977 - Ecology of *Posidonia* beds. II *International Course in Advanced Marine Biology*. Ischia, 52 p.
Scagel R.F. 1966 - Phaeophyceae in perspective. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev*. 4: 123-194.
Wilson D.P. 1958 - Some problems in larval ecology related to the localized distribution of bottom animals. In: *Perspectives in marine Biology*. A.A. Buzzati-Traverso Ed. Univ. of Calif. Press. Berkeley and Los Angeles.
Wrigt R.T. and J.E. Hobbie. 1965. The uptake of organic solutes in lake water. *Limnol. Oceanogr*. 10: 22-28.

COMUNICAZIONI

RUOLO DELLA FASCIA LITORALE NELLO SVILUPPO E NELLA DINAMICA DI POPOLAZIONI PELAGICHE DI ALCUNI CLADOCERI D'ACQUA DOLCE

R. DE BERNARDI, G. GIUSSANI e E. SOLDAVINI
C.N.R., Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza

Negli studi sul popolamento zooplanctonico degli ambienti lacustri è uso comune prendere in considerazione la sola zona pelagica. Questa restrizione è ormai così generalmente accettata che, quando si parla di plancton lacustre, si fa riferimento ai soli popolamenti pelagici.

Si può così essere indotti a pensare che vi sia una discontinuità spaziale e specifica dei popolamenti zooplanctonici insediati nella zona pelagica e in quella litorale di uno stesso ambiente lacustre e quindi a sottovalutare, a volte anche in maniera appariscente, gli stretti rapporti di interdipendenza reciproca esistenti tra i popolamenti di questi due ambienti. In questo modo, quella che in realtà è esclusivamente una suddivisione astratta con finalità operative assume molto spesso il peso ed il significato di una barriera di tipo funzionale. A ciò si aggiunga il diverso livello di conoscenze che a tutto oggi si posseggono sui popolamenti zooplanctonici di questi due ambienti. Infatti, se da una parte i popolamenti zooplanctonici pelagici sono l'oggetto di numerose ricerche, dall'altra gli studi sullo zooplancton litorale sono alquanto limitati, ed ancora meno numerose sono quelle ricerche che abbiano preso i considerazione i due ambienti contemporaneamente (Straskraba, 1963, 1965, 1967; Schroeder, H. e R., 1964 a, b; Dumont, 1967).

Scopo di questo lavoro è quello di portare un contributo all'individuazione dei rapporti di interdipendenza tra popolamenti pelagici e popolamenti litorali della stessa specie zooplanctonica cercando di

porre in evidenza l'influenza di questi ultimi sulla dinamica dei primi. Si è cioè cercato di considerare i popolamenti litorali come chiave interpretativa di alcuni processi che interessano la dinamica delle popolazioni di cladoceri d'acqua dolce.

In particolare, uno dei processi che possono trovare una spiegazione nei rapporti di reciproca interdipendenza tra popolazioni litorali e pelagiche è quello della ricomparsa nell'ambiente pelagico di popolazioni che per un periodo più o meno prolungato non vi sono presenti.

Organismi particolarmente rappresentativi di questa situazione sono, in generale, quelli che, come i cladoceri, presentano un ciclo biologico strettamente connesso al ciclo termico annuale; o quelli la cui comparsa nell'ambiente pelagico è occasionale e legata al verificarsi di alcune situazioni particolari.

Gli studi di dinamica di popolazione di queste specie possono fornire preziose indicazioni che aiutano ad evidenziare alcuni dei rapporti intercorrenti tra zona pelagica e zona litorale di uno stesso ambiente lacustre.

A questo riguardo, tra le varie informazioni che si ottengono da studi di questo tipo, risulta di particolare interesse l'analisi dei dati relativi al tasso istantaneo di mortalità della popolazione,

Infatti, il tasso di mortalità di una popolazione, insieme ai tassi di fecondità e natalità, rende conto dei motivi che determinano le fluttuazioni in densità delle popolazioni. Inoltre, i valori assunti dal tasso di mortalità possono a volte rappresentare con estrema evidenza il verificarsi di processi migratori e dare, al tempo stesso, una stima della , loro entità.

Se si considera una popolazione in un ambiente chiuso e che non presenti scambi con l'esterno, il suo tasso istantaneo di mortalità può assumere solamente valori positivi. Valori negativi infatti starebbero a indicare che la popolazione è aumentata più di quanto ci si sarebbe dovuto attendere in base al suo tasso istantaneo di fecondità.

Tuttavia, questa situazione di apparente paradosso non è infrequente quando si prendono in considerazione le popolazioni naturali, per le quali la condizione di assenza di scambi con altre parcelle dell'ambiente circostante non è più verificata.

Per le popolazioni naturali che sono interessate da processi migratori, se l'entità dell'immigrazione è superiore a quella della emi-

grazione e della mortalità reale si otterranno valori negativi del tasso è stimato di mortalità.

Situazioni di questo tipo si verificano di regola per le popolazioni pelagiche dei cladoceri nel periodo di ricomparsa primaverile o estiva.

I valori negativi assunti dal tasso istantaneo di mortalità rendono esclusivamente conto dell'entità del processo in atto senza tuttavia chiarire la natura del processo stesso e le cause che lo determinano. Queste, infatti, possono essere individuate solamente attraverso una accurata analisi della biologia e dell'ecologia delle specie in esame.

Consideriamo ora alcuni risultati sperimentali ottenuti da ricerche sulla dinamica di popolazione di alcuni cladoceri d'acqua dolce che possono illustrare chiaramente quanto è stato detto.

Le popolazioni prese in esame sono quelle di *Diaphanosoma brachyurum* del Lago Maggiore (de Bernardi e Canali, 1975) del Lago di Mergozzo (de Bernardi e Soldavini, 1977) e del Lago di Pietra del Pertusillo (Bonacina e de Bernardi, 1978); di *Chydorus sphaericus* del Lago Maggiore (de Bernardi e Canali, 1975) e infine di *Daphnia hyalina* nei due bacini in cui si articola il Lago di Annone (de Bernardi e Giussani, 1978; Bertoni, Callieri, de Bernardi, Giussani, Mosello e Ruffoni, 1978).

I rispettivi tassi di mortalità sono stati calcolati per mezzo dei modelli compartimentali per lo studio della dinamica di popolazioni a riproduzione continua proposti da Argentesi, de Bernardi, Di Cola e Giussani (1973) e Argentesi, de Bernardi e Di Cola (1974; 1977 a, b,; 1978).

La figura 1 riporta i dati relativi ai tassi istantanei di mortalità di quattro popolazioni di *Diaphanosoma brachyurum* in tre laghi tipologicamente differenti: il Lago Maggiore è un grande lago profondo del distretto sudalpino; al distretto sudalpino appartiene anche il Lago di Mergozzo, che è un piccolo lago profondo; il Lago di Pietra del Pertusillo, infine, è un invaso artificiale della Basilicata.

L'esame di questa figura mette chiaramente in evidenza come in tutti e tre gli ambienti studiati la comparsa e lo sviluppo iniziale delle popolazioni pelagiche è determinato da importanti processi migratori rilevabili dai valori negativi del tasso di mortalità.

E’ interessante sottolineare come il processo in esame interessi in maniera sostanzialmente simile l'intero ambiente pelagico, come è evidenziato dai dati relativi a due stazioni del Lago del Pertusillo.

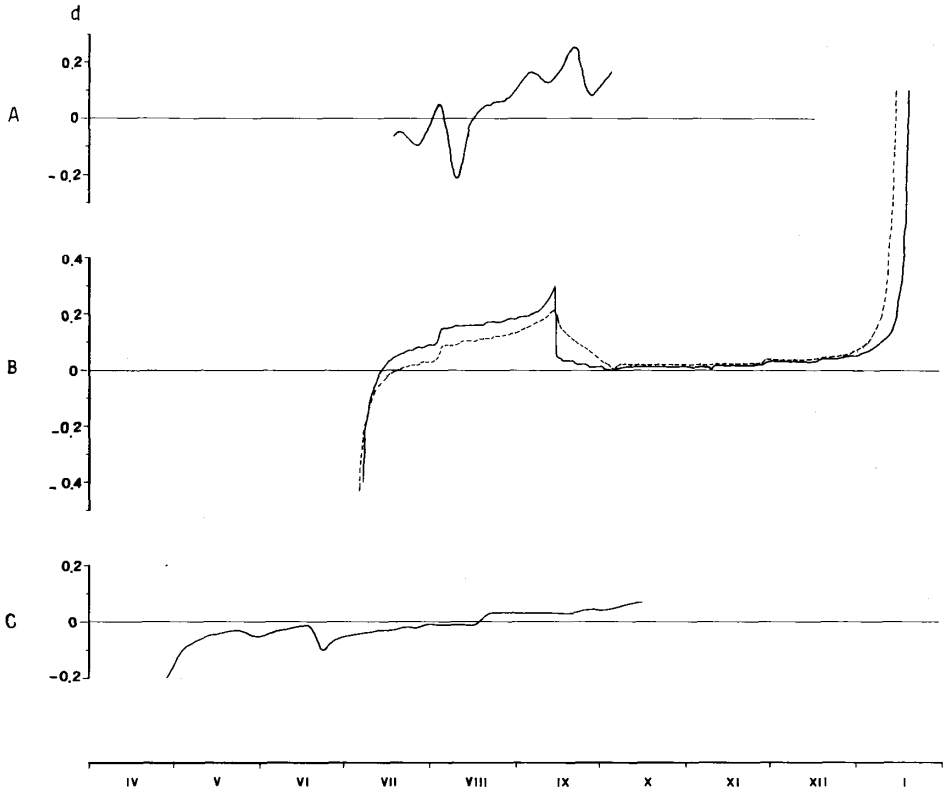


FIG. 1 - Evoluzione stagionale dei tassi istantanei di mortalità delle popolazioni pelagiche di *Diaphanosoma brachyurum* nei laghi Maggiore (A); Pertusillo (B) ———— staz. 1; — — — staz. 2; Mergozzo (C).

Le cause prime di questi "inputs" per le popolazioni pelagiche vanno ricercate nello sviluppo tardo-primaverile delle uova durature che hanno permesso alla popolazione di superare i rigori invernali. L'area di origine di queste correnti migratorie è da ricercarsi invece essenzialmente nella zona litorale, dove, come confermato da risultati ottenuti da Schroeder H. e R. {1964 a, b), gli insediamenti zooplanctonici presentano un massimo di densità. Questo sarebbe confermato dal fatto che da una parte il *Diaphanosoma brachyurum* è considerato una specie ticolimnetica (nel senso di Stenroos, 1898) cioè che colonizza sia l'ambiente pelagico che quello litorale; dall'altra, come osservato da Straskraba (1967) nel Poltruba Backwater, dal fatto che la comparsa nell'ambiente pelagico di questa specie si verificherebbe solo quando

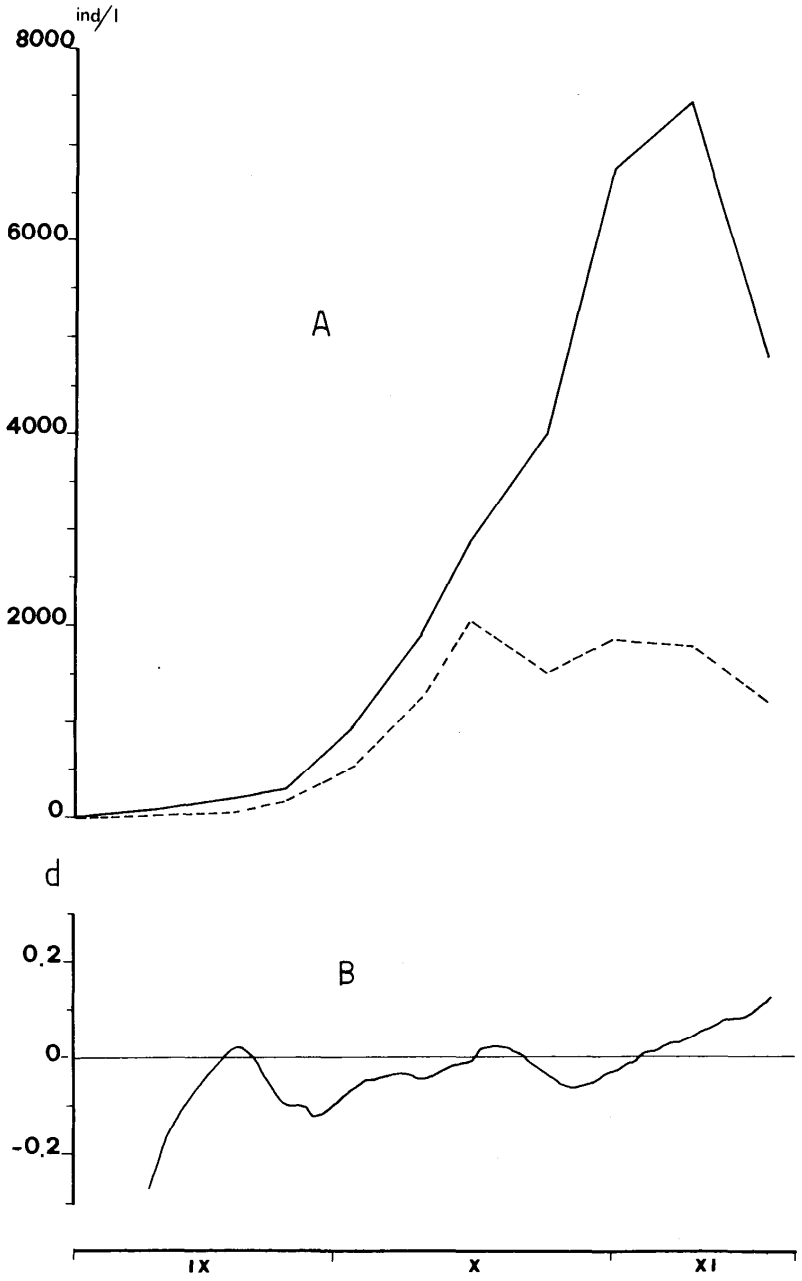


FIG. 2 - Evoluzione della densità (A) della popolazione pelagica di *Chydorus sphaericus* nel Lago Maggiore (——), del numero delle uova prodotte (— — —) e (B) del tasso istantaneo di mortalità.

essa ha raggiunto il massimo di densità nella zona litorale.

Chydorus sphaericus è una specie tipicamente litorale che vive soprattutto tra la vegetazione macrofitica sommersa; tuttavia, la sua comparsa nell'ambiente pelagico è stata verificata in numerose occasioni in concomitanza con importanti fioriture di cianoficee di cui sembra nutrirsi (Birge, 1898; Berg e Nygaard, 1929; Brooks, 1969).

In particolare la pelagicizzazione delle sue popolazioni si verificherebbe quando le acque pelagiche in presenza di elevate densità algali assumono proprietà ottiche simili a quelle dell'ambiente litorale (Hutchinson, 1967).

Un evento di questo tipo è illustrato per il Lago Maggiore in figura 2. Questa figura riporta l'evoluzione della densità di una popolazione pelagica di *Chydorus sphaericus*, del numero di uova da essa prodotte e del tasso istantaneo di mortalità. L'analisi di questa figura mette in luce come anche per *Chydorus sphaericus*, analogamente a quanto osservato per *Diaphanosoma*, l'insorgere e lo sviluppo della popolazione pelagica sia in larga misura determinato da importanti processi migratori originatisi dalla zona litorale.

L'esame della figura 3 che riporta i tassi istantanei di mortalità delle popolazioni pelagiche di *Daphnia hyalina* nei due bacini del Lago di Annone (un piccolo lago della regione briantea) mette in luce una situazione analoga a quelle precedentemente descritte. È infatti possibile osservare come la ricomparsa primaverile delle popolazioni pelagiche sia da attribuirsi in misura determinante a processi migratori. L'origine di questi processi migratori è da ricercarsi nello sviluppo delle uova efippiali accumulate lungo i litorali durante la stagione fredda.

Da quanto esposto risulta chiaramente come la zona litorale di ambienti lacustri tipologicamente diversi possa essere considerata una sorta di serbatoio dal quale prende il via il rifornimento delle popolazioni pelagiche di alcune importanti specie dello zooplancton lacustre. È nostra opinione che il processo descritto non rappresenti una peculiarità delle specie in esame, ma che possa essere considerato estrapolabile anche ad altre specie (es. *Leptodora kindtii* e *Bythotrephes longimanus*) che, come quelle esaminate, presentano un periodo più o meno lungo di assenza dall'ambiente pelagico.

I risultati di questo lavoro pongono quindi in luce come l'importanza ed il ruolo della fascia litorale per l'economia dell'intero sistema

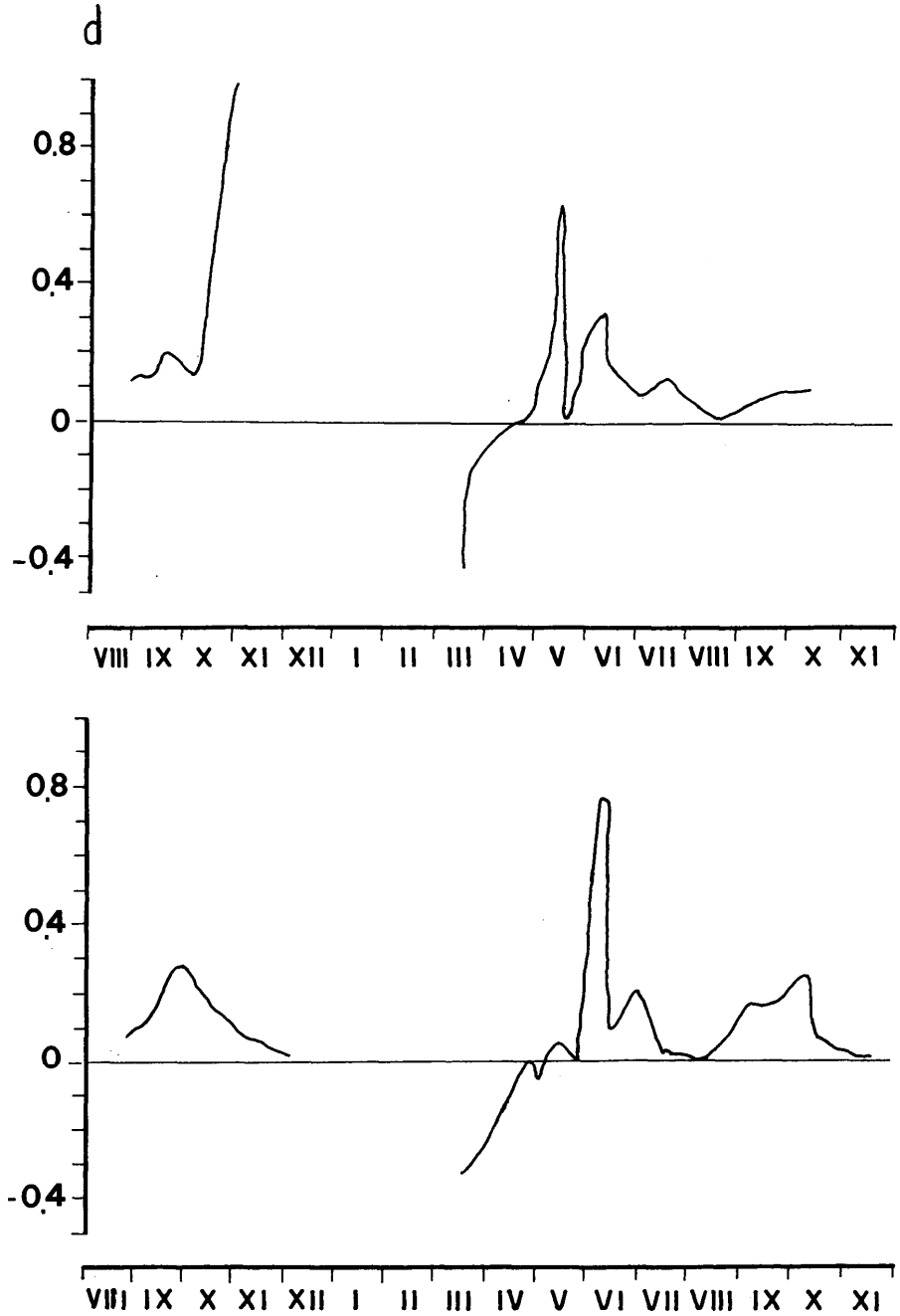


FIG. 3 - Evoluzione stagionale dei tassi istantanei di mortalità delle popolazioni pelagiche di *Daphnia hyalina* nel Lago di Annone. Sopra: Bacino Est; sotto: Bacino Ovest.

lacustre debbano essere sostanzialmente riviste e rivalutate in un'ottica nuova e sottolineano la necessità di ulteriori ricerche in questo settore.
In particolare, un punto che resta da chiarire è se queste migrazioni siano attive o passive ed, inoltre, quali siano le condizioni dell'ambiente ricettore che ne permettano il successo.

RIASSUNTO

Le ricerche sul plancton lacustre sono generalmente indirizzate allo studio della sola zona pelagica. Questo fatto porta molto spesso a considerare il pelago lacustre come un ambiente senza stretti legami con la zona litorale.

Questo lavoro, partendo da alcune evidenze emerse dallo studio della dinamica di popolazioni pelagiche di cladoceri d'acqua dolce., pone in luce come la zona litorale e la zona pelagica di uno stesso ambiente lacustre presentino stretti rapporti di interdipendenza.

I risultati ottenuti pongono chiaramente in luce come i popolamenti zooplanctonici litorali possano essere considerati un'utile chiave interpretativa per spiegare alcuni processi che interessano la dinamica delle popolazioni pelagiche. In particolare, viene discussa l'importanza delle migrazioni litorale-pelago nella comparsa e nella dinamica di quelle popolazioni che colonizzano l'ambiente pelagico per limitati periodi dell'anno.

Infine, viene sottolineata la necessità di ricerche su queste tematiche al fine di chiarire la natura di queste migrazioni e le condizioni dell'ambiente ricettore che ne permettono il successo.

BIBLIOGRAFIA

Argentesi F,, R, de Bernardi, G. Di Cola and G. Giussani. 1973. Numerical study of zooplankton population dynamics. *J.R.C. Ispra Annual Report* EUR 5260 e: 113-118.

Argentesi F., R, de Bernardi and G. Di Cola. 1974. Mathematical models for the analysis of population dynamics in species with continuous recruitment. *Mem. Ist. Ital. Idrobio*l., 31; 245-275.

Argentesi F., R. de Bernardi e G. DI Cola. 1977 a. Valutazione di parametri caratteristici della dinamica di popolazioni naturali a riprodu-

zione continua, rilevanti ai fini di un'analisi ambientale. *Boll. Zool.*, 44: 23-42.

Argentesi F., R. de Bernardi and G. Di Cola. 1977 b. Some mathematical methods for the study of population dynamics. «*First World Conference on Mathematics at the Service of Man*». Barcelona, Spain, 11-16 July.

Argentesi F., R- de Bernardi and G. Di Cola. 1978. Mathematical ecology of single species population dynamics. «*2nd International Congress of Ecology*». Jerusalem, 10-16 Sept.: 15-17.

Berg A. and G. Nygaard. 1929. Studies on the plankton in the lake of Frederiksborg Kastle. *Mem. Acad. Roy. Sci. Lett.* Denmark, *Sec. des Sci*., 9 (1): 223-316.

Bertoni R., C. Callieri, R. de Bernardi, G. Giussani, R. Mosello e T. Ruffoni. 1978. *Lago di Annone: la necessità di una ricerca*. Ed. Assessorato all'Ecologia Regione Lombardia: 149 pp.

Birge E.A. 1898. Plankton studies on Lake Mendota. II. The crustacea of the plankton from July 1894 to December 1896. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett*., 11: 274-451.

Bonacina C. e R. de Bernardi. 1978, Struttura di comunità e parametri demografici del popolamento zooplanctonico. In: «*Il Lago di Pietra del Pertusillo: definizione delle sue caratteristiche limno-ecologiche*». Ed. Ist. Ital. Idrobiol.: 99-132.

Brook J.L. 1969. Eutrophication and changes in composition of the zooplankton. In: «*Eutrophication: causes, consequences, correctives*». National Academy of Sciences Washington, D.C.: 236-255.

de Bernardi R. and S. Canali. 1975. Population dynamics of pelagic cladocerans in Lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 32: 365-392.

de Bernardi R. and E. Soldavini. 1977. Seasonal dynamics of the zooplankton community in Lago di Mergozzo (Northern Italy). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 34: 137-154.

de Bernardi R. and G. Giussani, 1978. The effect of mass fish mortality on zooplankton structure and dynamics in a small Italian lake (Lago di Annone). *Verh. int. Ver. Limnol*., 20: 1045-1048.

Dumont HJ. 1967. A five day study of patchiness in *Bosmina coregoni* Baird in a shallow eutrophic lake. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 22: 81-103.

Hutchinson G.E. 1967. *A treatise on limnology*. Vol. II. *Introduction to lake biology and the limnoplankton*. J. Wiley and Sons Inc. New York, pp. 1115.

Schroeder H. und R. Schroeder, 1964 a. Ein Beitrag zur Horizontalverteilung des Zoo- und Phytoplanktons in Querprofilen. *Mem, Ist. Ital. Idrobiol.*, 17: 81-101.

Schroeder R. and H. Schroeder. 1964 b. On the use of the echosounder in lake investigations. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 17: 167-188.

Stenroos K. 1898. Das Tierleben im Nurmijävri-See. *Acta Soc. Fauna Flora Fennica*, 17: 1-180.

Straskraba M. 1963. Share of littoral region in the productivity of two

fish ponds in Southern Bohemia. *Rozpravy CSAV, rada MPV*, 73 (13): 1-63.

Straskraba M. .1965. Contributions to the productivity of the littoral region of pools and ponds. I. Quantitative study of the littoral zooplankton of the rich vegetation of the backwater Labicko. *Hydrobiologia*, 26: 421-443.

Straskraba M. 1967. Quantitative study on the littoral zooplankton of the Poltruba backwater with an attempt to disclose the effect of fish. *pravy CSAV, rada MPV*, 77 (11): 7-34.

CICLI DI MAREA E DISTRIBUZIONE DELLO ZOOPLANCTON IN UNA SACCA DEL DELTA PO

I. FERRARI e M.G. MAZZOCCHI
Istituto di Zoologia, Università di Parma

La Sacca del Canarin è una piccola laguna situata nella parte meridionale del Delta del Po, tra i rami di Pila e di Tolle; vi affluiscono da Nord e da Sud acque dolci provenienti da canali (buse) collegati con detti rami ed acque di mare attraverso due bocche che si aprono a Est (fig. 1).

Dall'analisi di serie mensili di prelievi zooplanctonici effettuati nel 1977 erano emerse variazioni di struttura dei popolamenti correlabili da una parte con le variazioni di portata del fiume, dall'altra con le fasi di marea (Ferrari, Mazzocchi e Stefanini, 1977). Per una valuta-zione più accurata dell'effetto della marea su composizione e densità dello zooplancton della sacca, sono stati effettuati cicli di prelievi a breve termine.

Tra le ricerche, non particolarmente numerose, condotte negli ultimi anni sulla dinamica giornaliera del plancton in ambienti costieri e di estuario influenzati dai movimenti di marea, sono da segnalare quelle di Mileikovsky (1970), Bosch e Rowland Taylor (1973), Gómez-Aguirre, Santoyo e Martìnez (1974), Trinast (1975), Sameoto (1975 e 1978), Naiman e Sibert (1977), Fortier, Legendre, Cardinal e Trump (1978).

In questa nota sono presentati i primi risultati di analisi di campioni raccolti nel corso di due cicli di 24 ore, il primo in data 20 e 21 giugno e il secondo in data 20 e 21 luglio 1978, Sono stati scelti periodi di marea sizigiale in modo da avere una più ampia escursione dei livelli idrometrici e quindi forti correnti di flusso e riflusso attraverso le bocche. In corrispondenza del primo ciclo di prelievi la portata del Po nel tratto terminale era piuttosto alta (sui 3000 m^3/sec.)

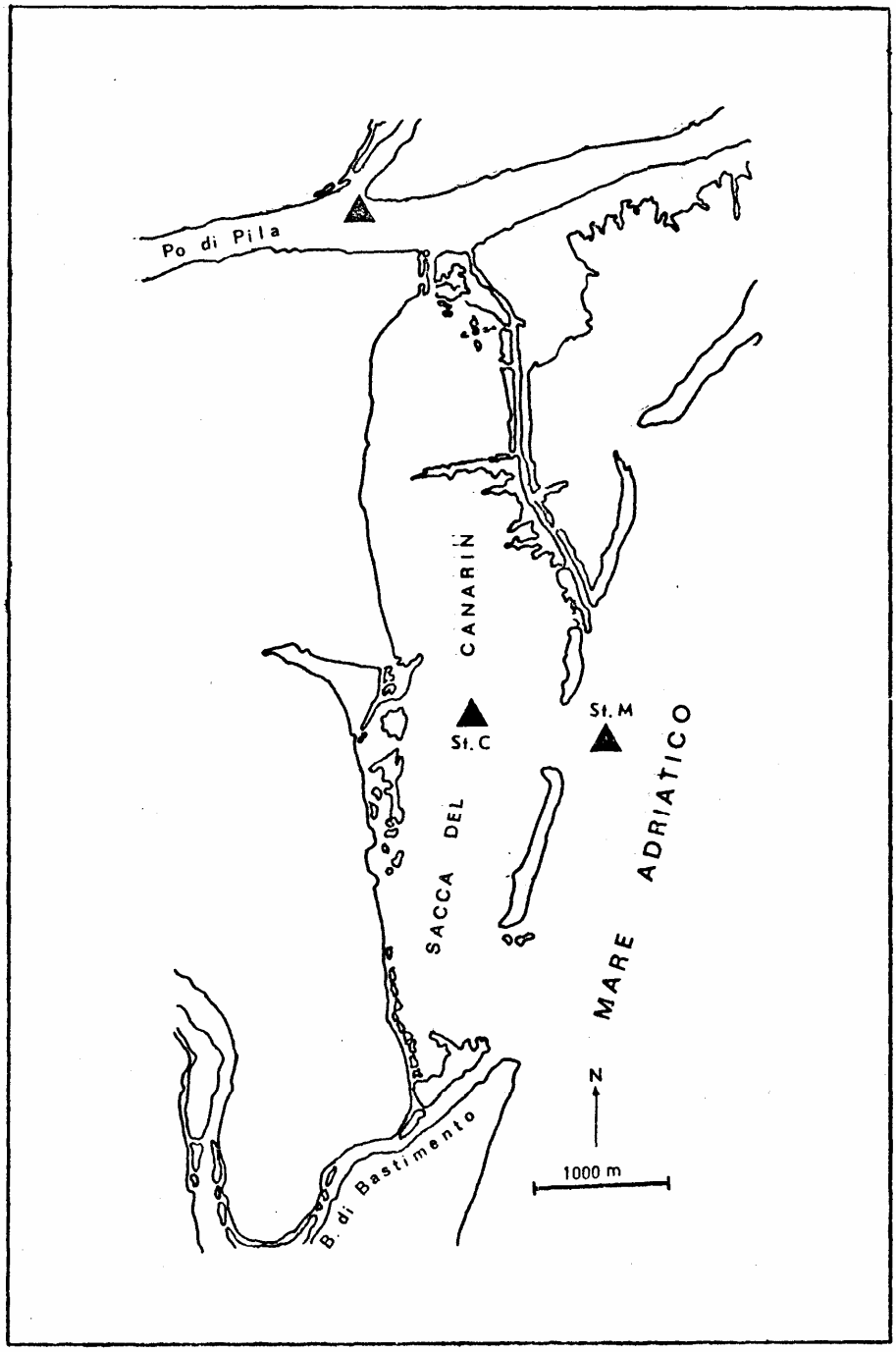


FIG. 1 - Po di Pila e Sacca del Canarini sono indicate le stazioni di prelievo dei campioni di zooplancton.

alla sezione di Pontelagoscuro); in corrispondenza del ciclo di luglio la portata del Po era su valori (circa 1500 m^3/sec. a Pontelagoscuro) molto vicini alla portata media calcolata sui dati dell'ultimo cinquantennio. (I dati di portata sono stati gentilmente forniti dall'Ufficio Idrografico per il Po, Parma; essi sono suscettibili di variazione a seguito di revisione definitiva).

I campioni di zooplancton sono stati raccolti a intervalli di 2-3 ore in sacca (nell'area centrale e sulla bocca settentrionale) e sul Po di Pila, a monte del canale che si immette in sacca (fig. 1). Sono stati impiegati differenti metodi di campionamento, utilizzando in ogni caso reti a maglie con apertura di 100 µm. Una rete avente una imboccatura di 30 cm di diametro era trascinata in superficie per 3 minuti: Il volume teorico di acqua filtrata era di circa 10 m^3. Campioni quantitativi sono stati raccolti in superficie con una pompa e nello strato prossimo al fondo (da -1 a -2) cori una bottiglia di Ruttner. Sul Po di Pila sono stati raccolti campioni quantitativi di superficie.

I conteggi dei campioni sono stati fatti per grandi gruppi sistematici e, per alcuni di questi (Rotiferi, Cladoceri e Copepodi), a livello di specie. Non sono stati conteggiati i Protozoi.

Simultaneamente ai prelievi di zooplancton, nelle stazioni di centro sacca e a mare, in superficie e sul fondo, sono stati rilevati dati di temperatura, di salinità e di concentrazione dell'ossigeno disciolto. I dati idrometrici sono stati rilevati a intervalli di 30 minuti su un'asta graduata posta in prossimità della bocca settentrionale.

Variazioni dello zooplancton nel Po di Pila

Nei prelievi del ciclo di giugno la densità media dello zooplancton totale in Po di Pila è di 2480 ind./m3. Le fluttuazioni di densità sono piuttosto contenute per le prime 20 ore del ciclo; negli ultimi due prelievi si osserva un aumento sensibile della densità totale (fig. 2) dovuto alla maggiore importanza numerica di *Bosmina* sp. e dei copepoditi di Cyclopidae, che sono le forme dominanti in tutti i prelievi del ciclo.

Nei prelievi del ciclo di luglio la densità media dello zooplancton sale a 9260 ind./m^3. Accanto a *Bosmina* e ai copepoditi di Cyclopidae assumono un notevole rilievo numerico alcune specie di Rotiferi Brachionidae, in particolare *Brachionus calyciflorus*, e un'altra specie di

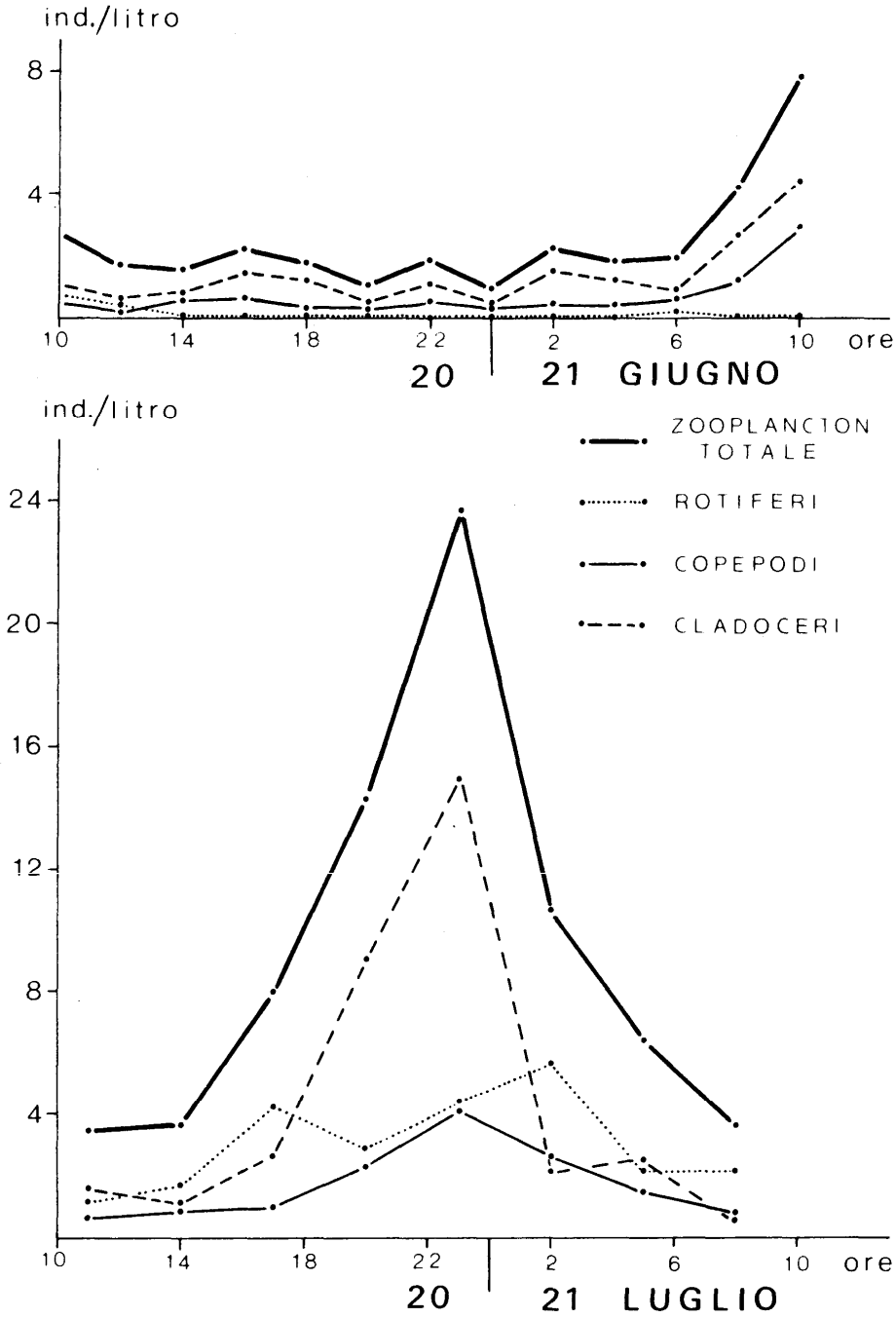


FIG. 2 - Evoluzione giornaliera delle densità zooplanctoniche nel Po di Pila.

Cladoceri, *Moina* sp. Le variazioni a breve termine della densità totale presentano un singolare andamento" a campana con massimo alle ore 23, in corrispondenza del massimo livello idrometrico del fiume nelle 24 ore (fig. 2).

Le differenze tra le due serie di prelievi sembrano da ricondurre principalmente alle differenti portate del fiume nelle rispettive date di campionamento. La maggiore turbolenza delle acque associata alle alte portate di giugno determina situazioni incompatibili con lo sviluppo di un abbondante popolamento zooplanctonico (Hynes, 1970). È da segnalare, per altro, la presenza nei campioni di giugno di numerosi animali meio- e macrobentonici di deriva (Nematodi, Oligocheti, larve di Chironomidi); questi sono più scarsamente rappresentati nei campioni di luglio.

Sacca del Canarin: parametri idrologici

L'evoluzione dei principali parametri idrologici nel corso dei due cicli è rappresentata in fig. 3, distintamente per la stazione in centro sacca e per la stazione a mare. Le escursioni giornaliere del livello idrometrico sono sui 90-100 cm; si tratta di valori considerevoli se rapportati alla profondità media della sacca, che non supera i 2 m. L'effetto dolcificante delle acque del Po è particolarmente risentito durante il ciclo di giugno; massimi piuttosto contenuti di salinità si hanno in entrambe le stazioni, sia in superficie che in profondità, a marea entrante. Durante il ciclo di luglio l'afflusso di acque dolci dal Po non è sufficiente a contenere l'intrusione marina in sacca, dove la salinità sul fondo scende sotto il 10 % solo in corrispondenza del minimo di marea.

Le percentuali di saturazione dell'ossigeno disciolto sono nettamente più alte in centro sacca che sulla bocca a mare e presentano un tipico andamento nictemerale, legato alle variazioni dell'attività fotosintetica, con massimi pomeridiani e minimi nelle ultime ore della notte, Particolarmente accentuati sono i massimi diurni di concentrazione di ossigeno in luglio.

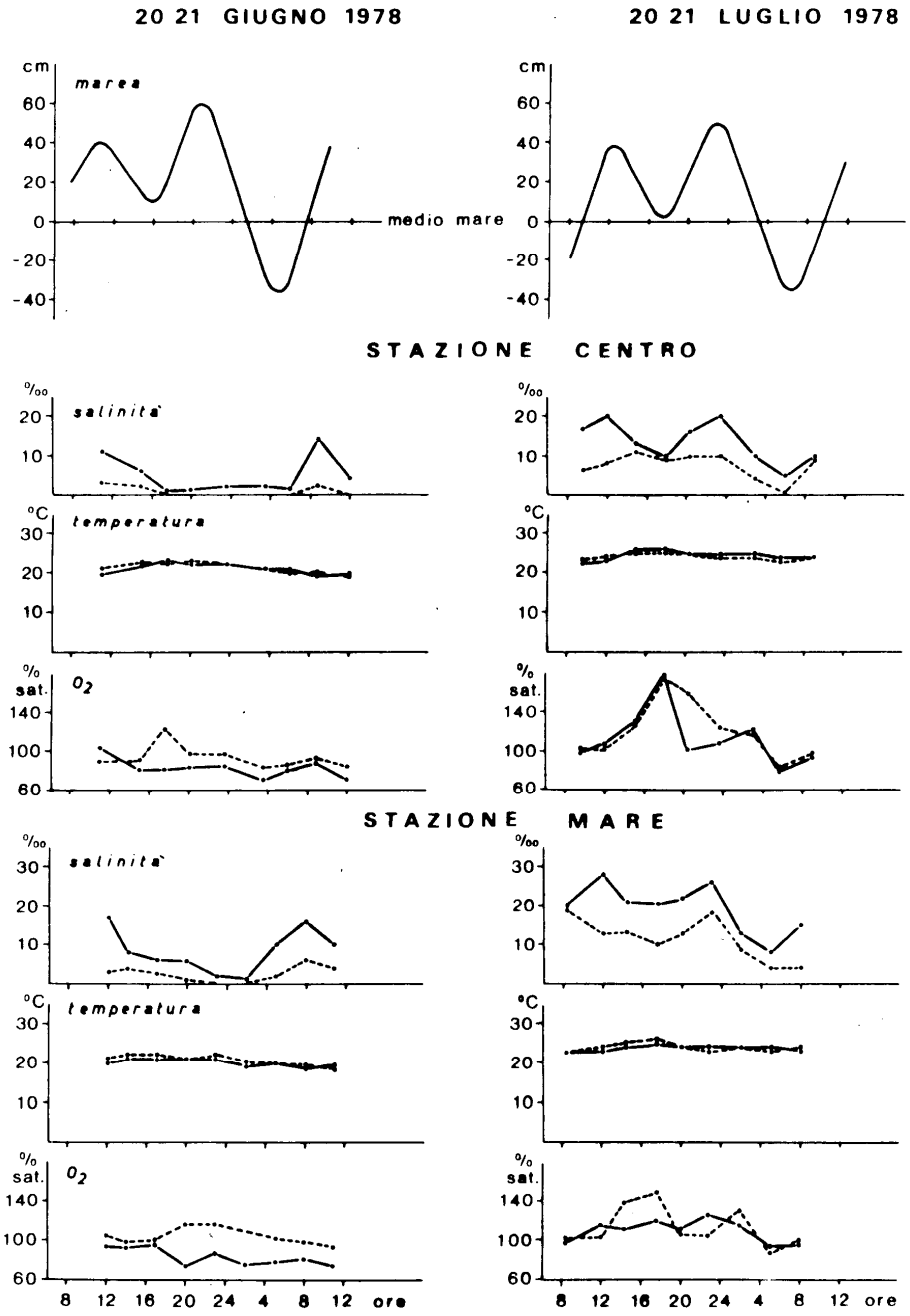


FIG. 3 - Evoluzione giornaliera dei principali parametri idrologici nelle due stazioni di campionamento della Sacca del Canaria. I dati di concentrazione di O2 del ciclo di giugno sono stati raccolti dal Prof. C. Tolomio e coll. dell'Istituto Botanico dell'Università di Padova.

Variazioni dello zooplancton nella Sacca del Canarin

In Tab. 1, Tab. 2 e Tab. 3 sono riassunti i dati di abbondanza e struttura percentuale dello zooplancton relativamente ai più importanti gruppi sistematici nelle stazioni di centro sacca e mare. I dati si riferiscono ai campioni qualitativi raccolti con rete per 3 minuti.

La componente dulcicola è rappresentata in misura trascurabile da Cladoceri (*Bosmina* sp., *Moina* sp., *Ceriodaphnia* sp.) e Copepodi (copepoditi e adulti di Cyclopidae); più importante è la presenza dei Rotiferi. Questo gruppo comprende sia specie oleurialine come *Brachionus plicatilis*, sia specie dulcicole, in particolare dei generi *Keratella, Kellicottia, Brachionus, Polyarthra, Synchaeta, Filinia*, il cui ritrovamento in acque salmastre oligoaline e mesoaline è ampiamente documentato (Remane e Schlieper, 1971). Cladoceri e Copepodi dulcicoli presentano massimi giornalieri nelle ore di più marcato deflusso di acque superficiali dalla sacca (a marea decrescente prima dell'alba): si tratta tuttavia di abbondanze più ridotte di quelle trovate mediamente in Po. L'evoluzione giornaliera dei Rotiferi in giugno presenta trends non immediatamente correlagli con le variazioni di livello idrometrico e di salinità in luglio si hanno massimi di abbondanza in corrispondenza dei minimi di salinità sia in sacca che sulla bocca a mare.

Le specie più rappresentative dei Copepodi salmastri sono *Calanipeda aquaedultis*, *Halicyclops* sp. e *Microarthridion fallax*; in entrambi i cicli sono stati trovati modesti picchi di abbondanza in corrispondenza del culmine notturno di marea.

Anche i Copepodi marini presentano una periodicità di comparsa in sacca e sulla bocca legata ai ritmi di marea: i valori più alti di abbondanza si hanno dopo il minimo di marea del mattino, quando è più forte la corrente in entrata attraverso le bocche; fa eccezione a questo andamento la situazione di luglio nella stazione a mare dove le più alte salinità consentono alle popolazioni di Copepodi neritici di restare insediate per tutto il periodo di campionamento con densità dell'ordine di centinaia di individui per m^3. Copepoditi e adulti di *Oithona nana, Acartia clausi* e *Euterpina acutifron*s sono le forme dominanti di questo gruppo. I naupli di Copepodi non sono stati attribuiti alle singole specie, ma appartengono probabilmente in gran parte a specie marine: le loro variazioni numeriche tendono a riprodurre quelle descritte per i copepoditi e gli adulti dei Copepodi marini. Me-

TAB. I - Sacca del Canarin. Abbondanza dello zooplancton totale nei campioni raccolti durante il ciclo del 20 e 21 - VI - 1978 e incidenza percentuale dei vari gruppi sistematici.

	St. CENTRO									St. MARE								
				20 - VI		21 - VI							20 - VI		21 - VI			
Ore	11	15	17.30	20.15	23.30	3.30	5.45	8.30	11.45	12	14	17	20	23	2	5	8	11
Rotiferi	43,6	89,4	40,0	57,2	23,8	4,1	11,9	2,4	50,5	3,1	2,8	1,6	49,2	23,1	9,8	4,5	33,4	81,1
Cladoceri dulcicoli	1,8	1,8	2,0			0,2	0,3	0,1	0,5	0,1	0,1		0,5		1,1	1,6	0,1	
Copepodi dulcicoli	0,6	5,2		2,4		0,1	0,4	0,1	1,1	0,3		0,1	0,4	2,2	2,2	0,7	0,8	1,5
Naupli Copepodi	8,0		4,0	9,5	2,8	0,4	0,8	23,6	6,9	12,7	57,4	14,7	9,5	11,0	13,5	7,8	22,1	8,4
Copepodi salmastri	1,8				21,5			0,5		0,2	0,1	0,1		4,9	0,2			
Larve Cirripedi	20,3	1,8	30,0	7,1	38,7	89,8	75,8	24,1	37,8	60,4	21,4	75,8	0,3	31,9	47,2	47,1	3,4	0,2
Larve Policheti								8,1		2,7	3,2	1,8	0,4		0,6	0,2	7,6	
Larve Decapodi					0,5	2,3	0,4							2,2	0,9			0,2
Larve Molluschi					8,3			7,7		2,6	2,8	0,9	34,0	14,8	20,4	0,9	8,6	2,7
Cladoceri marini	19,6	1,8	2,0		4,4	2,9	10,1	18,7	3,2	7,9	5,5	3,1	4,5	5,5	3,2	36,2	2,2	3,4
Copepodi marini	3,1						0,3	13,6		9,7	6,3	1,9	0,1	3,3		1,0	19,2	0,5
Tunicati										0,3	0,3						1,5	
Altri gruppi	1,2		22,0	23,8		0,2		1,1			0,1		0,4	1,1	0,9		1,1	2,0
N. ind. per campione ($\cdot 10^{-3}$)	3,9	2,3	2,0	1,7	10,9	71,2	45,7	112,6	22,6	98,9	211,2	143,6	48,9	7,3	55,2	34,5	136,8	52,8

TAB. 2 - Sacca del Canarin. Abbondanza dello zooplancton totale nei campioni raccolti durante il ciclo del 20 e 21 - VII - 1978 e incidenza percentuale dei vari gruppi sistematici.

	St. CENTRO									St. MARE								
	20 - VII						21 - VII			20 - VII						21 - VII		
Ore	9.30	12	15	18	20.30	23.50	3	5.30	9	8.30	11.30	14.30	17.30	20	22.40	2	5	8
Rotiferi	33,1	33,3	30,7	6,1	14,0	37,0	13,7	64,8	15,3	18,5	6,9	12,0	33,2	17,6	17,0	5,8	11,8	62,0
Cladoceri dulcicoli	0,2	0,3					0,4	1,4		0,4						0,1	1,9	0,5
Copepodi dulcicoli	3,2	0,6		0,1	0,2	0,5	0,4	6,1	1,7	0,7		0,2	1,2	2,1	0,7	0,5	2,0	1,0
Naupli Copepodi	29,1	9,3	6,0	0,9	29,5	4,5	1,4	9,1	30,3	26,5	51,8	27,4	12,7	52,3	37,6	6,0	15,0	16,5
Copepodi salmastri	0,8	0,3	7,7	0,4	9,8	6,0	0,2	0,2	1,3	1,1	1,2	0,5	2,0	2,6	5,1	0,5	0,5	1,0
Larve Cirripedi	16,0	42,0	41,2	90,3	37,2	37,5	82,2	17,2	9,7	4,7	0,3	16,9	40,0	4,7	2,6	79,5	56,2	1,9
Larve Policheti	0,8	1,6	0,3	0,1	2,1	2,3	0,1	0,2	6,7	4,3	1,4	4,4	1,2	4,7	0,9	2,6	3,2	1,7
Larve Decapodi	0,5	0,9	6,3	0,2	0,8	7,5	0,6	0,2			0,1	0,5	0,3		24,2	0,7	0,1	0,2
Larve Molluschi	7,2	2,8	0,9	0,1	1,1	0,7			4,0	24,3	16,5	10,7	1,2	5,7	1,9	0,9	3,5	2,2
Cladoceri marini	1,6	4,3	4,8	1,4	1,8	1,0	0,4	0,6	0,3	8,3	2,0	4,2	2,0	3,1	4,3	0,7	1,8	1,5
Copepodi marini	6,7	4,0	1,8	0,2	2,4	2,0	0,3		4,7	10,1	6,7	21,9	5,6	4,7	5,3	2,3	3,1	2,7
Tunicati	0,8	0,3							25,7	0,4	12,2	0,5		1,5		0,1	0,4	8,3
Altri gruppi		0,3	0,3	0,2	1,1	1,0	0,3	0,2	0,3	0,7	0,9	0,8	0,6	1,0	0,4	0,3	0,5	0,5
N. ind. per campione ($\cdot 10^{-3}$)	33,8	29,2	30,2	78,1	34,1	48,0	97,9	57,0	54,0	49,7	94,1	34,6	20,4	52,1	71,6	138,9	145,4	111,0

TAB. 3 - Numero medio di individui per campione calcolato su ciascuna delle quattro serie di prelievi (v. Tab. 1 e Tab. 2) e incidenza percentuale media dei vari gruppi sistematici.

	20-21 GIUGNO		20-21 LUGLIO	
	St. Centro	St. Mare	St. Centro	St. Mare
Rotiferi	11,2	16,8	25,1	19,8
Cladoceri dulcicoli	0,2	0,2	0,3	0,5
Copepodi dulcicoli	0,3	0,5	1,4	1,0
Naupli Copepodi	10,9	26,0	10,9	24,6
Copepodi salmastri	1,1	0,1	2,2	1,3
Larve Cirripedi	51,3	33,4	49,1	30,0
Larve Policheti	3,4	2,9	1,4	2,6
Larve Decapodi	0,7	0,1	1,5	2,7
Larve Molluschi	3,5	6,6	1,4	6,2
Cladoceri marini	10,9	5,8	1,3	2,5
Copepodi marini	5,7	6,7	1,9	5,2
Tunicati	—	0,4	3,1	3,1
Altri gruppi	0,8	0,5	0,4	0,5
Abbondanze medie	30.310	87.690	51.350	79.740

diamente i naupli di Copepodi in sacca rappresentano circa un decimo e sulla bocca a mare circa un quarto del popolamento totale, in tutti e due i cicli considerati.

I Cladoceri marini nei prelievi di giugno sono particolarmente abbondanti nelle prime ore di marea entrante del mattino e, in generale, in corrispondenza di valori alti di salinità; sono rappresentati da *Podon polyphemoides* e da rarissimi esemplari di *Evadne nordmanni*. In luglio, evidentemente in rapporto ai più alti valori di salinità, si osserva una distribuzione nel tempo caratterizzata da fluttuazioni più contenute, per altro intorno a valori di densità molto bassi: gli individui tendono a equiripartirsi in tre specie, *P. polyphemoides*, *Penilia avirostris*, *Evadne tergestina*; con minor frequenza compare *Evadne spinifera*.

Le Appendicolarie non sono presenti nella serie di campioni raccolti nella stazione di centro sacca in giugno; nelle altre serie hanno massimi ricorrenti, particolarmente accentuati in luglio, nel prelievi raccolti tra le ore 8 e le ore 9.

Tra i gruppi del meroplancton, le larve di Cirripedi (rappresentate soprattutto da stadi naupliari) sono le più importanti in termini di abbondanza e sono certamente la componente principale dello zooplancton autoctono della sacca. Tendono ad addensarsi nelle due stazioni a marea uscente, nel pomeriggio e soprattutto dopo la mezzanotte. Sia in giugno che in luglio le larve di Cirripedi costituiscono mediamente circa la metà del popolamento zooplanctonico totale nella stazione di centro sacca e circa un terzo nella stazione a mare.

Larve di Molluschi (quasi interamente rappresentate da veliger di Bivalvi) e larve di Policheti, pur con qualche eccezione, presentano le abbondanze più alte a marea crescente. Le larve di Decapodi mostrano picchi importanti di abbondanza al culmine notturno di marea sulla bocca a mare.

Le principali differenze tra le serie di prelievi dei due cicli riguardano la minor frequenza con cui compaiono in giugno alcuni gruppi di animali marini e salmastri come Copepodi, larve di Policheti, di Decapodi e di Molluschi, Tunicati. I primi prelievi del ciclo di giugno, inoltre, in centro sacca presentano valori bassissimi di densità globale dello zooplancton. Queste situazioni possono essere ricondotte da una parte ai più alti valori di portata del fiume e al conseguente drastico effetto dolcificante sulla sacca, dall'altra ai livelli ancora bassi

di produzione algale in occasione del primo ciclo di prelievi. Nel ciclo di luglio le fluttuazioni numeriche del popolamento totale sono più smorzate.

Si sta ora procedendo ad una elaborazione statistica del complesso di dati idrologici e biologici, in particolare dei dati di densità zooplanctonica forniti dai campioni quantitativi. Questo lavoro permetterà di saggiare le ipotesi di fluttuazioni periodiche legate alla marea per alcune delle specie e dei gruppi zooplanctonici considerati (Sameoto, 1975 e 1978). Una indicazione che emerge dai primi dati riguarda intanto l'esigenza, anche al fine di stimare il bilancio giornaliero delle entrate e delle perdite di biomassa planctonica nella Sacca del Canarin, di recuperare informazioni di maggior dettaglio sulla dinamica delle masse d'acqua che attraversano le bocche a mare e le buse che collegano la sacca ai rami del Po.

Si ringraziano sentitamente quanti hanno partecipato alle due campagne di prelievi sul Po di Pila e nella Sacca del Canarin, in particolare il Prof. Gilberto Gandolfi, il Dr. Daniele Bedulli, il Dr. Mario Giannini e i laureandi Sig.na Francesca Mura e Sig. Stefano Leonardi dell'Istituto di Zoologia dell'Universila di Parma. Un ringraziamento vivissimo va al Geom. Vittorio Caiani, dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Ferrara, che ha curato la parte grafica della nota.

BIBLIOGRAFIA

Bosch H.F. and W. Rowland Taylor. 1973. Diurnal vertical migration of an estuarine cladoceran, *Podon polyphemoides*, in the Chesapeake Bay. *Mar. Biol.*, 19: 172-181.

Ferrari I., M.G. Mazzocchi e A. Stefanini, 1977. Variazioni di struttura dello zooplancton in relazione alla dinamica dei fattori idrologici nella Sacca del Canarin (Delta del Po). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol*., in press.

Fortier L., L. Legendre, A. Cardinal et C.L. Trump. 1978. Variabilité à court terme du phytoplancton de l'estuaire du Saint-Laurent. *Mar. Biol*., 46: 349-354.

Gómez-Aguirre G., H. Santoyo y A. Martinez. 1974. Plancton de lagunas costeras II. Ciclo anual en la Laguna de Yavaros (1969-1970). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 45, Ser. Zoologia, 1: 1-30.

Hynes H.B.N. 1970, The ecology of running waters. Liverpool Univ. Press, 555 pp.

Mileikovsky S.A. 1970. Seasonal and daily dynamics in pelagic larvae of marine shelf bottom invertebrates in nearshore waters of Kandalaksha Bay (White Sea). *Mar. Biol.*, 5: 180-194.

Naiman RJ. and J. Sibert. 1977. Annual and diel variations in a small marine bay: interpretation of monitoring data. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 26: 27-40.

Remane A. and C. Schlieper, 1971. Biology of brackish water. Wiley Intersci. Div., J. Wiley and Sons, Inc. New York, 372 pp.

Sameoto D.D. 1975. Tidal and diurnal effects on zooplankton sample variability in a nearshore marine environment. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32: 346-366.

Sameoto D.D. 1978. Zooplankton sample variation on the Scotian Shelf. *J. Fish. Res. Board Can.*, 35: 1207-1222.

Trinast E.M. 1975. Tidal currents and *Acartia* distribution in Newport Bay, California. *Estuar. Coast. Mar. Sci*., 3: 165-176.

SUCCESSIONE STAGIONALE E DINAMICA DI POPOLAZIONE NEI CLADOCERI DI UN LAGO ARTIFICIALE (LAGO DI SUVIANA, APPENNINO TOSCO-EMILIANO)

G. BONOMI* e G.P. SALMOIRAGHI**
*C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza. **Istituto di Zoologia, Università di Bologna.

INTRODUZIONE

II Lago di Suviana è situato a 470 m s.l.m. nella valle del Limentra di Treppio e fa parte del sistema di pompaggio Suviana-Brasimone. La sua alimentazione idrica naturale è artificialmente incrementata con catture dalle valli del Limentra di Sambuca e del Reno. Ha un volume di 46,5 x 10^6 m^3 e profondità massima di 70 m, al massimo invaso.

Da alcuni anni conduciamo su questo lago ricerche limnologiche inerenti alle principali caratteristiche termiche e chimiche delle acque lacustri ed immissarie, al bilancio dei principali macronutrienti, alla stima della produzione fitoplanctonica (Bonomi e Salmoiraghi, 1977 e 1979). Nel corso del 1977 è stata anche condotta una prima analisi esplorativa dello zooplancton (Casadei, 1978; Salmoiraghi, 1979).

I risultati che presentiamo in questa comunicazione si riferiscono ad una nuova serie di campionamenti condotti per uno studio di dettaglio della dinamica di popolazione dello zooplancton durante il 1978. Ad ognuno dei diciotto sopralluoghi, effettuati dal 18.1 al 14.XI, abbiamo compiuto raccolte quantitative con campionatore di Clarke e Bumpus, Si sono usate le reti n. 10 (125μm) e n. 20 (75 μm) e si è fatta percorrere al campionatore una traiettoria sinusoidale 0-30-0 metri, lungo un transetto centrale, orientato secondo l'asse del lago. Le date dei campionamenti sono riportate in tabella 1.

RISULTATI

Presentiamo per ora una elaborazione preliminare dei dati delle densità di popolazione dei cladoceri, ripartiti in individui adulti ed uova + embrioni, conteggiati a partire dai campioni prelevati con rete n. 10.

Il popolamento a cladoceri del Lago di Suviana si sviluppa, durante il 1978, dalla metà del periodo primaverile fino a novembre inoltrato (figura 1). Le temperature medie dello strato di acqua compreso fra la superficie e -30 m (tabella 1) si mantengono in questo periodo, sempre superiori ai 10°C e raggiungono i 18° all'inizio dell'autunno.

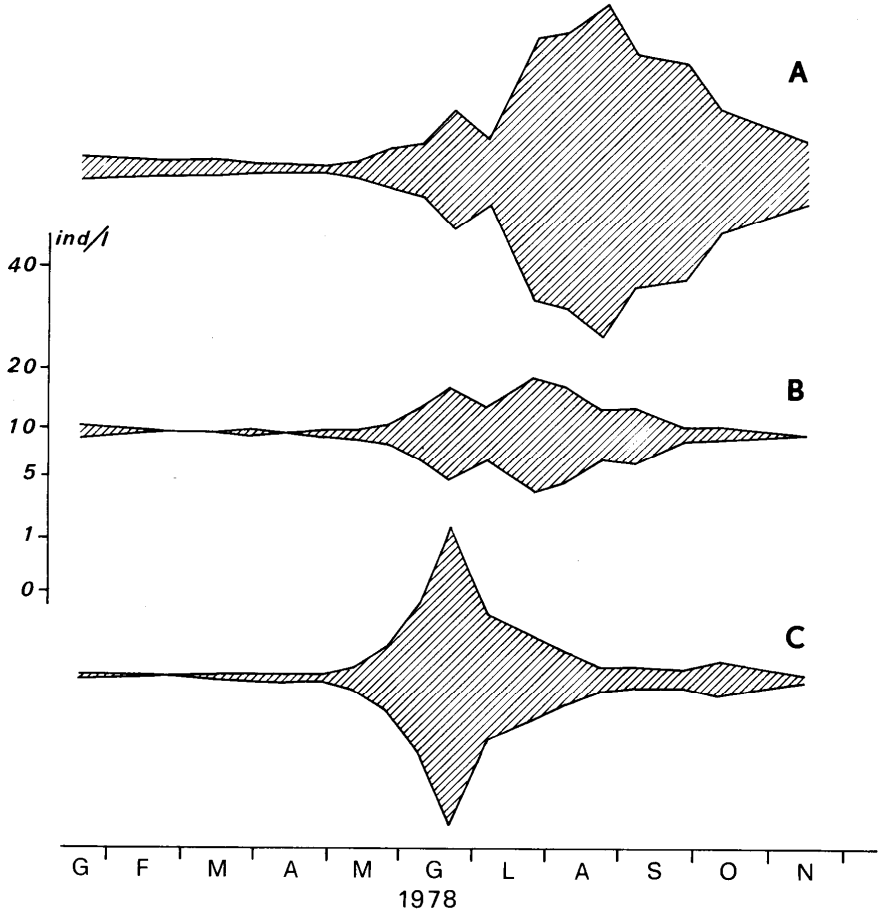


FIG. 1 - Variazioni della densità media dei cladoceri nello strato O - 30 metri.
A: *Daphnia longispina*
B: *Ceriodaphnia pulchella*
C: *Bosmina longirostris*

TAB. 1 - Temperatura media dello strato 0 - 30 metri ($\bar{t}^{\circ}_{30}$ °C) e valori estremi (t_0 e t_{30}) e temperatura media dello strato 0 - 10 m ($\bar{t}^{\circ}_{10}$). Sono anche riportati il contenuto in clorofilla *a* (mg/m³) dello strato 0 - 10 m e la trasparenza (m).

	18/1 1978	23/2	15/3	29/3	13/4	28/4	11/5	25/5	8/6	21/6	6/7	25/7	23/8	6/9	26/9	10/10	14/11
$\bar{t}^{\circ}_{30}$	4,70	3,36	6,30	6,61	6,57	10,92	9,36	10,50	13,10	14,17	15,09	16,75	18,27	18,33	17,89	15,15	10,64
t_0	4,80	3,62	6,50	6,80	6,60	13,74	11,76	12,40	16,50	16,52	16,88	20,92	20,76	19,27	19,80	15,69	11,05
t_{30}	4,40	3,25	6,20	6,50	6,57	9,11	7,88	9,20	11,38	12,84	13,96	14,16	15,32	16,85	17,12	15,00	10,35
$\bar{t}^{\circ}_{10}$	4,80	3,42	6,50	6,70	6,58	12,02	10,82	11,35	15,05	15,49	16,39	19,31	19,74	18,85	18,50	15,46	10,85
Clorof.	19,20	5,97	15,33	—	16,00	—	94,88	—	—	30,79	—	49,72	23,77	—	24,77	—	25,07
Trasp.	1,50	2,50	—	—	1,50	—	3,00	—	—	2,75	2,50	4,00	6,00	5,00	7,00	4,25	4,00

Le specie di cladoceri descritte sono tre: *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia pulchella* e *Bosmina longirostris*. Si tratta pertanto di forme molto comuni (Hutchinson, 1967), che si rinvengono con notevole frequenza anche nei laghi artificiali (Margalef, Planas, Armengol, Vidal, Prat, Guiset, Toja y Estrada, 1977).

Il campionamento eseguito permette di descrivere adeguatamente la successione stagionale (figura 1). La prima specie che assume importanza numerica rilevante è *B. longirostris*, che da maggio a giugno effettua una vera esplosione numerica, portandosi da circa 200 a 34.000 ind./m^3 e subendo poi un rapido declino. Al contrario, il popolamento di *C. pulchella* è molto contenuto; esso si intercala fra il picco di *Bosmina* e quello successivo di *Daphnia*, caratterizzato da una maggior persistenza temporale su valori di elevata densità di popolazione.

Questa successione non coincide con quanto si era verificato nello stesso lago durante il 1977, nel quale le tre specie non evidenziarono una netta successione temporale. Essa non corrisponde, inoltre, nonostante le specie siano molto simili, con quanto osservato da Margalef e collaboratori (1977) sui popolamenti zooplanctonici degli invasi artificiali spagnoli, né con quanto descritto da Bonacina e de Bernardi (1978) in un altro lago artificiale italiano (Lago di Pietra del Pertusillo, Basilicata), nel quale lo sviluppo del popolamento di *Daphnia* precede quello di *Bosmina*.

I dati da noi raccolti sulla densità degli individui adulti, femmine ovigere, uova ed embrioni per ciascuno dei tre cladoceri, sono stati elaborati ricorrendo ad un modello di dinamica di popolazione per popolazioni a reclutamento continuo (Argentesi, de Bernardi and Di Cola, 1974). I dati non sono stati regolarizzati. Per i tempi di sviluppo delle uova si è fatto riferimento alle elaborazioni di Bottrell, Duncan, Gliwicz, Grygierek, Herzig, Hillbricht-Hilkowska, Kurasawa, Larsson and Weglenska (1976) per *C. pulchella* e *B. longirostris*, mentre il tempo di sviluppo delle uova di *D. longispina* è stato tratto dalle osservazioni di Munro and White (1975), che lo hanno misurato su esemplari provenienti dal Bough Beech Reservoir.

Nella figura 2, che si riferisce a *B. longirostris*, si può notare come gli incrementi nel tasso di fecondità e nella densità delle uova precedano l'accrescimento numerico della popolazione di adulti. Sempre in questa fase, in cui gli organismi iniziano ad invadere l'ambiente, si

osserva il più alto numero di uova per femmina ovigera ed un lieve tasso negativo di mortalità. Tassi negativi della mortalità sono frequentemente calcolati in studi di dinamica di popolazioni pelagiche e possono dipendere da migrazioni dalla fascia litorale (de Bernardi, Giussani e Soldavini, 1978). Nel nostro caso i leggeri tassi negativi sono verosimilmente l'effetto della probabile sottostima del numero

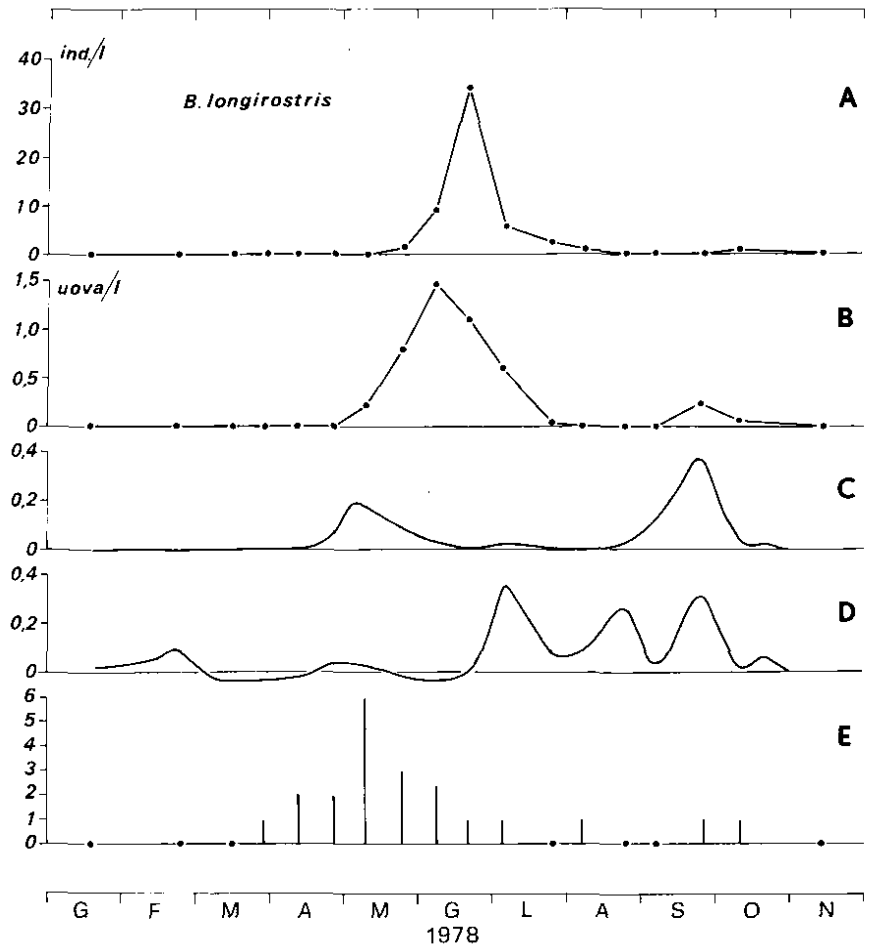


FIG. 2 - *Bosmina longirostris*:
A: densità media della popolazione di adulti,
B: densità delle uova + embrioni,
C: tassi istantanei di fecondità,
D: tassi istantanei di mortalità,
E: uova/femmina ovigera.

di uova, dovuta alla fuoruscita dal carapace, durante la fissazione. L'acme di *B. longirostris* precede, come già detto, quello degli altri cladoceri e si realizza con un elevatissimo tasso di incremento numerico: si raggiunge in breve periodo un valore di 34000 ind./m^3. Il declino numerico successivo è evidentemente determinato da auto-inibizione del popolamento stesso che, nel periodo in cui gli altri due cladoceri hanno densità di gran lunga inferiori, raggiunge probabilmente i limiti della capacità portante dello strato d'acqua in cui si sviluppa. Una conferma a questa ipotesi è fornita dal fatto che il numero di uova per covata diminuisce proprio in coincidenza con la fase di impennata delle densità numeriche (quadri A ed E di figura 2).

Nella fase successiva si affermano *C. pulchella* e *D. longispina*, che sono cladoceri di maggiore dimensionamento somatico, in grado di filtrare maggiori quantitativi di materiale sestonico (Brooks and Dodson, 1965; Burns and Rigler, 1967; Brooks, 1969; de Bernardi and Giussani, 1978).

Il popolamento di *C. pulchella* raggiunge una dimensione numerica molto limitata, toccando un massimo di 5210 ind./m^3 alla fine del mese di luglio (figura 3). Si deve ricordare che nel 1977 (giugno) questa specie aveva raggiunto la ragguardevole densità di 65.400 ind./m^3 (Salmoiraghi, 1979) costituendo, fra i cladoceri, il popolamento dominante. La compressione numerica da noi evidenziata nel 1978 può essere il risultato di una competizione con *Daphnia*: infatti, il potenziale biotico iniziale di questo organismo è notevole, come è reso evidente dalla forte produzione di uova e dall'alto tasso di fecondità, ai quali non fa però riscontro un adeguato numero di individui adulti.

Come si osserva nella figura 4, la dinamica di popolazione di *D. longispina* è caratterizzata da una rilevante produzione di uova e da un alto tasso di fecondità, molto anticipato rispetto al picco numerico della popolazione adulta. Sembra evidente che lo sforzo produttivo sia notevole, ma consegua risultati numerici rilevanti a livello della produzione di adulti solo dopo la drastica riduzione numerica di *B. longirostris* (figura 1): in maggio il numero di uova per femmina ovigera tocca i valori più alti, ma la popolazione di adulti raggiunge il massimo alla fine di agosto.

Superata la fase iniziale, la popolazione di *D. longispina* si sviluppa in modo predominante rispetto agli altri popolamenti, raggiungendo le più alte densità. Ciò può far pensare che vi sia, almeno in questo pe-

riodo dell'anno, una limitazione da cibo, da cui traggono vantaggio le forme a dimensioni maggiori {Brooks and Dodson, 1965; Burns and Rigler, 1967; Allan, 1974; Burns 1968 a e 1968 b) che solitamente, in condizioni ottimali di cibo, sono le meno numerose, sia pure con una maggiore biomassa (Shpet, 1968).

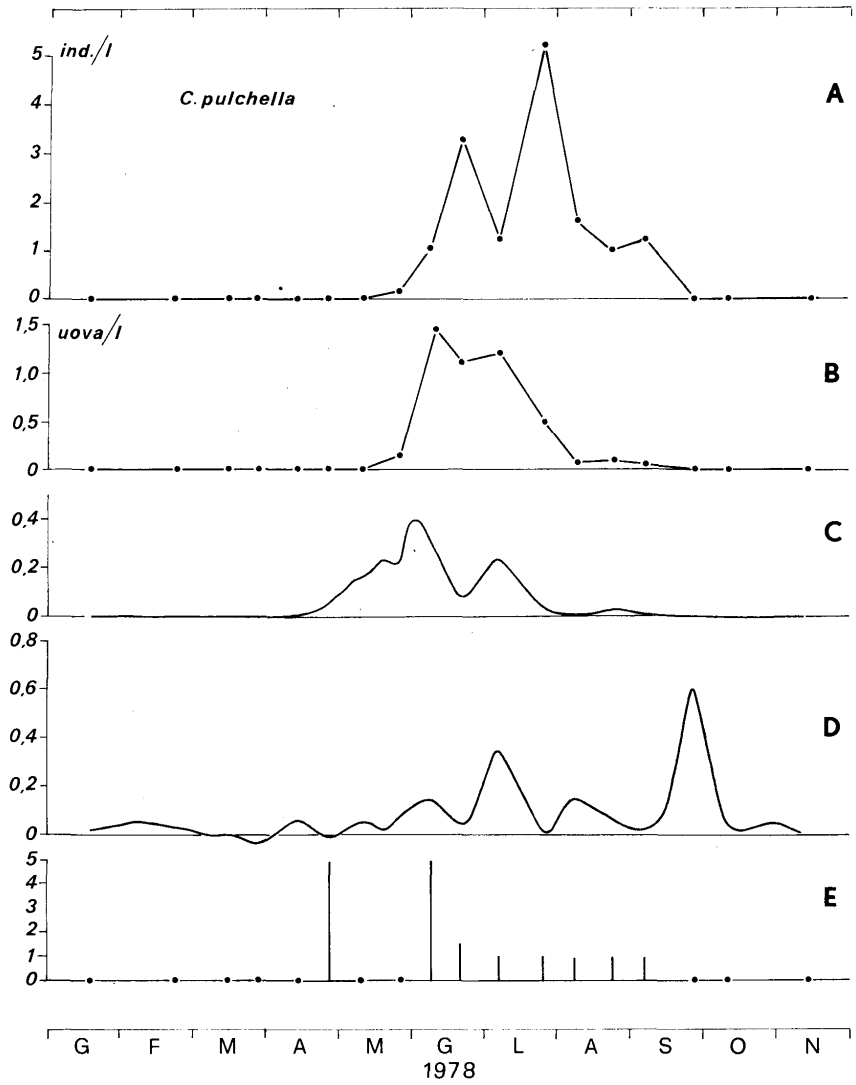


FIG. 3 - *Ceriodaphnia pulchella.* A, B, C, D, E: vedi figura 2.

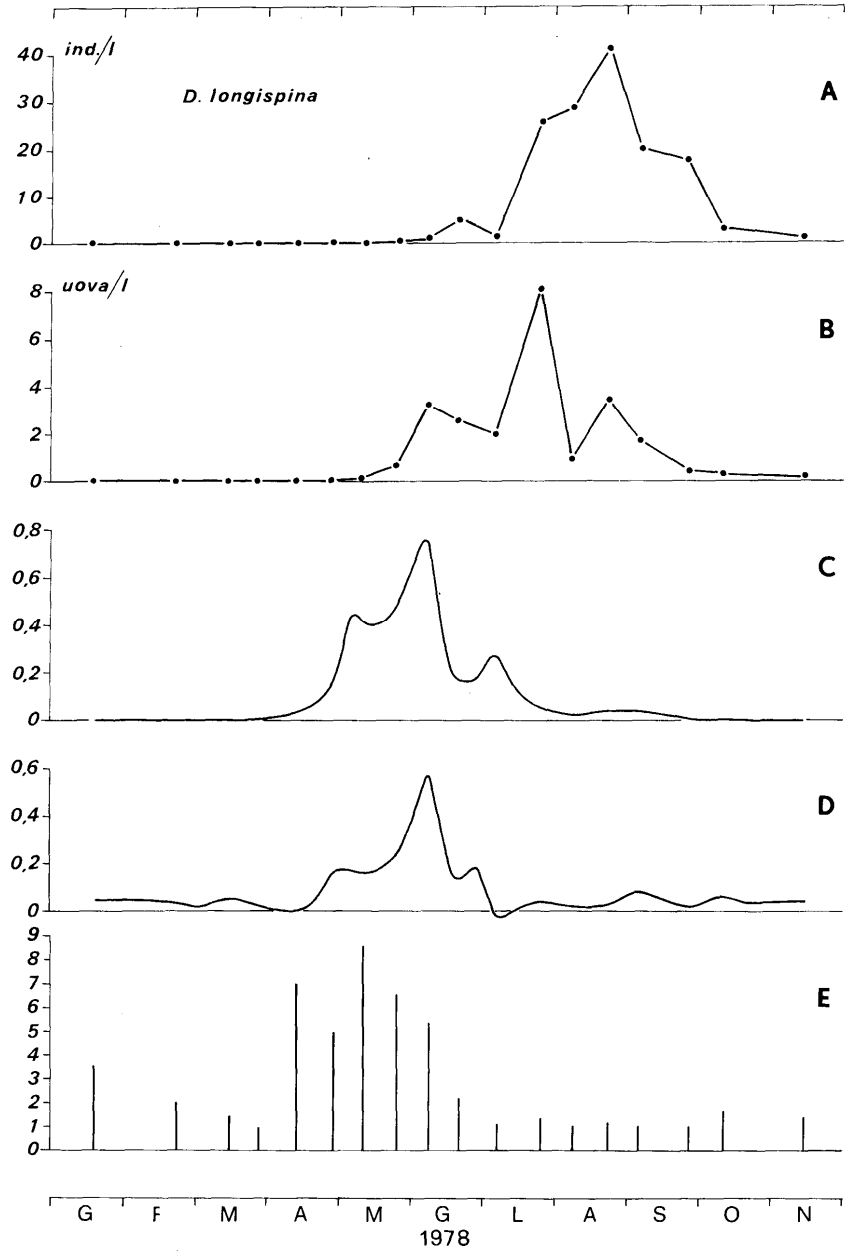


FIG. 4 – *Daphnia longispina*. A, B, C, D, E: vedi figura 2.

Ci ripromettiamo di allargare questa analisi anche al popolamento di *Macrocyclops albidus*, di cui stiamo eseguendo i conteggi: è infatti da attendersi che questo copepode, unico predatore, possa esercitare un ruolo notevole nel controllo numerico dei cladoceri, in particolare di *Bosmina* e degli individui giovani delle altre due specie. Mancano infatti nel Lago di Suviana i grossi cladoceri predatori, quali *Bythotrephes* e *Leptodora*, che esercitano sugli altri crostacei una notevole pressione di predazione.

Ci sembra comunque che questa nostra prima analisi, seppure parziale, abbia fornito una descrizione adeguata di questa semplice comunità a crostacei. È tra l'altro da notare che la sempre modesta differenza di temperatura tra gli estremi superiore (0 m) e inferiore (-30 m) dello strato d'acqua da noi esplorato (tabella 1), da luogo ad un assai contenuto gradiente verticale, in diminuzione, dei tassi di sviluppo delle uova, eliminando quasi totalmente una delle più importanti limitazioni (Prepas and Rigler, 1978) alla applicabilità dell'approccio dinamico da noi adottato.

BIBLIOGRAFIA

Allan J.D. 1974. Balancing predation and competition in cladocerans. *Ecology*, 55: 622-629.

Argentasi F., R. de Bernardi and G. Di Cola. 1974. Mathematical models for the study of population dynamics in species with continuous recruitment. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 31; 245-275.

Bonacina C. e R. de Bernardi. 1978. Struttura di comunità e parametri demografici del popolamento zooplanctonico. In: Adreani L., C. Bonacina, G. Bonomi, A. Calderoni, R. de Bernardi, R. Mosello, D. Ruggiu e C. Saraceni. *Il Lago di Pietra del Pertusillo: definizione delle sue caratteristiche limnologiche*. Ed. Ist. Ital. Idrobiol., Pallanza. 208 pp.

Bonomi G. e G.P. Salmoiraghi. 1977. Aspetti limnologici del Lago di Suviana, nodo della futura rete degli approvvigionamenti idrici superficiali dell'Acquedotto del Reno. *I Convegno sui bacini lacustri artificiali*. Sassari, 4-6 ottobre 1977. (in stampa).

Bonomi G. e G.P. Salmoiraghi. 1979, Caratteristiche termiche e chimiche del Lago di Suviana (App. Tosco-Emiliano). *Atti dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, (in stampa).

Bottrell H.H., A. Duncan, Z.M. Gliwkz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Larsson & T. Weglenska. 1976. A review of some problems in zooplancton studies. *Norw. J. Zool.*, 24: 419-456.

Brooks J.L. 1969. Eutrophication and changes in the composition o£ zooplancton. In: «Eutrophication: changes, consequences, correctives». *Nat. Acad. Sci*. Washington, D.C.: 236-255.

Brooks J.L. and S.T. Dodson. 1965. Predation, body size and composition of plankton. Science, 150: 28-35.

Burns C.W. and F.H. Rigler. 1967. Comparison of filtering rates of *Daphnia* in lake water and in suspensions of yeast. *Limnol. Oceanogr*., 14: 492-502.

Burns C.W. 1968 a. The relationship between body size of filterfeeding Cladocera and the maximum size of particle ingested. *Limnol. Oceanogr.,* 13: 675-678.

Burns C.W. 1968 b. Direct observation of mechanism regulating feeding behaviour of *Daphnia* in lake water. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 53: 83-100.

Casadei G. 1978. Dinamica stagionale dei popolamenti zooplanctonici di un ecosistema immaturo: II Lago di Suviana, Tesi di laurea, Univ. di Bologna. 37 pp.

de Bernardi R. 1974. The dynamics of a population of *Daphnia hyalina* Leydig in Lago Maggiore, Northern Italy. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 31: 221-243.

de Bernardi R. and G. Giussani. 1978. Effect of mass fish mortality on zooplankton structure and dynamics in a small Italian lake (Lago di Annone). *Verh. int. Ver. Limnol.*, 20: 1045-1048.

de Bernardi R., G. Giussani ed E. Soldavini. 1978. Ruolo della fascia litorale nello sviluppo e nella dinamica di popolazioni pelagiche di alcuni cladoceri d'acqua dolce. 3° Convegno dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, Sorrento 12-20 dicembre 1978.

Hutchinson G.E. 1967. *A treatise on limnology. Volume II: introduction to lake biology and the limnoplankton.* John Wiley & Sons, Inc.; New York, London, Sydney. 1114 pp.

Margalef R., D. Planas, J. Armengol, A. Vidal, M. Prat, A. Guiset, J. Toja y M. Estrada. 1977. *Limnologia de los embalses espanoles*. Ministerio de Obras Publicas, Publ. n. 123, pp. 422.

Munro I.G. and W.G. White. 1975. Comparison of the influence of temperature on the egg development and growth of *Daphnia longispina* O.K. Mailer (Crustacea: Cladocera) from two habitats in southern England, *Oecologia*, 20: 157-165.

Prepas E. and F.H. Rigler. 1978. The enigma of *Daphnia* death rates. *Limnol. Oceanogr*., 23: 970-988.

Salmoiraghi G.P. 1979. Successione stagionale del popolamento zooplanctonico del Lago di Suviana (App. Tosco-Emiliano). *Atti dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, 6: 199-210.

Shpet, G.I. 1968. *Biological productivity of fishes and other animals*. Urozhai, Kiev.

NOTE PRELIMINARI SULL'ECOLOGIA DEL LAGO DI BARATZ

N. SECHI e A. COSSU
Istituto di Botanica, Sassari.

Il Baratz è l'unico lago naturale della Sardegna; è situato nella parte Nord-Occidentale dell'isola in prossimità del mare.

Secondo la classificazione di Hutchinson (1957), il Baratz è da considerarsi un lago costiero marittimo in quanto originatesi per sbarramento di una duna.

Il lago è sprovvisto di un emissario; l'emunzione avviene mediante drenaggio sotterraneo e interessa, secondo Cottiglia (1969), solo le acque più superficiali. I principali parametri morfometrici e idrologici sono riportati nella Tab. 1.

Il lago (fig. 1) è circondato lungo tutto il suo perimetro da un popolamento abbastanza consistente di *Potamogeton pectinatus* che sviluppandosi per una larghezza variabile da 2 a 10 m occupa un'area pari a circa il 4 % della superficie lacustre.

Il bacino imbrifero ha un'estensione di 11,5 km^2 (lago compreso) e dal punto di vista litologico è quasi del tutto caratterizzato da arenarie permo-triassiche.

Dal 1964 fino al 1968 il lago è stato studiato da Cottiglia particolarmente per quanto attiene alla sua origine e alla dinamica di alcuni parametri chimici. In quel periodo l'acqua del lago cominciò ad essere prelevata per uso irriguo nella contigua piana della Nurra, e questo intervento, verosimilmente, determinò scompensi nel bilancio idrologico del lago culminati negli anni 1975 e 1976 con un abbassamento tale da ridurre la sua superficie a valori inferiori alla metà di quella normale; ciò indusse il Genio Civile di Sassari ad un intervento che limitò drasticamente il prelievo d'acqua.

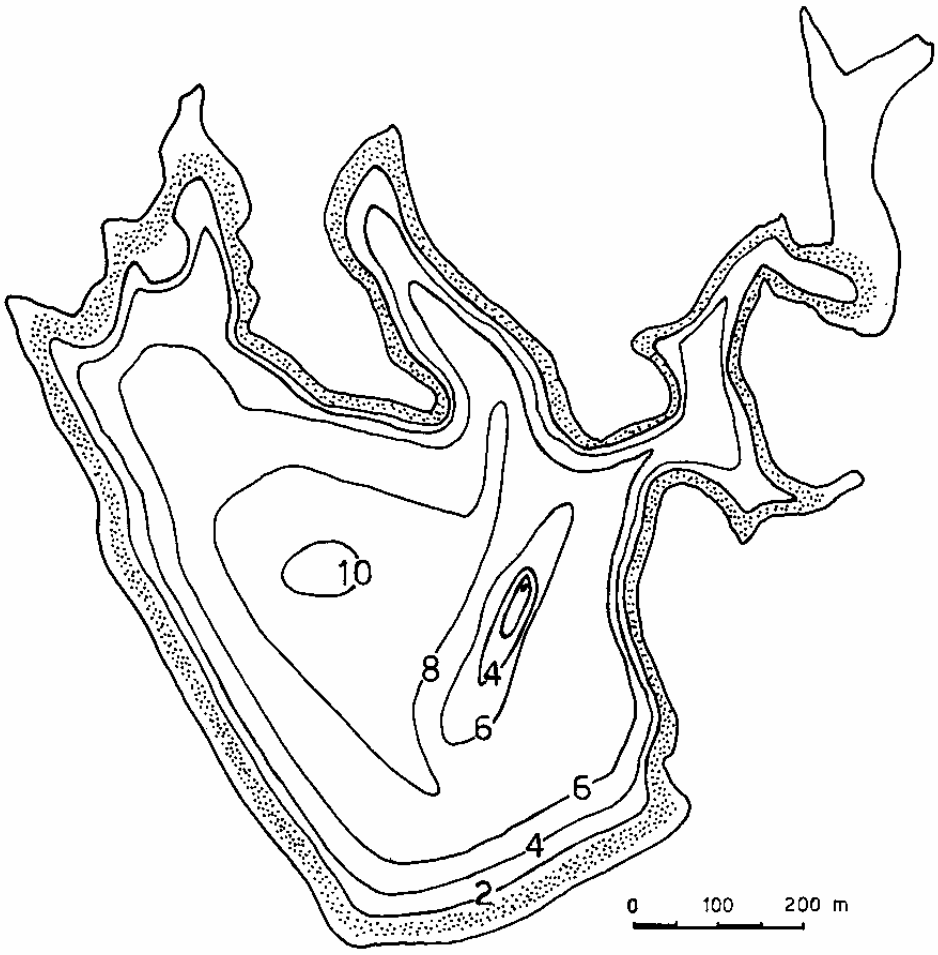


FIG. 1. - Lago di Baratz: isobate. La punteggiatura rappresenta la dislocazione del *Potamogeton pectinatus*.

In questi ultimi anni il livello è progressivamente aumentato e i rilevanti afflussi idrici dei primi mesi del 1978 hanno riportato il lago quasi alle stesse condizioni che Cottiglia aveva riscontrato nel 1964. Nel febbraio 1978 abbiamo iniziato una indagine limnologica con sopralluoghi quindicinali e prelievi in una stazione subcentrale a varie profondità, allo scopo di rilevare, alla situazione attuale, i principali parametri chimici e di studiare in dettaglio la comunità fito planctonica e quella macrofitica litorale.

TAB. 1. - Caratteristiche morfometriche del Lago Baratz (da Cottiglia, 1968).

Altitudine (s.l.m.)	m	32
Lunghezza	Km	0,6
Linea di costa	Km	5,26
Area	Km^2	0,456
Profondità max.	m	13
Profondità media	m	5,5
Volume	$10^6 \times m^3$	2,51

L'acqua del Lago Baratz presenta un elevato contenuto di soluti; il bilancio ionico (Tab. 2), fatto in base ai valori dedotti dalle analisi eseguite in situazione invernale (febbraio), mostra che i cloruri (15,2 meq/1) e il sodio insieme al potassio (15 meq/1) sono gli ioni dominanti, seguiti, in ordine di importanza, da magnesio (5,5 meq/1), solfati (4,1 meq/1), bicarbonati (3,4 meq/1) e calcio (2,1 meq/1). La conducibilità risulta perciò elevata, con valori intorno a 2 mS cm^{-1} a 18°C.

TAB. 2. - Bilancio ionico.

	meq/l	%
Na^{++} K^{+}	15,05	33,1
Mg^{++}	5,55	12,2
Ca^{++}	2,15	4,7
Cationi	22,75	50,0
Cl^{-}	15,20	33,4
SO_4^{--}	4,10	9,0
HCO_3^{-}	3,45	7,6
Anioni	22,75	50,0
Totale	45,50	—

Dei dati chimici riportati da Cottiglia soltanto il pH, l'alcalinità e i cloruri sono confrontabili con quelli da noi rilevati nel corso di quest'anno; il pH (Tab. 3) è aumentato approssimativamente di una unità e l'alcalinità ha avuto un incremento di circa 1,4 meq/1; anche i cloruri presentano variazioni significative.

Per quanto attiene ai nutrienti algali abbiamo scelto quattro campionamenti rappresentativi delle quattro situazioni stagionali (Tab. 4). Nell'epilimnio si hanno concentrazioni modeste: i nitrati sono permanentemente al disotto di 50 mg N/m^3; i nitriti e l'ammoniaca, generalmente intorno a 3-6 mg N/m^3 presentano in qualche campione valori intorno a 10 mg N/m^3; le concentrazioni del fosforo reattivo va-

TAB. 3. - Confronto tra dati rilevati nel 1964 (Cottiglia, 1968) e nel 1978.

	19-I-64	26-IV-64	l-VIII-64	20-XI-64
pH	7.6	7.6	7.6	8.3
Alcalinità tot. (meq/1)	2.2	2.0	2.2	2.8
Cloruri (mg/1)	464.0	640.0	560.0	560.0
	28-II-78	20-IV-78	31-VII-78	30-XI-78
pH	8.4	8.5	9.1	8.9
Alcalinità tot. (meq/1)	3.4	3.6	3.6	3.6
Cloruri (mg/1)	548.0	554.0	600.0	613.0

riano entro valori compresi tra 2 e 7 mg P/m^3. Nell'ipolimnio, che compare in maggio e si mantiene fino a settembre, l'ossigeno viene totalmente consumato e, in concomitanza, il fosforo reattivo aumenta fino a valori di 250 mg P/m^3 mentre l'ammoniaca arriva fino a 500 mg N/m^3. Da rilevare anche la presenza di acido solfidrico con concen-trazioni che in luglio si collocano intorno a 1 mg S/l.

II fosforo totale e la clorofilla a, nella zona fotica, si presentano sempre in concentrazioni alquanto elevate; la loro variazione stagionale è rappresentata in fig. 2. In Inverno e in Primavera le concentrazioni hanno avuto ripetute oscillazioni tra 25 e 50 mg/m^3 per la clorofilla e 40-65 mg P/m^3 per il fosforo totale. In estate entrambi diminuiscono fino a 7-10 mg/m^3 la clorofilla e 35-40 mg P/m^3 il fosforo totale, mentre in autunno si ha un aumento considerevole dei due parametri e, in diverse occasioni si raggiungono valori massimi pari a 90 mg/m^3 per la clorofilla ed a 85 mg P/m^3 per il fosforo totale.

TAB. 4. - Situazioni stagionali dei principali sali nutritizi neli'epilimnio e nell'ipolimnio.

	28-II		18-V		28-VIII		30-XI	
	Epi.	Ipo.	Epi.	Ipo.	Epi.	Ipo.	Epi.	Ipo.
Temp. °C	13.8	11.4	21.3	13.6	25.5	15.4	9.2	9.2
pH	8.4	7.5	9.3	8.0	9.0	7.4	8.9	8.9
Conducibilità	1.8	1.9	1.9	1.9	2.2	2.1	2.1	2.1
O_2 (mg/1)	9.8	5.0	13.4	0.0	7.9	0.0	9.6	8.7
O, % sat.	90.0	45.0	148.3	0.2	95.0	0.0	83.0	75.0
NO_3 (mgN/m^3)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
NO_2 (mgN/m^3)	11.0	13.0	21.0	21.0	0.0	0.0	3.5	3.5
NH_3 (mgN/m^3)	10.0	10.0	10.0	10. 0	10.0	454.0	10.0	10.0
PO_4 (rag P/m^3)	2.0	3.0	2.0	11. 2	2.0	258.0	6.7	11.0
P. tot. (mgP/m^3)	44.0	44.0	57.0	150.0	38.0	490.0	86.0	82.0
SiO_2(mgSi/l)	1.1	2.2	2.2	4.1	2.2	3. 3	2.2	2.2

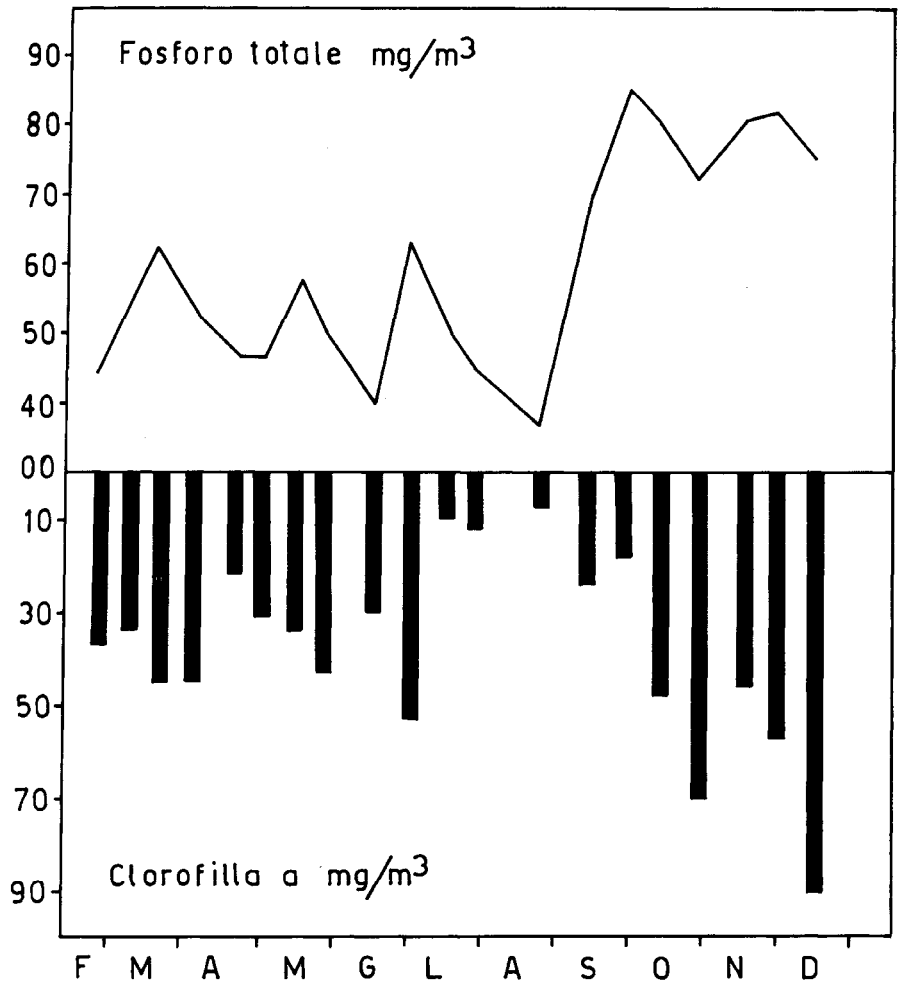


FIG. 2 - Concentrazioni del fosforo totale e della clorofilla a nella zona fotica da febbraio a dicembre 1978.

Le analisi sui campioni fitoplanctonici sono ancora in corso; tuttavia si può anticipare che sono già state identificate 50 specie di cui alcune, come *Chaetoceros muelleri* e *Prymnesium* sp., sono caratteristiche di acque salmastre.

La dominanza numerica dei principali gruppi si è succeduta come segue:

• Cloroficee, con *Chlamidomonas* sp., in febbraio e marzo.
• Crisoficee, con *Prymnesium* sp., in aprile e maggio.

• Cianoficee, con *Aphanizomenon gracile* e *Anabaena minutissima* da giugno ad agosto e con *Microcystis aeruginosa* e *Anabaena variabilis* da settembre a novembre.

Da questa breve esposizione risulta evidente che il Lago di Baratz è da considerarsi eutrofico; infatti la clorofilla a e il. fosforo totale sono sempre presenti in concentrazioni elevate rispettivamente intorno a 40 mg/m^3 e 55 mg P/m^3. Sono inoltre presenti taxa algali (*Microcystis*, *Anabaena* e *Aphanizomenon*) considerati sicuri indicatori di acque eutrofiche. Inoltre l'ipolimnio, durante il periodo della stagnazione estiva, raggiunge condizioni di anossia totale con presenza di acido solfidrico in concentrazioni massicce.

Il confronto tra alcune caratteristiche chimiche da noi riscontrate nel 1978 con quelle del 1964 (Cottiglia) ha messo in evidenza che durante questi anni si sono verificate delle modificazioni come diminuizione della concentrazione idrogenionica, aumento della concen-trazione dei cloruri e aumento dell'alcalinità. Non è comunque possibile conoscere se questi cambiamenti nelle caratteristiche chimiche del lago abbiano potuto provocare mutamenti anche nelle comunità algali in quanto non esistono indagini biologiche precedenti.

BIBLIOGRAFIA

Cottiglia M. 1969. Il Lago di Baratz. *Boll Soc. Sarda Sci. Nat.* 5: 15-42.

Hutchinson G.E. 1957. *A treatise on limnology* I. John Wiley and sons, New York, 1050 pp.

Rawson D.S. 1956. Algal indicators of trophic lake types. *Limn. Ocean*., 1: 18-25.

UNA METODOLOGIA STATISTICA PER LO STUDIO DELLE INTERAZIONI DI POPOLAZIONE NELLE COMUNITÀ ZOOPLANCTONICHE

F. ARGENTESI
Dept. A J.R.C. ISPRA (Va), Italia

INTRODUZIONE

Lo studio delle interazioni di popolazione si presenta come uno Idei problemi centrali nella comprensione dei meccanismi che determinano la dinamica delle comunità.

Vari tipi di interazione tra popolazioni vengono distinti in ecologia e precisamente: competizione, predazione, commensalismo, parassitismo.

La classificazione nelle categorie precedenti consente in linea generale di dare una interpretazione almeno sui generis del comporta-I mento delle comunità.

Un'analisi più accurata di questo comportamento richiede però la possibilità di esplorare in maniera possibilmente quantitativa, l'effettivo articolarsi delle interazioni di popolazione nella dinamica delle 'comunità così come può osservarsi a partire da reali situazioni di campo.

Sviluppare una metodologia in grado di assolvere il compito di districare l'intreccio delle interazioni di popolazione a partire da dati di campo non è certo facile.

Gli ostacoli che s'incontrano nello sviluppo di una siffatta metodologia sono fondamentalmente di due tipi:

1) Le misure di campo non rappresentano mai misure esatte. L'incertezza dipende non solo dalla intrinseca natura stocastica delle fluttuazioni di popolazione e della eterogeneità spaziale, ma anche dagli errori di misura e dal grado con il quale le variabili mi-

surate si scostano dalla relazione che si ritiene esse abbiano con le variabili di rilevanza per lo studio.

Questo dilemma della misura corrisponde ai problemi del filtraggio o stima e osservabilità che si trovano nella teoria del controllo.

2) La formulazione delle ipotesi di base (schemi d'interazione) rimane sempre un compito di natura euristica da assolvere caso per caso. Pertanto qualunque metodologia si sviluppi questa si presenterà comunque come uno strumento accessorio, atto soltanto a corroborare oppure ad indebolire gli schemi che il ricercatore nel campo creativamente produce problema per problema.

La struttura delle interazioni nelle comunità degli ecosistemi, ed in particolare nelle comunità zooplanctoniche a cui questo studio fa specifico riferimento può assumere configurazioni anche molto complesse. Inoltre se si prendono in considerazione anche gli aspetti dinamici il quadro potrebbe assumere caratteristiche inestricabili.

In questo studio si propone una metodologia statistica che permette di corroborare o indebolire, sulla base dei dati di campo, gli schemi di interazione tra popolazioni che il ricercatore ritiene ragionevolmente proponibili.

Nell'affrontare questo compito ci si avvantaggia di una metodologia matematica per la valutazione dei parametri dinamici (fecondità e mortalità) delle popolazioni a partire dai dati di abbondanza sviluppata in lavori precedenti (Argentesi, de Bernardi, Di Cola and Giussani 1973; Argentesi, de Bernardi and Di Cola 1974).

La metodologia che si propone è basata sullo studio statistico delle relazioni tra variabili.

La problematica della elucidazione di relazioni causali in un insieme di variabili costituisce uno dei maggiori obiettivi della ricerca empirica.

È noto da tempo che l'esistenza di un alto grado di correlazione tra variabili statistiche non implica in modo necessario una relazione di causalità.

Certe variabili possono essere funzionalmente legate ma non presentare correlazione e più spesso possono presentarsi correlate senza che vi sia una relazione funzionale.

La prima situazione deriva dal fatto che la correlazione è solo una misura del grado di associazione lineare; l'altra perché le variabili sono associate entrambe ad una terza variabile.

Se però facciamo l'ipotesi che il nostro sistema sia lineare, e se consideriamo tutte le variabili associate nel sistema, allora si può affermare che la correlazione tra due variabili (correlazione parziale) implica la casuazione.

Se consideriamo sistemi temporali, come fa notare (Granger, 1963) il movimento nel tempo fornisce una risposta adeguata alle questioni precedenti.

La definizione di (Granger, 1963) è in termini di previsionalità: una variabile X causa un'altra variabile Y, rispetto ad un dato universo o insieme di informazione comprendente X e Y; se il valore attuale Y può essere previsto in modo migliore utilizzando i valori passati di X oltre che le altre informazioni disponibili (inclusi i valori passati di Y).

La definizione di Granger, 1963 non richiede che il sistema sia lineare, se lo fosse le previsioni confrontate (con X o senza X) sarebbero previsioni lineari.

In termini più specifici, sia $\{ A_t \; t = 0, \pm 1, \ldots \}$ l'insieme informativo che contenga almeno $\{ X_t, Y_t \}$.

Sia $\overline{A}_t = \{ As : s < t \}$, $\widetilde{A}_t = \{ A_s : s < t \}$ e similarmente si definiscono $\overline{X}_t$, $\overline{Y}_t$, $\widetilde{X}_t$, $\widetilde{Y}_t$.

Sia $P_t(Y/B)$ il previsore di minima variava ad un passo per Y_t dato l'insieme informativo B, e $\sigma^2\{Y/B)$ il relativo MSE.(S^2).

La definizione di Granger, 1963, si articola:

1. X causa Y:

$$\sigma^2 (Y/A) < \sigma^2 (Y/\overline{A} - \overline{X})$$

2. X causa istantaneamente Y:

$$\sigma^2 (Y/\overline{A}, \widetilde{X}) < \sigma^2 (X/\overline{A}).$$

La causalità da Y ad X è definita nello stesso modo.

Se X ed Y causa X si ha una situazione detta di feedback.

La metodologia proposta si basa sulla definizione di Granger, 1963 di causalità ed è orientata alla elucidazione delle interazioni tro-fiche nelle comunità ecologiche in generale e zooplanctoniche in particolare.

L'insieme informativo sarà in generale costituito dai dati di abbondanza delle varie popolazioni (specie), dalle ipotesi di interazione, e dalle informazioni biologiche supplementari come strutture di età, tempi di sviluppo, etc...

SCHEMA GENERALE DELLA METODOLOGIA STATISTICA

In questo lavoro le variabili temporali sono studiate due alla volta, il caso con più di due variabili viene abbozzato a livello metodologico però non sarà utilizzato nelle applicazioni.

Lo scopo del nostro studio è la verifica statistica dell'ipotesi di causazione $Y_2(t) \rightarrow Y_1(t)$.

A tale fine definiamo due classi di modelli stocastici di rilevante utilità:

$$(1)\ Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \Phi_p Y_{t-p} + u_t$$

dove Φ_k sono i parametri dell'equazione e Y_{t-k} l'abbondanza (o altre variabili) della popolazione k intervalli di tempo prima di t, p è il massimo ritardo incluso nel modello e ut è un termine di errore al tempo t la cui natura è da specificarsi.

Se i termini di errore ut sono variabili casuali Q_t tali che $E(Q_t) = 0$, $E(Q_tQ_s) = 0$ $(t = s)$ e $E(Q^2_t) = \Phi^2$, e cioè se i termini di errore sono identici e distribuiti indipendentemente con media zero e varianza costante, l'equazione (1) è detta equazione di autoregressione (AR).

Il termine di errore ut può però specificarsi anche come se fosse generato da un processo a media mobile:

$$(2)\ u_s = Q_t - \theta_1 Q_{t-1} - \theta_2 Q_{t-2} - \ldots - \theta_q Q_{t-q}$$

dove q è il massimo ritardo considerato nell'equazione della media mobile.

Sostituendo l'equazione (2) nella (1) si ottiene un modello autoregressivo a media mobile (ARMA):

$$(3)\ Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \ldots + \Phi_p Y_{t-p} + Q_t - \theta_1 Q_{t-1} - \ldots - \theta_q Q_{t-q}$$

È importante tener presente che a questi modelli non va attribuito nessun significato biologico.

Lo scopo di questi modelli è quello di rappresentare e prevedere le fluttuazioni delle popolazioni nel modo più semplice possibile.

Si noti che un modello AR equivale ad un modello ARMA se si pone q = O.

Pertanto AR e ARMA costituiscono uno spettro ampio di modelli stocastici adatti per sistemi le cui variabili siano generate da processi stocastici debolmente stazionari.

Supponiamo ora di avere un modello adeguato per $Y_1(t)$ e $Y_2(t)$ rispettivamente:

$$Y_1(t) = (\Phi_1)^T X_1 (t—1) + W_1(t)$$
$$Y_2(t) = (\Phi_2)^T X_2 (t—1) + W_2(t)$$

dove il vettore Y_i (t—j) per vari j.

Φ_i è un vettore di parametri e $w_i(t)$ è un processo stocastico a media nulla (whitened process).

Se $Y_2 \rightarrow Y_1$, deve esistere un j ed un $\alpha_j = 0$ tale che:

$$W_1(t) = \alpha_j W_2(t—j) + \eta(T)$$

dove Tj(t) è una sequenza IID a media nulla.

Se vogliamo corroborare l'ipotesi J2~ifji dobbiamo dimostrare in senso statistico che «j è differente da zero in modo significativo per ogni j.

A questo scopo si propongono due tests entrambi sufficientemente efficienti:

Test 1

Basato sulla verifica delle ipotesi (Teoria della regressione)

Supponiamo di avere N coppie di osservazioni $\{W_1(t), W_2(t), t = 1, ..., N\}$. Sia:

$$r = \left(\frac{1}{N-J} \sum_{t+J=1}^{N} W_1(t)\, W_2\,(t\text{-}J)\right) /$$
$$\left(\frac{1}{N-J} \sum_{t+J=1}^{N} W_1{}^2(t)\right) \left(\frac{1}{N-J} \sum_{t+J=1}^{N} W_2{}^2\,(t)\right)$$

Se $\alpha_j = 0$ allora:

$$(N - J - 1)\,(r^2/1\text{-}r^2) \sim F\,(1, N - J)$$

se fissiamo una soglia adatta di confidenza per esempio ε = 0,05 o 0.01, potremmo calcolare facilmente il valore critico d dalla distribuzione F.

La regola di decisione può scriversi, per r^2, come segue:

$$r^2 \quad \begin{cases} \leq d/(N-J-1+d) & \text{si accetta l'ipotesi } \alpha_j = 0 \\ > d/(N-J-1+d) & \text{si rigetta l'ipotesi } \alpha_j = 0. \end{cases}$$

Test 2

Basato sull'approccio di verosimiglianza

Si calcolano i valori $J_i = 1,2$, della verosimiglianza modificata, per la classe 1 ($\alpha_j = 0$) e la classe 2 ($\alpha_j = 0$):

$$J_1 = - \frac{N}{2} \ln \left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} W_1^2(t) \right)$$

$$J_2 = - \frac{N}{2} \ln \left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} W_1^2(t) \, (1-r^2) \right) - 1$$

Si sceglie la classe che da il valore di J più alto.

Consideriamo ora il caso dove si vuole studiare il problema della causazione tra più di due variabili.

L'approccio a più variabili consente di evitare le distorsioni che vengono introdotte dai fenomeni di multicollinearità.

Si prenda il caso a tre variabili e si considerino le «variabili residue» W_1, W_2 e W_3 ottenibili da Y_1, Y_2 e Y_3.

Supponiamo di aver trovato in un test precedente che entrambe le variabili W_2 e W_3 sono significative prese individualmente per la rappresentazione di W_1.

Ma se si usa un modello a regressione multipla per W,, usando i valori ritardati di W_2 e W_3, si trova che solo una delle due variabili esplicatorie è significativa.

Si consideri analogamente il caso dove per esempio W_2 presa da sola non è significativa ma Io diventa quando è considerata insieme con W_3.

Pertanto bisogna considerare tutte le possibili combinazioni delle variabili ausiliarie per trovare la combinazione che determina se un gruppo di variabili è significativo oppure no.

$$W_1(t) = \sum_{J=1}^{n2} \alpha j \, W_2(t\text{-}j) + \sum_{J=1}^{n3} \beta j \, W_3(t\text{-}j) + \eta(t)$$

$$n_2 > n_3$$

L'ipotesi nulla è: $\begin{cases} \alpha j = 0, J = 1,...n2 \\ \beta j = 0, J = 1,...n3 \end{cases}$

Si vuole verificare statisticamente la validità dell'ipotesi nulla.

Le due procedure presentate per il caso a due variabili possono facilmente estendersi come segue:

Test 3

Basato sulla verifica delle ipotesi

Sia ρ_1 il valore stimato dell'MSE di $W_1(t)$ e ρ_2 la stima dell'MSE del residuo $\eta(t)$, quando l'ipotesi nulla non è vera:

$$\rho_1 \frac{1}{N} \sum_{t=n2+1}^{N} W_1{}^2(t)$$

$$\rho_2 \frac{1}{N - n2)} \sum_{t=n2+1}^{N} [W_1(t) - \sum_{J=1}^{n2} Q_j \, W_2(t\text{-}j) - \sum_{J=1}^{n3} b_j W_3(t\text{-}j)]^2$$

dove Q_j, b_k sono stime di
α_j, β_k, J = 1, n_2
k = 1, . . ., n_3, ottenute usando le osservazioni $W_i(t)$,
i= 1,2,3; t= 1, ..., N.

Se l'ipotesi nulla è vera, allora la statistica x ha la seguente distribuzione F:

$$X = \left(\frac{\rho 1 - \rho 2}{\rho 2}\right)\left(\frac{N - n2 - 1}{n2 + n3}\right) \sim F(n_2 + n_3, N - n_2 - 1)$$

Anche in questo caso si può costruire una opportuna regola di decisione.

Test 4

Basato sull'approccio di verosimiglianza

Si calcolino gli indici di verosimiglianza J_1 e J_2 sotto l'ipotesi nulla e viceversa:

$$J_1 = \frac{N}{2} \ln \rho_1,\ J_2 = -\left(\frac{N - n2}{2}\right) \ln \rho_2 - (n_2 + n_3)$$

Si sceglie la classe con il valore di J più alto.

APPLICAZIONE ALLO STUDIO DI UNA COMUNITÀ ZOOPLANCTONICA

II sistema in istudio è una comunità a clodoceri composta di due predatori, *Leptodora Kindtii* e*Bythotrephes longimanus* e dai filtratori *Daphnia hyalina*, *Bosmina coregoni*, *Diaphanosoma brachyurum* e *Chydorus sphaericus*.

L'attuale stato di conoscenze suggerisce, come possibili interazioni trofiche, per questo sistema quelle schematizzate nella fig. 1.

In questo schema si prendono in considerazione solo interazioni di predazione e competizione.

Per ciascuna delle popolazioni considerate sono noti nel discreto i seguenti dati temporali:
— densità della popolazione in individui/m^3
— tasso unitario di fecondità in uova/giorno x femmina
— tasso unitario di mortalità in individui/giorno x individuo.

I due tassi sono derivati dai dati di densità e temperatura tramite l'uso di un metodo già sviluppato in studi precedenti (Argentesi, de Bernardi e Di Cola, 1974).

Poiché la metodologia statistica qui proposta richiede la contemporanea presenza delle specie, i dati disponibili permettono lo studio di solo una parte dello schema dato in fig. 1.

Questo schema ridotto è presentato in fig. 2.

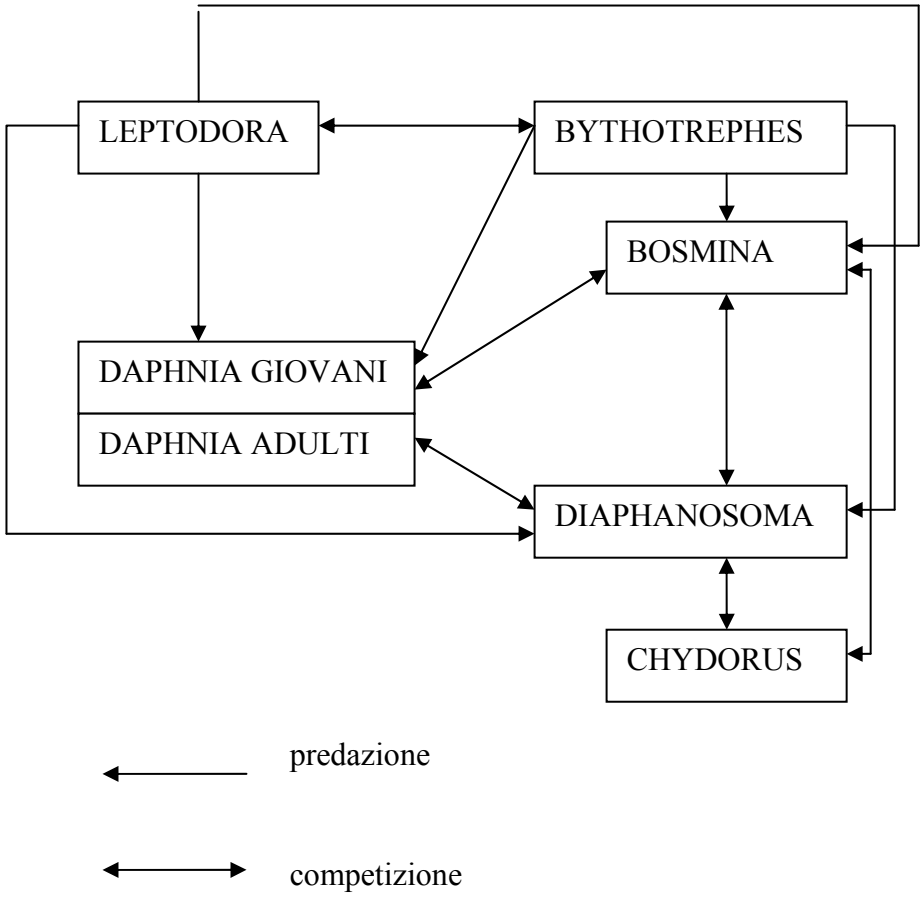


FIGURA 1

Considerando i tre tipi di serie temporali che sono state campio-nate per ogni popolazione, le seguenti relazioni appaiono significanti per la verifica statistica di ipotesi d'interazioni:

Densità della preda	←	Densità del predatore
Mortalità della preda	←	Densità del predatore
Fecondità del predatore	←	Densità della preda
Densità del competitore 1	↔	Densità del competitore 2
Fecondità del competitore 1	←	Densità del competitore 2
Mortalità del competitore 1	←	Densità del competitore 2
Mortalità della preda	←	Fecondità del predatore

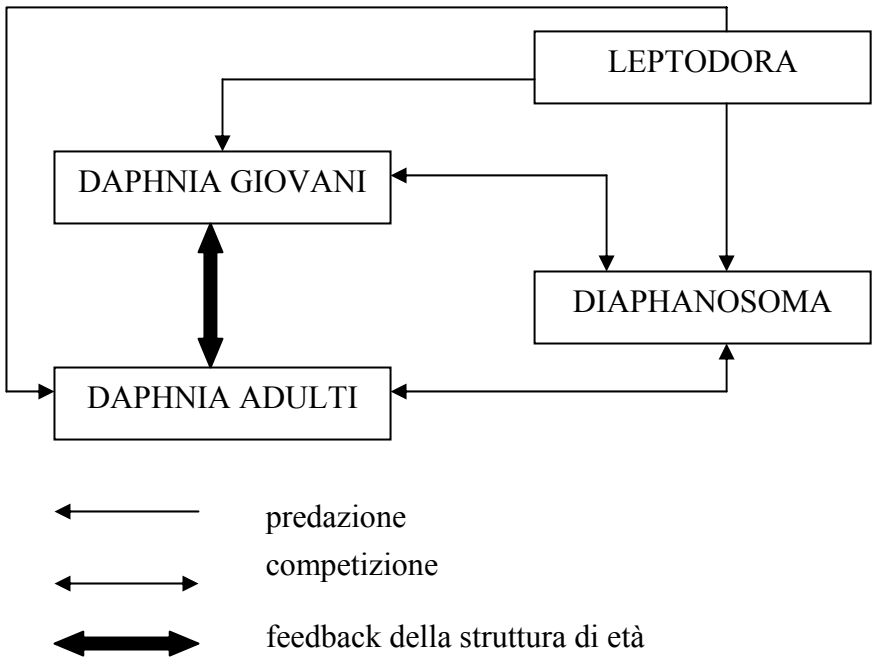


FIGURA 2

I dati raccolti per ogni popolazione della fig. sono stati resi quasi stazionati nel modo seguente:

Sia $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} x_t$

allora

$Z(t) = x(t) - \bar{x}$

$y(t) = \log (Z(t))$

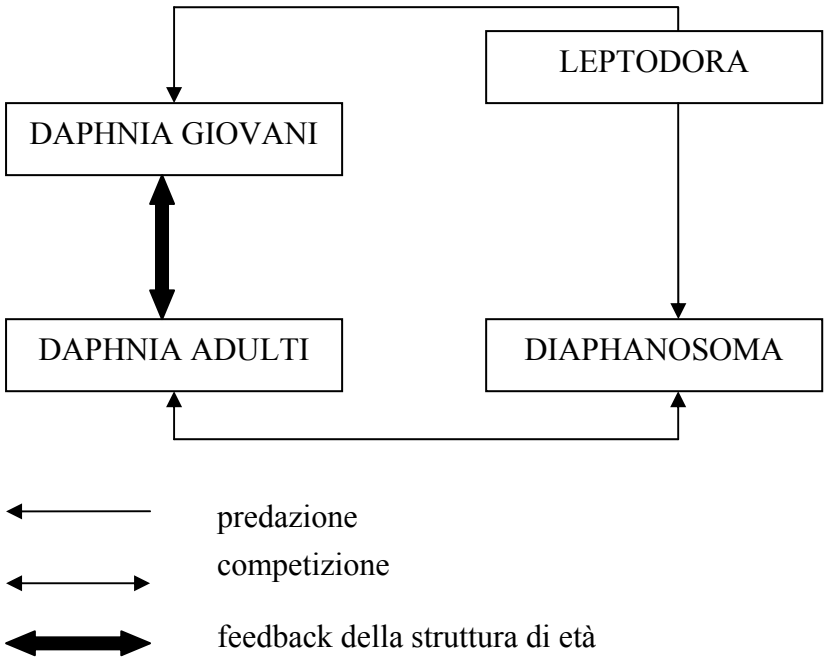


FIGURA 3

La trasformazione logaritmica ha lo scopo di rendere normale, almeno in parte, la densità di probabilità e pertanto di aumentare l'efficienza del predittore lineare rispetto al teorico migliore predittore non lineare.

	L	DA	DY
DA	−		
DY	↔	↔	
DP	−	−	−

TABELLA 1

	L	DA	DY
DA	−		
DY	←	↔	
DP	←	−	−

TABELLA 2
dove per DA/DY, DP/DA e DP/DY
sono state usate le densità di popolazione

L : LEPTODORA
DA : DAPHNIA ADULTI
DP : DIAPHANOSOMA
DY: DAPHNIA GIOVANI

− : non c'è relazione
← : la variabile di colonna è causale per la variabile di righa
↔ : feedback

	L	DA	DY
DA	←		
DY	←	↔	
DP	←	←	−

TABELLA 3

per DA/DY è stata usata la densità
per DP/DA e DP/DY è stata usata la densità di DP contro la mortalità di DY e DA

Su Y(t) l'autocorrelazione viene rimossa tramite il fitting di un modello AR o ARMA a seconda dei casi.

La correlazione tra i residui $W_1(t)$ viene poi studiata con i metodi esposti allo scopo di verificare o rigettare statisticamente le ipotesi d'interazione formulate in fig. 2.

Usando i dati di densità, le interazioni di comunità presenti nei dati di campo sono mostrate nella tabella 1.

Il ritardo nella relazione di feedback DY $\leftrightarrow$ DA è di circa 2 settimane, e per L $\leftrightarrow$ DY di circa 3 settimane.

Usando la mortalità delle prede contro la densità del predatore si ottengono le relazioni mostrate in tabella 2.

Quando si usano invece le mortalità delle prede contro la fecondità del predatore si ottiene lo schema in tabella 3.

Da questo insieme di risultati si vede che solo lo schema d'interazioni dato in figura 3 appare ragionevolmente accettabile se si opera nella base dei dati di popolazione in campo fin questo caso Lago Maggiore).

È nostra convinzione che la relazione di causazione L $\longrightarrow$ DA presente nella tabella 3 sia di natura spuria e probabilmente dovuta al comune legame di L e DA con DY.

I risultati conseguiti in questo studio preliminare sono incoraggianti dal punto di vista metodologico.

Per quanto concerne l'aspetto specifico dell'applicazione studiata bisogna rimarcare che solo le interazioni forti del sistema sembrano poter emergere allo stato attuale delle misure e dei metodi statistici.

BIBLIOGRAFIA

Argentesi F., de Bernardi R., Di Cola & Giussani F. 1973. Numerical study of zooplankton population dynamics, J.R.C. *Annual Report*, EVR 5260: 113-118.

Argentesi F., de Bernardi R. & Di Cola G, 1974. Mathematical models for the study of population dynamics in species with continuous recruitment. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 31: 245-275.

Argentesi F., de Bernardi R. & Di Cola G. 1977. Some mathematical methods for the study of population dynamics. *Proc. 1st World Conf.*

on Mathematics at the Service of Man. Barcelona, Spain, 11-16 July 1977.
de Bernardi R. 1977. An experimental approach to the interspecific and interspecific competition between two species of *Daphnia*: D. *pulicaria* (Forbes) and D. *hyalina* Leydig. *Vest. Cs. Spol. Zool*. (in press).
Granger C.WJ. 1963. Economic processes involving feed back. *Informat. Contr*. 6: 28-48.

NOTA SULLA SEDIMENTAZIONE ATTUALE DEL FONDO-VALLE NEL GOLFO DI TARANTO

G. GABBIANELLI* e S. ROSSI**
*Istituto di Geologia e Paleontologia - via Zamboni 67 - 40127 Bologna.
**Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R. - via Zamboni 65 - 40127 Bologna.

Il Golfo di Tarante (fig. 1) corrisponde ad una grande depressione valliva (Valle di Tarante) sub-rettilinea ed orientata NW-SE. La sua testata inizia circa al margine della piattaforma continentale fra Ginosa Marina e Scanzano. Da qui numerosi canyons scendono sino a circa 1200 m di profondità, confluendo fra loro e nel fondo-valle.

Le registrazioni ecografiche hanno fornito alcune informazioni sulla dinamica sedimentaria del fondo attuale della Valle di Tarante. La sua parte settentrionale è stata identificata nei pressi della foce del fiume Bradano, dove risulta molto intensa la fase erosiva (fig. 2,a). Proseguendo verso SE, il fondo-valle inizia ad allargarsi (fig. 2,b) raccogliendo gran parte dei sedimenti affluiti dai canyons tributari. Un restringimento si verifica invece nella parte centro-meridionale dove è presente una notevole erosione (fig. 2,c); prosegue poi con un nuovo allargamento nella parte meridionale.

Nel fondo-valle si possono notare delle incisioni a "V" che non sono sempre presenti e che risultano localizzate prevalentemente nel suo margine occidentale. Esse dimostrano l'esistenza di una fase erosiva e di trasporto ancora in atto.

Le registrazioni S.B.P. mostrano inoltre nel fondo-valle delle piccole ondulazioni con altezza di circa 4-5 m e lunghezza di circa 100 m. Esse indicano ancora una forte azione delle correnti di fondo, per cui si sono formate delle zone dove risulta caotico il depositarsi dei sedimenti.

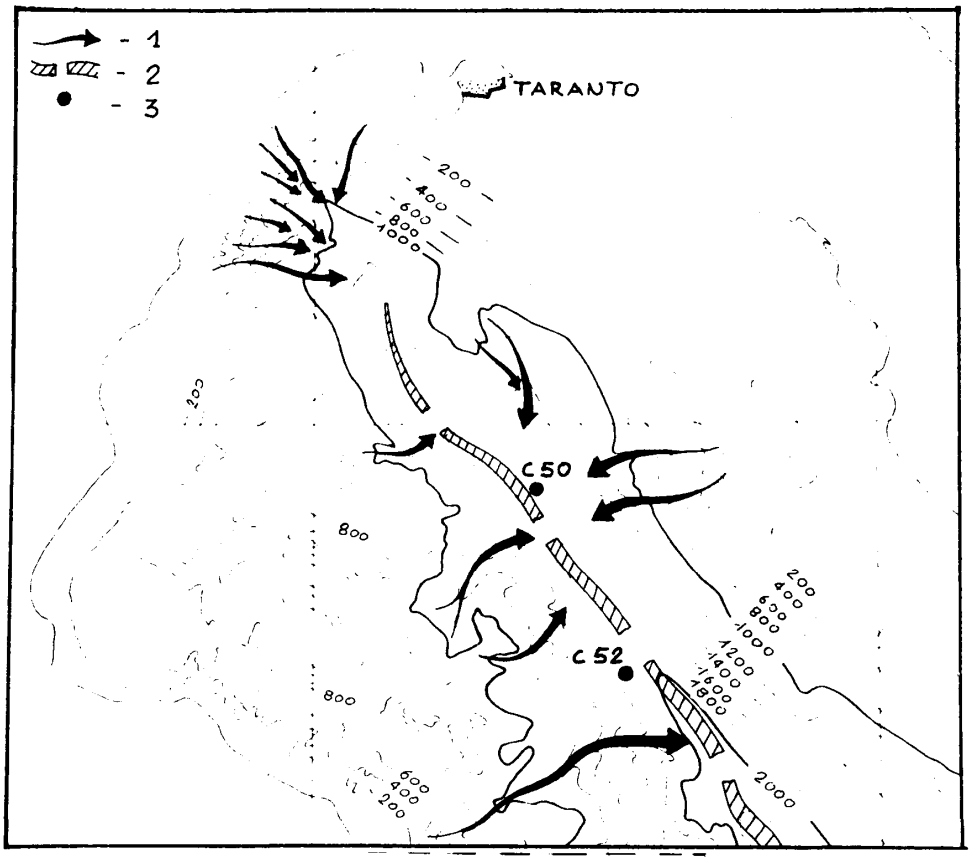


FIG. 1 - Schema morfologico del Golfo di Taranto
1. assi dei principali canyons
2. asse del fondo della Valle di Tarante
3. ubicazione delle carote.

Anche ai bordi del fondo-valle si possono osservare numerosi fenomeni di "slumpIngs", provenienti dalla scarpata.

Il fondo-valle infine costituisce un netto limite tra i versanti E ed W del Golfo, avendo questi ultimi caratteristiche morfologiche molto diverse fra loro. Il versante NE mostra infatti fondali pressoché uniformi ed a debole pendenza, mentre il versante SW ha un fondo molto irregolare, rotto da incisioni, elevazioni ed estensioni semipianeggianti. Questa diversa morfologia superficiale rispecchia la situazione tettonica espressa in profondità. Il versante W del Golfo di Tarante è infatti la continuazione in mare delle coltri alloctone ap

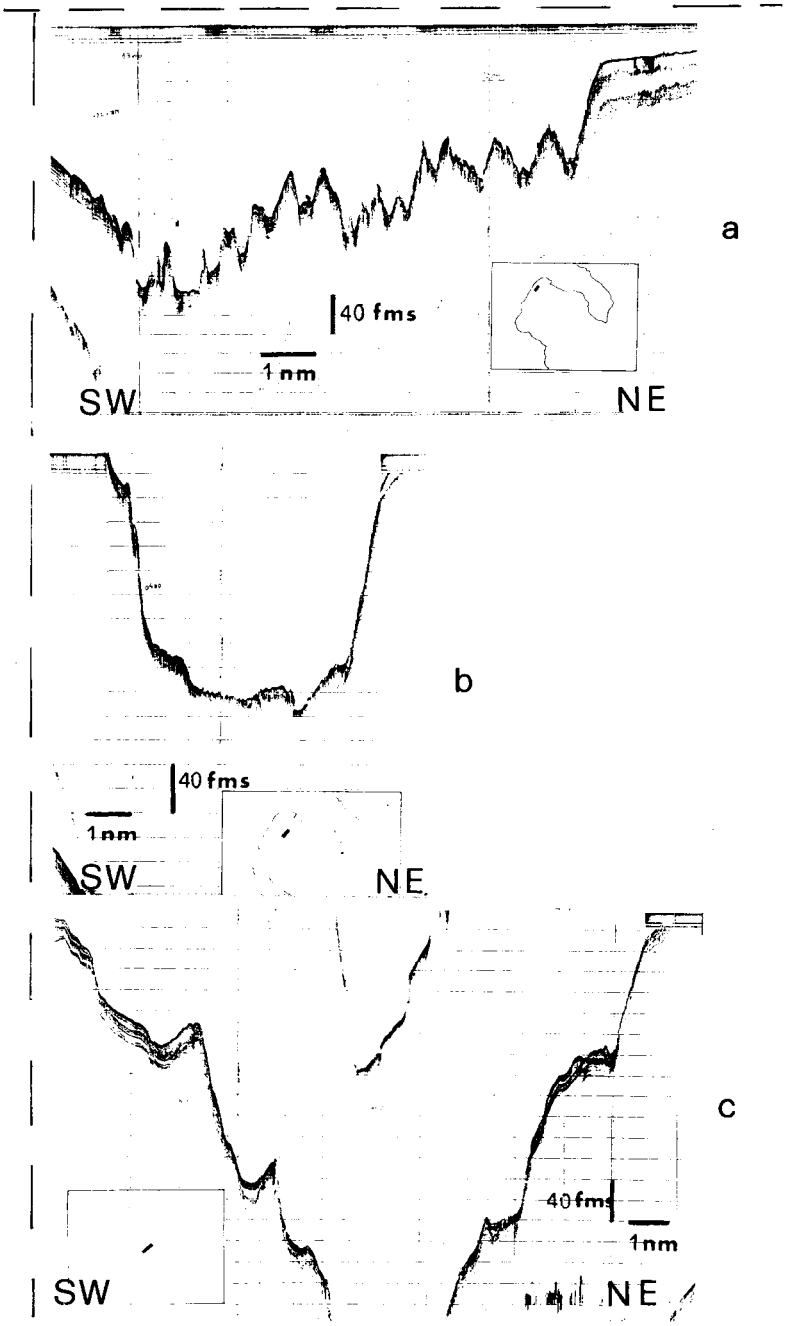


FIG. 2. - Fondo-valle del Golfo di Taranto
a. Macroaccidentalità nella zona settentrionale
b. Allargamento con parziale erosione nella zona centrale
c. Fondali ancora in erosione nella zona meridionale.

penniniche; il versante E è invece costituito da calcari mesozoici dell'avampaese pugliese, ricoperti da terreni terziari e plio-quaternari.

Su due carote (J 73-50 e J 73-52) prelevate ai bordi del fondo-valle è stata eseguita una ricerca sedirnentologica, i cui dati di prelievo sono stati schematizzati in Tab. 1. Lo studio verte soprattutto sulle caratteristiche granulometriche di 38 campioni (Tab. 2), mentre una sommaria analisi è stata compiuta su 5 sezioni petrografiche e su 19 campioni micropalentologici.

Nella carota J 73-50 predominano nettamente le argille e le argille siltose, spesso laminate e con colorazioni passanti dal giallo al grigio. Frequentemente, intercalati al fango, vi sono dei livelli sabbiosi, 16 in totale, con spessori molto variabili (da qualche cm a 22 cm) con colorazioni tendenti al marrone nerastro. Essi sono probabilmente dovuti a fenomeni turbiditici. Procedendo dall'apice verso la base, sono stati distinti 43 limiti indicanti variazioni nei processi di sedimentazione (fig. 3).

Come per la precedente, anche nella carota J 73-52 si ha prevalenza di argilla e argilla siltosa con colorazioni grigio-giallastre. Sono stati riconosciuti 33 livelli pelitici, alcuni dei quali rappresentati solo da variazioni di colore. Anche in questa carota vi sono degli orizzonti sabbiosi, 8 in tutto, imputabili a correnti torbide.

Alcuni campioni di fango analizzati a varie altezze nelle carote indicano argille siltose di età olo-pleistocenica. In alcune parti risultano frammisti a sabbia in lamine discontinue e/o in grumi. L'origine di tali fanghi è forse da imputarsi alle argille marnose e variegate ap-penniniche o alle argille azzurre pedeappenninicbe plio-calabriane che occupano la fossa bradanica (Dell'Anna & Garavelli, 1972).

L'analisi dei campioni a granulometria grossolana indica, per ambedue le carote, la presenza di sabbia, sabbia argillosa e argilla sabbiosa, tutte con classazione pessima. Questi sedimenti sono marcati alla base da un contatto netto ed eroso e, talora, sono gradati; all'apice passano ad argille con contatti sfumati ed irregolari. Spesso si notano laminazioni orizzontali discontinue e convolute.

Dato lo scarso numero di carote analizzate non è stato ovviamente possibile effettuare un'organica trattazione sedImentologica. Si è potuto ugualmente osservare, anche sulla base delle registrazioni ecogra-iiche, che le due aree di prelievo sono state interessate da un susse

TAB. 1. - Dati relativi al prelievo.

Carota	Latitudine N	Longitudine E	Profondità m	Lunghezza cm	Carotiere tipo
J73-50	39°54'.2	17°24'.6	1639	583	Kullemberg
J73-52	39°39'.0	17°33'.6	1837	368	Kullemberg

guirsi di periodi di sedimentazione pelitica interrotta da fenomeni turbiditici.

Diversità di composizione viene rilevata dall'analisi di 5 sezioni sottili ricavate dalle frazioni sabbiose superiori a 2.5 Phi. Nella carota J 73-50 (sezioni ai cm 7, 189 e 343) vi è una prevalenza di quarzo con plagioclasi, ortoclasio e miche come accessori. Nella carota J 73-52 (sezioni ai cm 141 e 390) si ha invece prevalenza di carbonati con miche, magnetite e quarzo; i carbonati si sono rivelati di origine clastica essendo formati in prevalenza da calcite cristallina. Nel primo caso si potrebbe trattare di sedimenti derivati dal disfacimento di rocce granitico-metamorfiche (Massiccio Calabro?); nel secondo si potrebbe pensare a disfacimento di rocce calcaree (Penisola Salentina?).

I dati micropaleontologici infine, basati sulle percentuali numeriche di *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia inflata* e *Globigerina pachyderma*, hanno permesso di riconoscere il limite Würm III - post-Würm al cm 237 della carota J 73-50.

RIASSUNTO

Vengono esposti alcuni risultati sedimentologia ottenuti nel Golfo di Taranto durante una crociera eseguita con la N/O BANNOCK del C.N.R. nel 1974.

Nel Golfo sono stati riconosciuti due versanti morfologicamente differenziati ed un fondo-valle. Quest'ultimo è formato da un'ampia depressione con andamento NW-SE. L'analisi delle registrazioni eco-grafiche mostra che il fondo-valle, seppur alimentato da sedimenti attuali, presenta un'intensa fase erosiva. L'analisi di due carote prelevate sui fianchi del fondo-valle ha permesso di evidenziare prevalentemente una sedimentazione di tipo turbiditico.

TABELLA 2.
CAROTA J73-50

Prof. carnp.	SABBIA	SILT	ARGILLA	Parametri di INMAN			
cm	%	%	%	Mdφ	Mφ	σφ	Sk
0-3	33,7	18,7	47,6	7,7	6,5	3,2	0,4
3-4	57,7	15,1	27,2	3,7	6	3,2	0,7
5-6	76,2	8,6	15,2	3,5	5,1	2,8	0,7
18-20	51,6	17,3	31,1	3,9	6,3	3,2	0,7
38-40	45,7	15,1	39,2	6,2	6,3	3,3	0,03
62-63	1	20,5	78,5	8,9	8,9	1,4	0,06
78-81	59,8	11,6	28,6	3,8	6,6	2,9	0,8
87-89	52,5	9,5	38	3,9	6,3	3,3	0,7
127-128	74,6	8,2	17,2	3,4	5,5	2,7	0,8
130-131	91,2	4,4	4,4	2,9	3	0,7	0,1
136-137	27,7	19	53,3	8,2	6,6	3,4	-0,5
164 165	4,3	23,8	71,9	9,2	8,8	1,5	-0,3
189-191	50,4	10,9	38,7	3,4	6,1	3,4	0,6
197-199	87,7	5	7,3	2,8	2,9	0,8	0,2
208-209	28,1	23,8	48,1	7,9	6	3,7	-0,5
211-213	40,2	17,2	42,6	7,3	5,8	3,8	-0,4
240-241	4,9	21,8	73,3	8,9	8,8	1,5	-0,1
280-281	73,5	9,4	17,1	3,3	5,4	2,8	0,7
341-342	59,5	10,9	29,6	3,8	6,1	3,1	0,7
344-346	64,8	9,1	26,1	3,3	5,6	3,4	0,7
350-352	61,5	11,2	27,3	3,7	6	3	0,7
413-415	2,4	32,3	65,3	8,7	8,7	1,6	0,03
445-446	57,8	15,1	27,1	3,8	6,1	3	0,7
488-490	59,1	11,8	29,1	3,6	6	3,3	0,7
510-511	9,8	26,2	74	8,4	8,1	2,3	-0,1
544-546	34,2	20	45,8	2,6	2,8	0,7	0,2
570-572	45,3	15,8	38,9	6,2	6	3,6	0,06
CAROTA J73-52							
82-83	1,9	21,4	76,7	9,1	9	1,4	-0,04
134-136	29,4	15	55,6	8,3	6,7	3,4	-0,5
138-140	71,5	11,5	17	3,5	5,4	2,8	0,7
142-144	59,9	13,5	26,6	3,8	6,2	3,1	0,8
152-154	28	18,5	53,5	8,2	6,9	3,2	0,4
156-158	66,8	12	21,2	3,5	5,8	2,8	0,8
167-168	62,3	14,7	23	3,2	6,2	2,8	1,1
198-200	60,7	12,4	26,9	3,9	6,3	3	0,8
215-217	56,6	18	25,4	4	6,3	2,8	-0,8
240-241	3,2	25,3	71,5	9,1	8,7	1,7	-0,2
318-320	1	36,4	62,6	8,7	8,6	1,6	0,08
385-386	20,9	30,9	48,2	7,9	13	3	1,7

FIG. 3 – Carote C50 e C52 raccolte nel fondo della Valle di Taranto

BIBLIOGRAFIA

Dell'Anna L., Garavelli C.L. 1972. Notizie mineralogiche e chimiche sui sedimenti attuali del Golfo di Tarante. *Geol. Appl. e Idrogeol*., Vol. VII, pp. 101-126. Bari.

Inman D,L. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Journ. Sed. Petr.*, Vol. XXII, pp. 125-145. Menasha.

Rossi S., Gabbianelli G. 1978. Geomorfologia del Golfo di Tarante. *Boll. Soc. Geol. It.*, 97, 423-437, 13, 1 tab., 3 tavv., Roma.

PRIME OSSERVAZIONI SULLA MORFOLOGIA DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE PROSPICIENTE IL LITORALE METAPONTINO (GOLFO DI TARANTO)*

E. COCCO, T. DE PIPPO & G. D'IORIO
Istituto di Geologia e Geofisica dell'Università di Napoli

INTRODUZIONE

Questo lavoro è un primo contributo allo studio fisiografico della piattaforma continentale del Golfo di Taranto nell'area compresa tra Castellaneta Marina e la foce del F. Basente. Esso trae origine dalla esecuzione di una carta batimetrica di dettaglio (fino alla profondità di 100 m) resa possibile dalla concessione di un finanziamento «suppletivo» del C.N.R. nell'ambito delle ricerche condotte sulla fisiografia ed evoluzione dei litorali nell'area campione Alto Ionio, allo scopo di risalire ai meccanismi attraverso i quali il canyon sottomarino di Taranto («Valle di Taranto») influenza la dinamica litoranea e quindi l'evoluzione medesima dei litorali.

La carta batimetrica è stata redatta in base a profili trasversali alla costa effettuati ad intervalli di 150-500 m nell'area compresa tra le foci dei fiumi Basente e Bradano e ad intervalli di 400-700 m tra Foce Bradano e Ginosa Marina, in corrispondenza dei caposaldi posizionati sulla spiaggia emersa per le ricerche sulla fisiografia del litorale (fig, 1).

I profili sono stati eseguiti con un ecografo Atlas 450 sp. portatile, perpendicolarmente ad una base fissa (pressoché parallela alla co

*Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato «Conservazione del Suolo», S.P. «Dinamica dei Litorali»; pubblicazione n. 60. Contratti di ricerca C.N.R, n° 77.684 e 685 - 78.678.

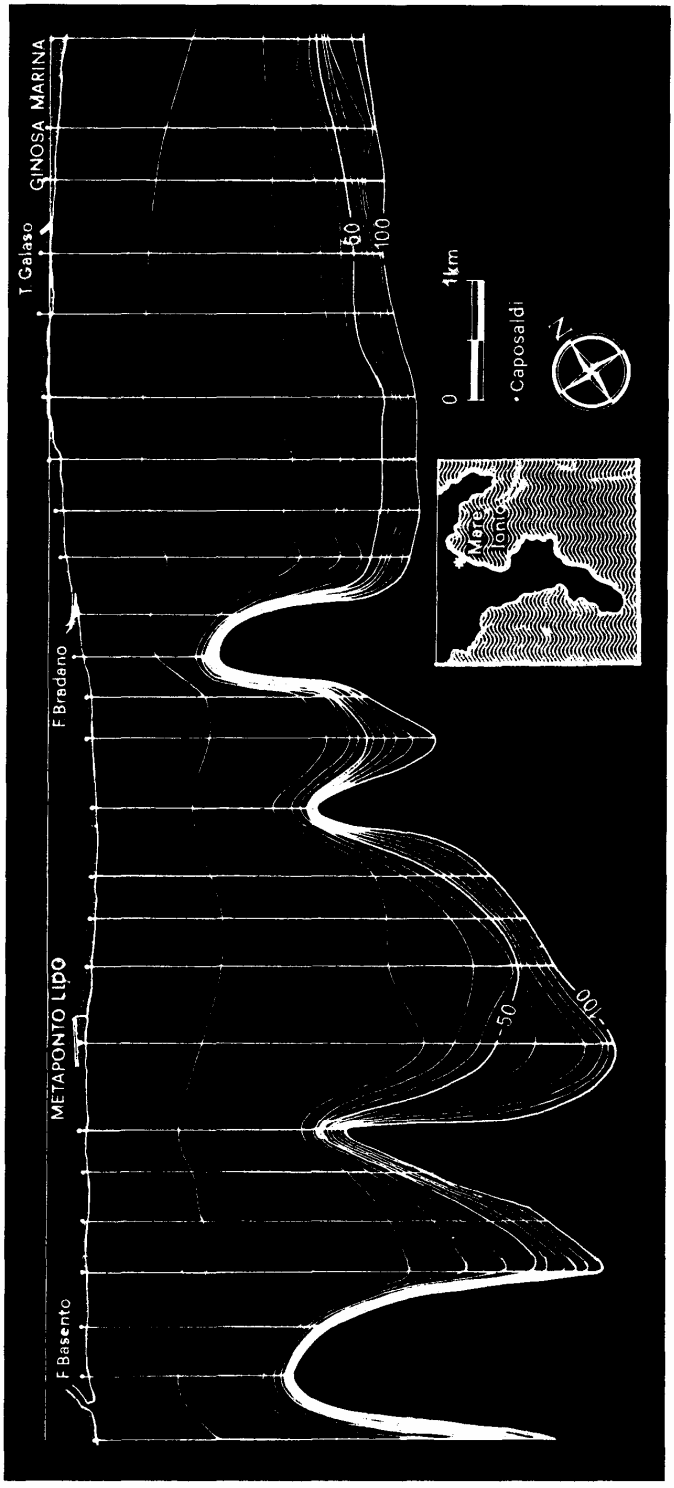


FIG. 1. - Carta batimetria del litorale «metapontino».

sta) con l'ausilio di due tacheometri per l'esatta definizione della rotta dell'imbarcazione e per la lettura dei valori angolari necessari al calcolo delle distanze progressive.

CARATTERI MORFOLOGICI

PIATTAFORMA

Si riconoscono due tratti fisiograficamente diversi. Un primo tratto, prospiciente il litorale tra Ginosa Marina e la foce del F. Bradano, presenta un'ampiezza uniforme di 2,5 Km ed una pendenza anch'essa pressoché uniforme del 2 % fino alla batimetrica —20 e del 6 % fino alla batimetrica —40/—50 m dove è localizzato il suo limite esterno (*shelf break*).

Segue la scarpata con pendenze comprese tra il 15 ed il 22 % (fino alla batimetrica —100).

Un secondo tratto, tra i fiumi Bradano e Basente, di ampiezza variabile tra 1 e oltre 3,5 km, è caratterizzato dalla presenza di numerose testate di canyons sottomarini. La minima ampiezza si riscontra in corrispondenza delle foci dei fiumi Bradano e Basente: la pendenza è del 2 % circa, il limite esterno è individuato dalla batimetrica —20/—25 m. La massima ampiezza si riscontra nel tratto prospiciente Metaponto Lido: la pendenza è dell' 1 %, il limite esterno è localizzato alla profondità di 25 m.

Segue la scarpata con pendenze comprese tra il 5 ed oltre il 70 % (in asse ai canyons).

CANYONS

Sono stati riscontrati esclusivamente nell'area prospiciente il litorale compreso tra i fiumi Bradano e Basente. Come già detto le loro testate incidono il margine esterno della piattaforma continentale ad una profondità di 20-25 m e ad una distanza minima dalla linea di riva inferiore ad 1 km. Si tratta di canyons secondari che concorrono a profondità elevate nel canyon principale del Canale di Tarante che si sviluppa con orientamento dapprima nord-ovest sud-est (fino a —1300 m) quindi nord sud (fino ai 1500-2000 m della piana batiale-abissale ionica).

I canyons presentano un tratto superiore con pendenza del 15-25%

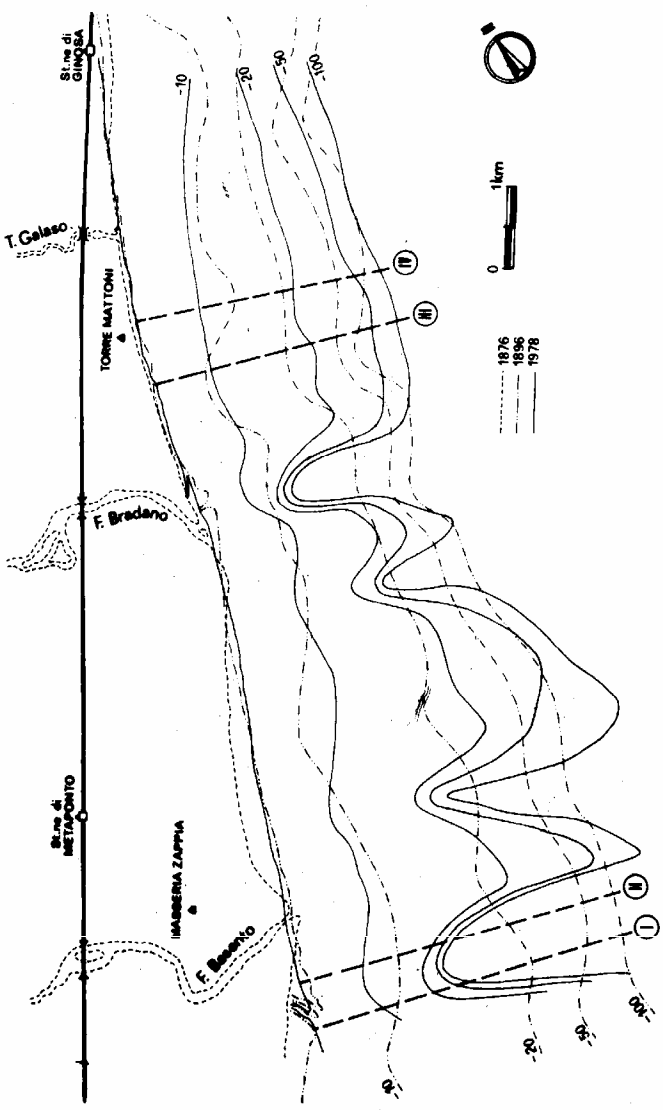


FIG. 2. - Confronto tra le carte batimetriche del 1896 e del 1978. Linea di costa e batimetrie del 1978 (linea continua) e del 1896 (linea spezzata); linea di costa ed alvei fluviali del 1876 (linea tratteggiata): I/IV: tracce dei profili di fig. 3.

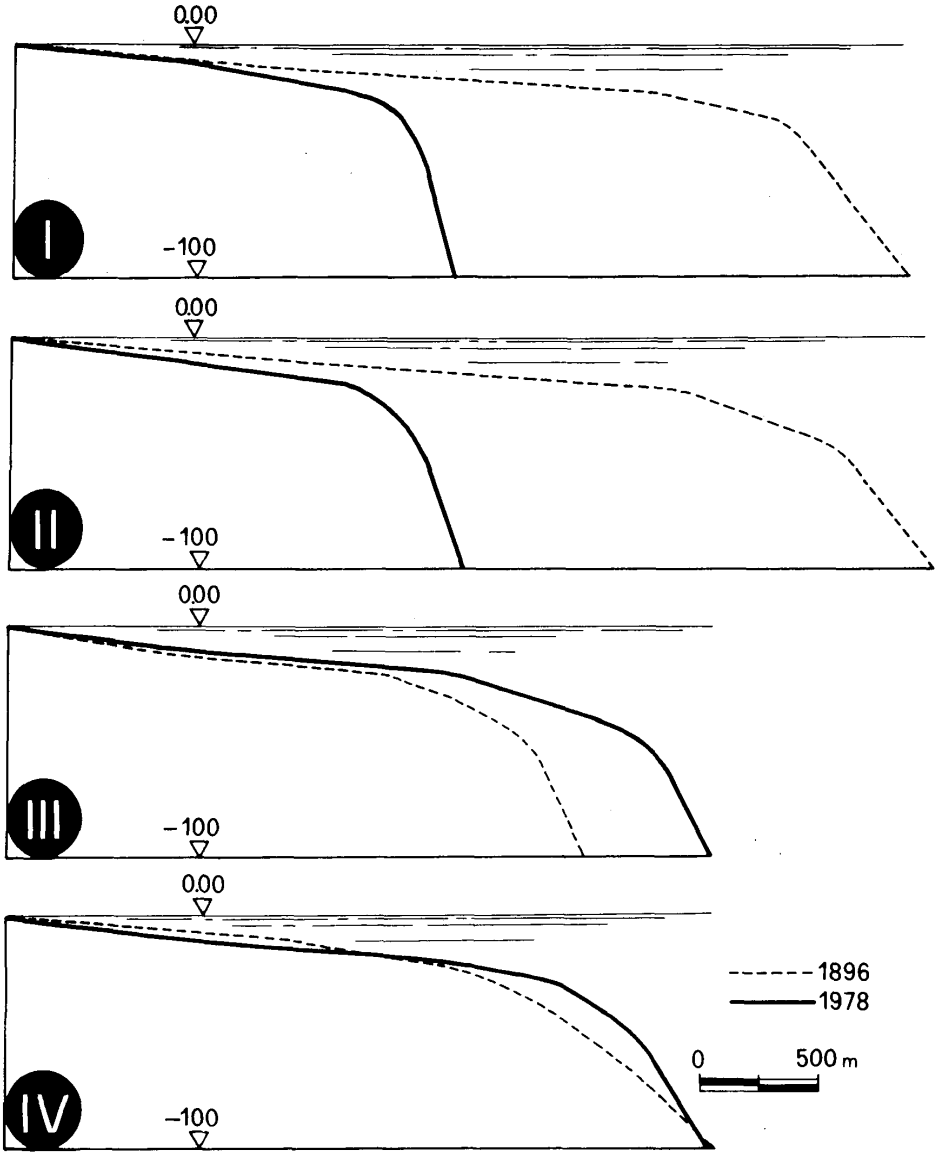


FIG. 3. - Profili batimetrici della zona di Foce Basente (I e II) e di Torre Mattoni (III e IV, v. fig. 2).

ed un tratto inferiore con pendenza elevatissima (fino al 70 %); la distanza tra i fianchi, anch'essi a pendenza particolarmente alta, varia da poche centinaia di metri ad 1 km circa. :

POSSIBILI MODIFICAZIONI DELLA PIATTAFORMA «METAPONTINA» NELL'ULTIMO SECOLO

Dal confronto tra la carta batimetrica attuale redatta in base ai profili batimetrici e la carta del 1896 ricostruita in base alle copie dei grafici originali di scandagliamento reperiti presso l'Istituto Idrografico della Marina, risultano evidenti le profonde modificazioni morfologiche intervenute nella piattaforma e nella scarpata superiore fino alle batimetriche —100/—150 (fig. 2).

Nell'area prospiciente il vecchio alveo del fiume Bradano (tra Torre Mattoni e l'attuale alveo) e nell'area prospiciente Metaponto Lido si sarebbe verificata una progradazione della piattaforma fino oltre 500 m verso il largo, con accrescimento di 20-40 m di sedimenti mentre in corrispondenza degli attuali alvei del Bradano e del Basente si sarebbero prodotte due profonde incisioni con notevole arretramento delle batimetriche comprese tra —20 e —100 m (oltre 2 km verso riva) con erosione fino a 80 m di sedimenti e con un volume di masse coinvolte dell'ordine di 100-200 x IO6 me.

Le modificazioni morfologiche e lo spessore dei sedimenti interessati a deposizione o erosione è messo anche in evidenza dal confronto tra alcuni profili originali di scandagliamento del 1896 e analoghi profili del 1978 tracciati lungo il medesimo allineamento (fig. 3).

Una situazione confrontabile, per certi versi, a quella descritta è schematizzata da Rumhor e Ibbeken (1975) per la zona del Canyon di Buonamico-Careri (Calabria Ionica Meridionale): vengono messe in evidenza notevoli modificazioni, intervenute nell'ultimo secolo, nella morfologia sottomarina quale risultato di attivi processi di sedimentazione (fino a 40 m sulla Piattaforma esterna) e di erosione (fino a 80 m nella parte superiore del Canyon e al disotto dello shelf break).

Reimnitz e Gutierrez (1970) riportano evidenze di una stretta correlazione nell'area di Rio Balsas, Messico Occidentale, tra migrazioni di alvei fluviali e rapide modificazioni nella configurazione e nella profondità delle porzioni più prossime alla riva dei Canyons «tributati». Secondo gli AA. un rapido arretramento della linea di costa sembra

essere responsabile della disattivazione di numerosi Canyons sottomarini con testate che prendono origine al limite esterno della piattaforma continentale.

CONCLUSIONI

Da quanto su esposto risulta chiaro che le profonde modificazioni intervenute nella morfologia sottomarina della piattaforma continentale del litorale «metapontino», si sarebbero verificate tra il 1896 e il 1978, assumendo che i rilevamenti effettuati alla fine del secolo scorso abbiano un sufficiente grado di attendibilità.

Se tali rilevamenti, al contrario, hanno scarsa attendibilità, allora la tormentata morfologia sottomarina, ovviamente preesistente, assumerebbe un significato ben diverso.

In ambedue i casi allo stato attuale delle conoscenze, rimane aperto il problema della genesi e della evoluzione dei Canyons (correlazione con lo spostamento degli alvei fluviali, alterazioni dei naturali processi dinamici di trasporto e di erosione dei sedimenti sulla piattaforma, dislocazioni tettoniche, paleomorfologie).

BIBLIOGRAFIA

Cocco E., Cravero E., Di Geronimo S., Mezzadri G,, Parca G.C., Pescatore T-, Valloni R. & Vinci A. 1975. Lineamenti geomorfologici e sedimentologici del litorale Alto Ionico (Golfo di Tarante). *Boll. Soc. Geol. It.* 94, 993-1051.

Istituto Idrografico della Marina. 1896 e 1959. Carta batimetrica n. 27 e grafici originali di scandagliamento.

Reimnitz E. & Gutierrez-Estrada M. 1970. Rapid changes in the head of the Rio Balsas submarine canyon systems, Mexico. *Marine Geology*, 8, 245-258.

Rossi S. & Borsetti A.M. 1974. Dati preliminari di stratigrafia e di sismica del Mare Ionio settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.* suppl. 2 al vol. XIII - 1974, 251-259.

Rumhor J. & Ibbeken H. 1975 Submarine morfology of Southeastern Calabria, Italy (Ionian Sea). *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit*., 23, 4a, 245-246.

Selli R. & Rossi S. 1975. The main geological features of the Ionian Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit*., 23, 4a, 115-116, Monaco.

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E SEDIMENTOLOGICHE DEELA SPIAGGIA EMERSA E SOMMERSA TRA EA FOCE DEL F. BASENTO E CASTELLANETA MARINA (GOLFO DI TARANTO)

C. AMORE*, E. COCCO**, M.A. de MAGISTRIS**,
T. DE PIPPO**, E. GIUFFRIDA*
*Istituto di Scienze della Terra, Università di Catania.
**Istituto dì Geologia e Geofisica, Università di Napoli.

Vengono esposti i primi risultati delle variazioni intervenute nel periodo aprile/ottobre 1977 nella morfologia e nei caratteri tessiturali della spiaggia emersa e sommersa del tratto di litorale alto ionico compreso tra la foce del F. Basente e Castellaneta Marina ([1]).

Gli studi sulla spiaggia emersa sono stati condotti dall'U.O. afferente all'Istituto di Geologia e Geofisica dell'Università di Napoli, quelli sulla spiaggia sommersa dall'U.O. afferente all'Istituto di Scienze della Terra dell'Università di Catania.

Sulla spiaggia emersa sono state effettuate tre campagne (nei mesi di aprile, giugno e settembre-ottobre 1977) con rilevamenti topografici trasversali distanziati di 150-650 m nell'area Basento-Bradano e di 400-750 m nell'area Bradano-Castellaneta M. (in totale 33 stazioni dì rilevamento). Nel corso delle campagne sono stati prelevati circa 300 campioni di sabbia dalla battigia, dalla spiaggia p.d. e dalla cresta del primo cordone dunare; sono state inoltre compilate per ogni profilo delle tabelle con dati sull'intensità e direzione del vento, sulla intensità e direzione del moto ondoso e sul tipo di frangimento.

([1]) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato «Conservazione del Suolo», S.P. «Dinamica dei Litorali»; pubblicazione n, 61. Contratti di Ricerca C.N.R. n° 77.685.81, 78.678.87, 77,665.87, 78.651,87.

Il confronto tra i vari profili topografici ha consentito di rilevare interessanti indicazioni sulle variazioni morfologiche e volumetriche del litorale.

Per quanto attiene alla spiaggia p.d., è stato possibile distinguere (fig. 1) una zona sud occidentale con ampiezza compresa tra 10 e 30 m (tra i profili 2 e 14), una zona centrale con ampiezza compresa tra 20 e 80 m (tra i profili 18 e 24) e una zona nord orientale (tra i profili 25 e 33) con ampiezza costante intorno ai 25 m.

Variazioni di un certo interesse nel periodo aprile-ottobre 1977 sono osservabili nelle zone tra i profili 8/14, 17/19 e 26/33, caratterizzati da arretramento della linea di riva con valori compresi tra 1 e 10 m (fig. 1), mentre tra i profili 20/24 sì assiste ad avanzamenti cospicui compresi tra 6 e 20 m.

Per quanto riguarda le modificazioni della duna è stato possibile mettere in evidenza (fig. 2) una generale tendenza all'arretramento con valori piuttosto costanti (intorno ai 4 m) tra i profili 8/13 e con valori variabili da 1 a 10 m tra i profili 14/20.

Le variazioni volumetriche della spiaggia sono illustrate dal diagramma di fig. 2: ad una prima zona con tendenza alla diminuzione dei volumi (profili 7/11) o con variazioni pressoché mille (profili 12/20) segue una vasta zona (tra Foce Bradano e Ginosa Marina) caratterizzata da una netta tendenza all'aumento dei volumi dei materiali con valori compresi tra 30 e oltre 100 me. Da Ginosa M. fino a Castellaneta M. si nota infine una certa tendenza alla diminuzione dei volumi.

Sui numerosi campioni prelevati nel corso delle varie campagne sono state eseguite le analisi granulometriche allo scopo di determinare i parametri statistici introdotti da Folk e Ward (1957).

I valori di Mz per la battigia e per la spiaggia, lungo tutto l'arco di litorale e nel periodo aprile-ottobre, sono compresi tra l,5φ e 2φ (sabbie medie). La media calcolata sulla distribuzione delle medie non ha mostrato variazioni significative nell'ambito dei diversi periodi per i due ambienti citati (valori compresi tra l,88φ e l,77φ). Per la duna è stato possibile differenziare una fascia centrale (da poco a nord di Metaponto Lido a Ginosa Marina) caratterizzata da sabbie fini ed una fascia settentrionale con sabbie medie e medio-fini.

Per quanto attiene alla deviazione standard (σ^1) è stato possibile differenziare, esclusivamente per i campioni di battigia, una zona cen

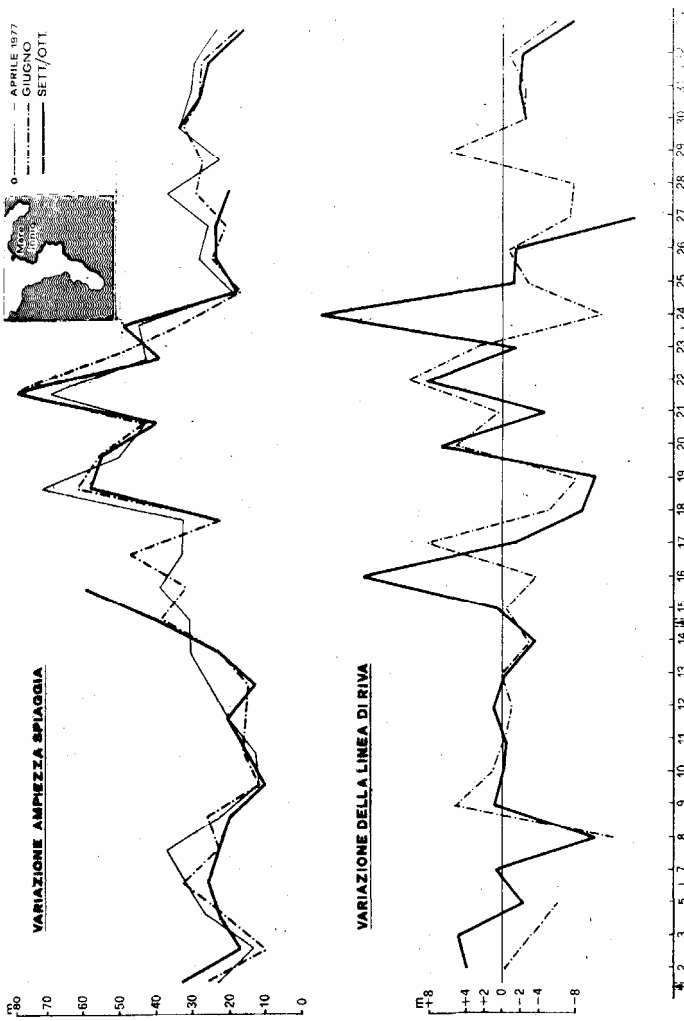


FIG. 1. - Ampiezza della spiaggia e variazioni della linea di riva nell'area in studio (i valori positivi indicano avanzamento).

trale (tra i profili 10 e 24) a maggiore variabilità con sabbie da molto ben classate a ben classate; le altre zone non mostrano variazioni significative nei periodi considerati (sabbie generalmente molto ben classate).

Il confronto tra Mz e σ^1 mette in evidenza, nei periodi di giugno e settembre, una buona differenziazione delle sabbie di duna (molto ben classate e medio-fini) rispetto a quelle di spiaggia e di battigia (da molto ben classate a ben classate, sabbie medie). Nel mese di aprile si nota una sovrapposizione totale di campi.

I valori della asimmetria consentono invece una certa distinzione tra i tre ambienti, nell'ambito delle varie campagne. In particolare per la battigia sì nota una distribuzione pressoché simmetrica dei valori nella zona tra Foce Bradano e Ginosa M., una tendenza all'asimmetria positiva tra Ginosa M. e Castellaneta M., mentre per la zona meridionale risulta evidente una distribuzione dei valori da simmetrici ad asimmetrici positivi, fatta eccezione per il mese di giugno con valori decisamente asimmetrici negativi. Per la spiaggia si osserva un passaggio graduale da valori decisamente negativi della zona meridionale a valori quasi simmetrici della zona centrale ed infine a valori decisamente positivi della zona settentrionale. La duna è caratterizzata invece da valori decisamente positivi (zona meridionale) o tendenti ad asimmetrici positivi (zona centro-settentrionale).

L'esame della curiosi (K_G) consente di differenziare in special modo una zona meridionale con depositi dunari e di spiaggia caratterizzati da curve di tipo leptocurtiche e una zona settentrionale con curve pressoché mesocurtiche o tendenti a leptocurtiche. Nei campioni di battigia si osserva una distribuzione molto variabile tra Ì valori 0,9-1,5 (curve da meso a leptocurtiche).

Dal confronto tra i valori di curtosi e di asimmetria è stato possibile differenziare sufficientemente i vari ambienti, in special modo nel periodo aprile-giugno: la duna presenta infatti depositi con curve da meso a leptocurtiche con asimmetria tendente a fortemente positiva, la spiaggia depositi quasi simmetrici ed infine la battigia depositi con tendenza ad asimmetria fortemente negativa.

Sulla spiaggia sommersa sono state effettuate due campagne, nei mesi di giugno e ottobre, con rilevamenti batimetrici eseguiti mediante ecoscandaglio scrivente montato su battello pneumatico per il tratto compreso tra le isobate 20-1 m, mentre tra l'isobata di 1 m ed il gradi

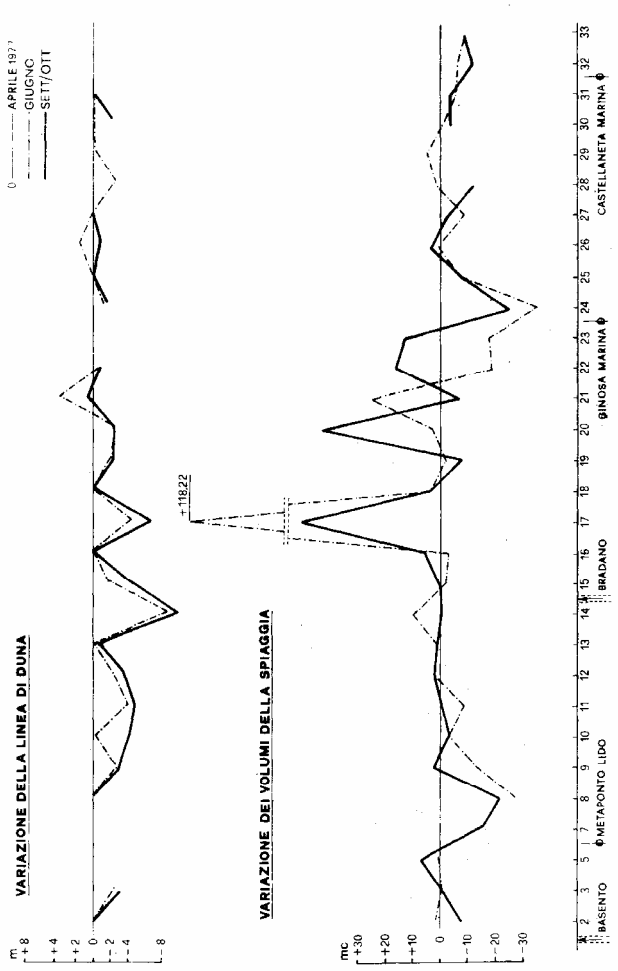


FIG. 2. - Variazioni della linea di duna e dei volumi dei materiali della spiaggia (i valori positivi indicano rispettivamente avanzamento ed accrescimento).

no di battigia le profondità sono state misurate con una canna metrica lungo gli allineamenti dati da una cima lunga 50 m con un gravitello di riferimento ogni 5 m.

Controlli sulle profondità ed osservazioni sulla morfologia e sulle strutture del fondo sono stati eseguiti durante il prelievo dei campioni di sedimento effettuato all'incirca ad intervalli di 1 m tra le isobate 10-5 m, quindi in corrispondenza dei cavi dei truogoli e delle barre fino al litorale emerso a 2 m circa dal gradino di battigia.

I campioni prelevati direttamente sul fondo con la massima cautela permessa dall'uso di autorespiratori e trattati con formalina per impedire la putrefazione della componente organica, prima di essere sottoposti alle analisi granulometriche sono stati lavati e privati di tutta la componente organogena.

Per la spiaggia sommersa., non essendo state riscontrate variazioni degne di nota tra le due campagne vengono esposti i dati morfologici e granulometrici della campagna estiva effettuata nel giugno 1977 quantizzati secondo i parametri proposti da Carobene e Brambati (1975) e da Folk e Ward (1957).

I dati sono relativi a tutto lo specchio d'acqua compreso tra la foce del Fiume Basente e la Stazione di Castellaneta, costituito da una spiaggia a fondo sabbioso, con ripples e megaripples di direzione variabile secondo il tipo di incidenza della mareggiata più recente, quasi completamente privo di vegetazione nei generi più frequenti quali Zostera, Cimodocea o Posidonia, che al di là della fascia delle barre continua uniforme e regolare fino all'isobata dei 19-20 m, in corrispondenza della quale è stato quasi sempre riscontrato il gradino morfologico già osservato nella campagna del luglio 1973 da Di Geronimo (in Cocco *et Alii*, 1975).

In tutto il litorale, l'ampiezza della zona delle barre, è mediamente di 300 m circa ad eccezione .degli specchi di acqua antistanti Ginosa M., dove1 si passa gradualmente ad una fascia di barre ampia 1000 m circa, e Metaponto Lido dove la fascia ampia 600 m circa passa subitamente ai due minimi dei profili adiacenti pari a 260 e 280 m rispettivamente a nord e a sud.

Le barre meglio definite e marcate nella fascia settentrionale rispetto a quella meridionale sono presenti mediamente secondo tre ordini ad eccezione delle zone immediatamente a sud di Ginosa M. con

quattro ordini di barre e a sud di Metaponto Lido con due ordini di barre.

Analizzando le distribuzioni granulometriche dei sedimenti secondo direzioni subnormali alla costa, la spiaggia sommersa può essere suddivisa in una fascia centro-settentrionale compresa tra la Stazione di Castellaneta e Metaponto Lido ed in una fascia meridionale da Meta-ponto Lido alla Foce del Basente, caratterizzate da situazioni diverse che sono state evidenziate utilizzando i parametri statistici di Folk e Ward (1957).

Le dimensioni medie degli elementi nella fascia centro-settentrionale tendono prima ad aumentare dalle sabbie medie (1,72-1,38φ) del litorale emerso fino alle sabbie medio-grossolane (l,58-l,00φ) del gradino di battigia e successivamente a diminuire gradualmente verso le sabbie medio-fini (2,30-l,92φ) delle barre esterne con dimensioni poco più grossolane rientranti nel campo delle sabbie medie (l,80-l,60φ) per i truogoli di 3° ordine.

Meno definita la fascia meridionale caratterizzata localmente da una tendenza graduale e continua alla diminuzione delle dimensioni medie degli elementi dalle sabbie medie a luoghi grossolane (0,90-l,40φ) del litorale emerso attraverso le sabbie medie del gradino di battigia (1,50-1,60φ) fino alla zona esterna caratterizzata da granulometrie dei sedimenti delle barre (1,56-2,l0φ, corrispondenti a sabbie mediofini) più grossolane rispetto a quelle dei truogoli (2,00-2,20 φ, corrispondenti a sabbie fini).

Nei valori della deviazione standard non sussistono eccessive differenze tra le zone citate, caratterizzate ambedue da una graduale tendenza all'aumento dei valori da 0,26-0,40φ relativi al litorale emerso fino a 0,45-0,60φ corrispondenti alla barra foranea.

Difficilmente schematizzabili risultano i valori dell'asimmetria: nella fascia centro-settentrionale si può notare come caratteristica comune a tutti i profili una tendenza dai valori negativi del litorale emerso (—0,10/—0,25) a valori debolmente negativi o positivi (—0,10/ + 0,10) della fascia compresa tra i primi due truogoli per ritornare ad asimmetrie negative (—0,15/—0,25) verso il largo. Più confusa e caotica la situazione nella fascia meridionale dove si conferma la tendenza dalle asimmetrie negative del litorale emerso verso simmetrie o asimmetrie positive del gradino di battigia, mentre nel

litorale sommerso la situazione diventa troppo dipendente da fenomenologie locali perché possa essere facilmente schematizzata.

I valori della curtosi infine, nell'ambito di una generale diminuzione verso il largo e di una maggiore classazione dei sedimenti delle barre rispetto a quelli dei truogoli, nella fascia centro-settentrionale mostrano in particolare una tendenza alla diminuzione da 1,15-1,35 fino a 0,95-1,10 del gradino di battigia, mentre la fascia meridionale è caratterizzata localmente da incrementi da 0,95-1,00 dei campioni del litorale emerso fino a 1,10-1,20 dei sedimenti del gradino di battigia.

BIBLIOGRAFIA

Brondi A., Ferretti O. & Anselmi B. 1974. Deriva delle sabbie del litorale nord-occidentale del Golfo di Tarante. *Rendiconti detta Soc. It. di Mineralogia e Petrologia*. Vol. XXX.

Carobene L. & Brambati A. 1975. Metodo per l'analisi morfologica quantitativa delle spiagge. *Boll. Soc. Geol. It*., 94, 479-493.

Cocco E., Cravero E., Di Geronirno S., Mezzadri G., Parca G.C., Pescatore T., Valloni R. & Vinci A. 1975. Lineamenti geomorfologici e sedimentologia del litorale Alto Ionio (Golfo di Taranto). *Boll. Soc. Geol. It*., 94, 993-1051.

de Magistris M.A. 1975. Caratteri tessiturali e morfoscopici delle sabbie dell'Alto Ionio. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94, 2183-2202.

Folk R.L. & Ward W.C. 1957. Brazos river bar; a story in the significance of the grain size parameters. *Jour. Sed. Petrol*., 27, 3-28.

Goldsmith V., Colonell J.M. & Turbide P.N. 1972. Forms of erosion and accretion on Cape Cod beaches. *Coastal Engineering*, 1277-1291.

Mason C.C. & Folk R.L. 1958. Differentiation of beach, dune and aeolian fiat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. *Journ. of Sed. Petrol.*, vol. 28, 211-226.

U.S. Army Coastal Engineering Research Center. 1973. *Shore Protection Manual*. vol. I & II.

RILIEVO GEOMORFOLOGICO DI ALCUNI "SEAMOUNTS" DEL MAR TIRRENO CON IMPIEGO DEL "SIDE SCAN SONAR"

R. LENAZ e S. ROSSI
Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R.
via Zamboni 65 - 40127 Bologna.

In questo lavoro viene presentato il rilevamento morfologico delle zone apicali di alcuni "seamounts" tirrenici eseguito, per la prima volta, con l'impiego del Side Scan Sonar.

Lo scopo principale della ricerca è di confrontare i risultati ottenibili con diversi sistemi di rilevamento ecografico onde poter apprezzare i maggiori dettagli che si possono evidenziare con l'impiego di uno scandaglio laterale.

Nel quadro morfologico del Mar Tirreno, elaborato da Selli (1970), i monti sottomarini possono essere distinti in 'centro-tirrenici e peri-tirrenici. I primi, prevalentemente vulcanici, ma di diversa natura petrografica, si elevano dalla piana batiale e sembrano appartenere a medesimi sistemi strutturali. Infatti, anche dall'esame comparato di tre di questi monti (Magnaghi, Marsili e Vavilov) si può notare un'analogia nel loro aspetto morfologico: si può rilevare tutt'al più, un'asimmetria maggiore o minore nella disposizione dei fianchi. La disposizione delle cime di queste tre creste laviche, impostate su faglie ad orientamento circa N-S, risulta sempre in allineamento con l'asse maggiore dell'ellissoide che rappresenta la base dell'apparato. Le vette culminano a profondità comprese tra i 505 m del M. Marsili (fig. 1), i 733 m del M. Vavilov (fig. 2) ed I 1465 m del M. Magnaghi (fig. 3 e fig- 4).

I monti peri-tirrenici invece, impostati sulla scarpata continentale, sono in gran parte costituiti da rocce di natura cristallino-metamorfica. Data la variabilità della loro costituzione petrografia, molto varia è

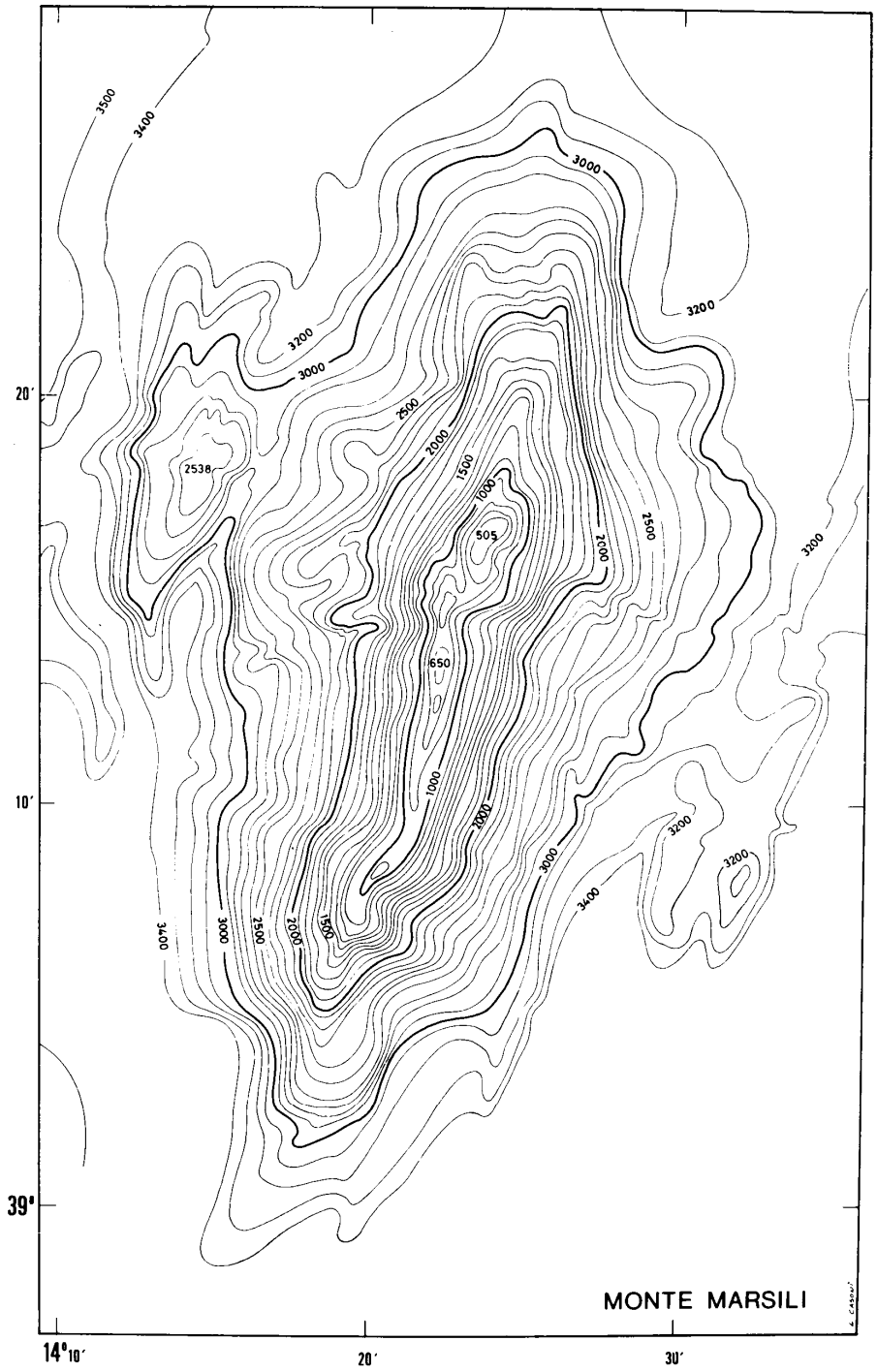


FIG. 1. - Batimetria del Monte Marsili.

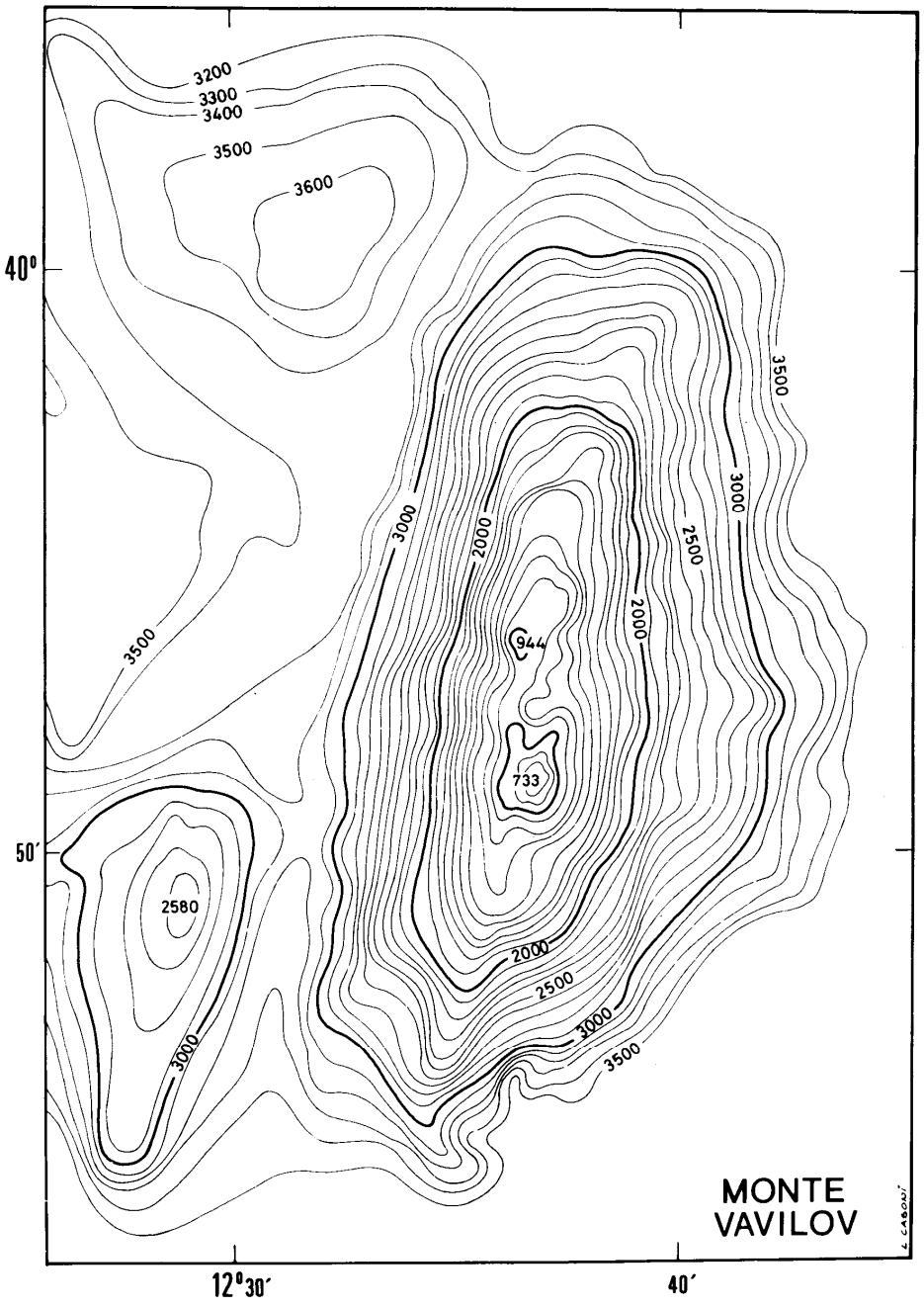


FIG. 2. - Batimetria del Monte Vavilov.

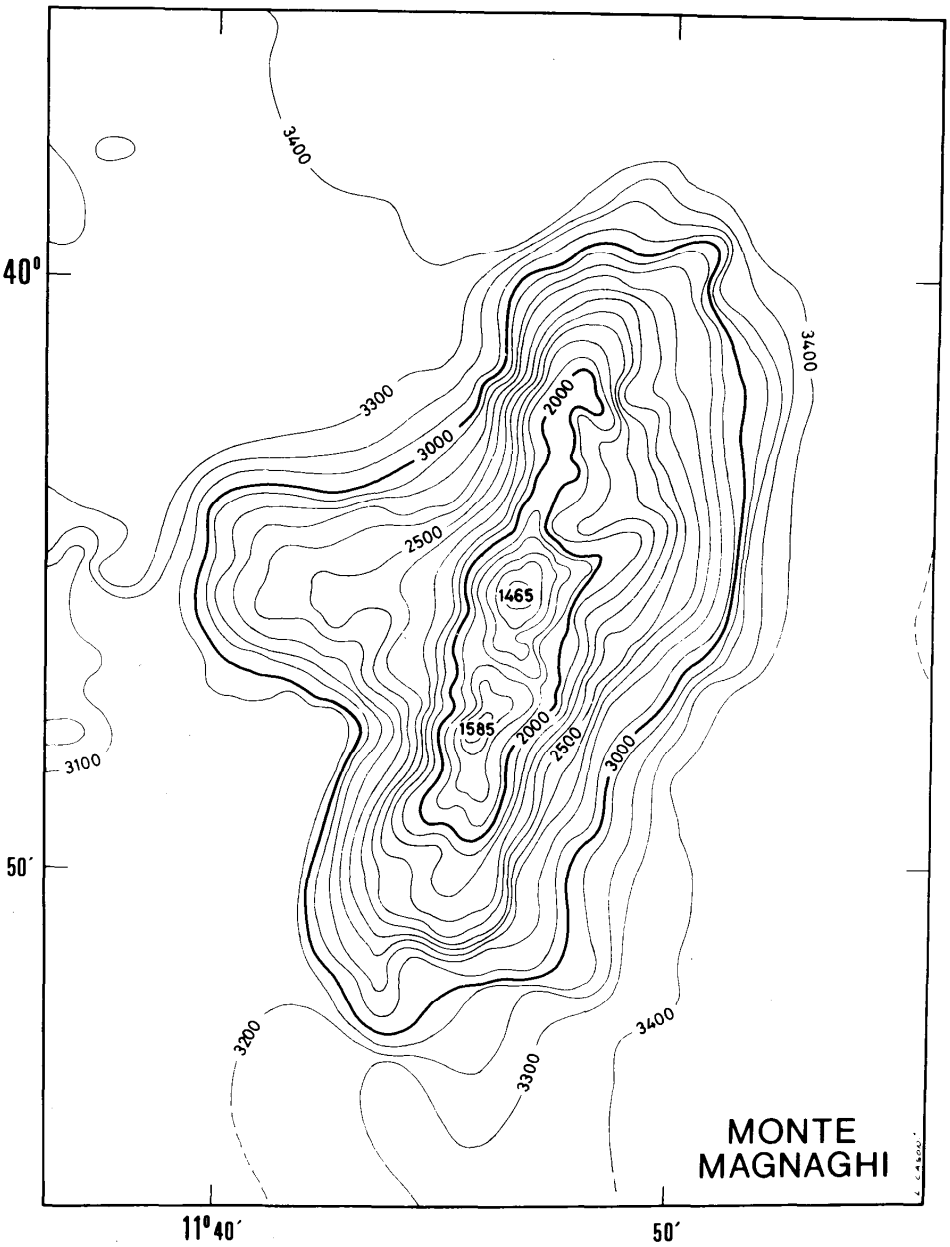


FIG. 3. – Batimetria del Monte Magnaghi.

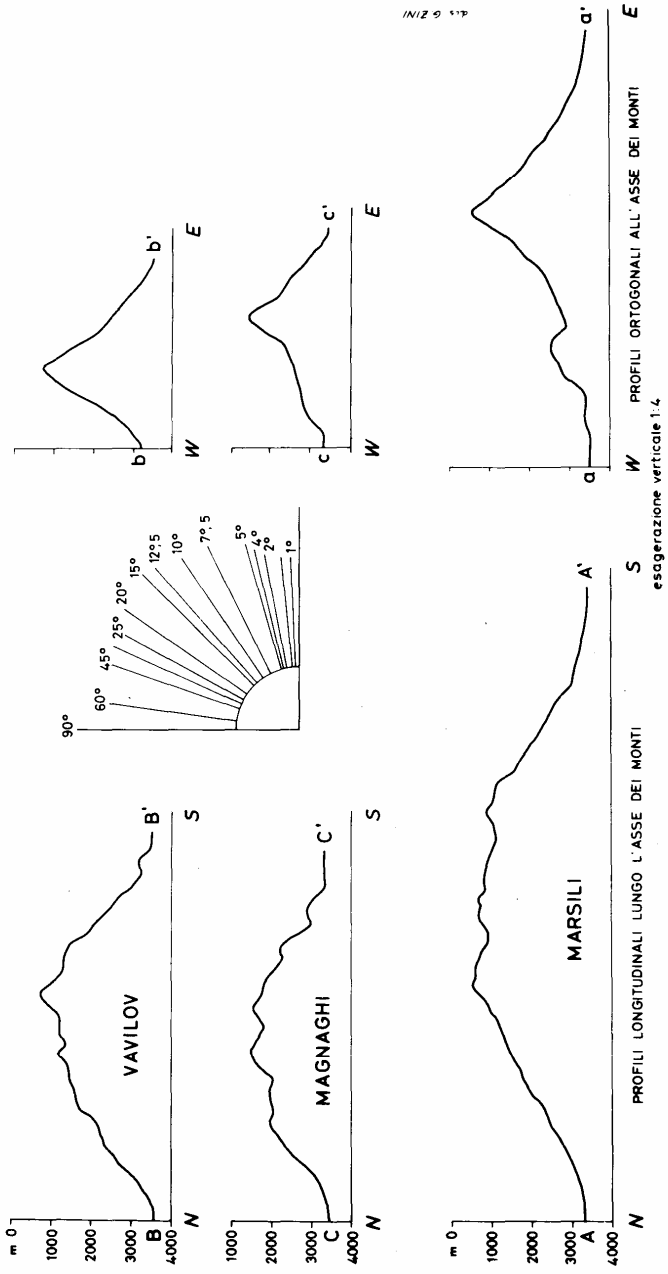


FIG. 4. – Profili longitudinali ed ortogonali agli assi dei Monti.

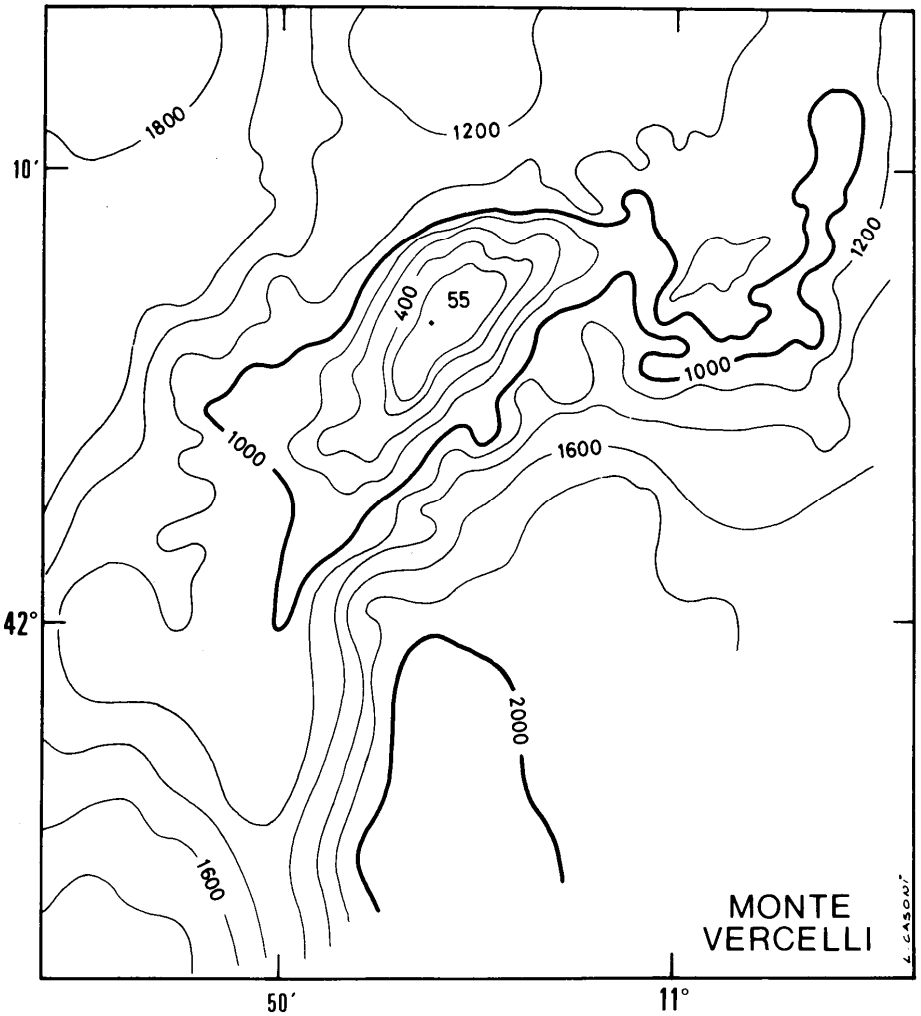


FIG. 5. - Batimetria del Monte Vercelli

pure la loro morfologia, come risulta, ad esempio, dal raffronto tra due di questi monti, Vercelli e Baronie.

In particolare, il Monte Vercelli (fig. 5), formato da rocce granitiche, presenta una forma tronco-conica allungata secondo una direzione SW-NE e culmina alla profondità di 55 m. Il Monte delle Baronie (fig. 6), a differenza, rappresenta un pilastro tettonico a forma arcuata, costituito da rocce cristallino-metamorfiche e ricoperto da terreni di natura sedimentaria. Il Monte culmina con due cime principali

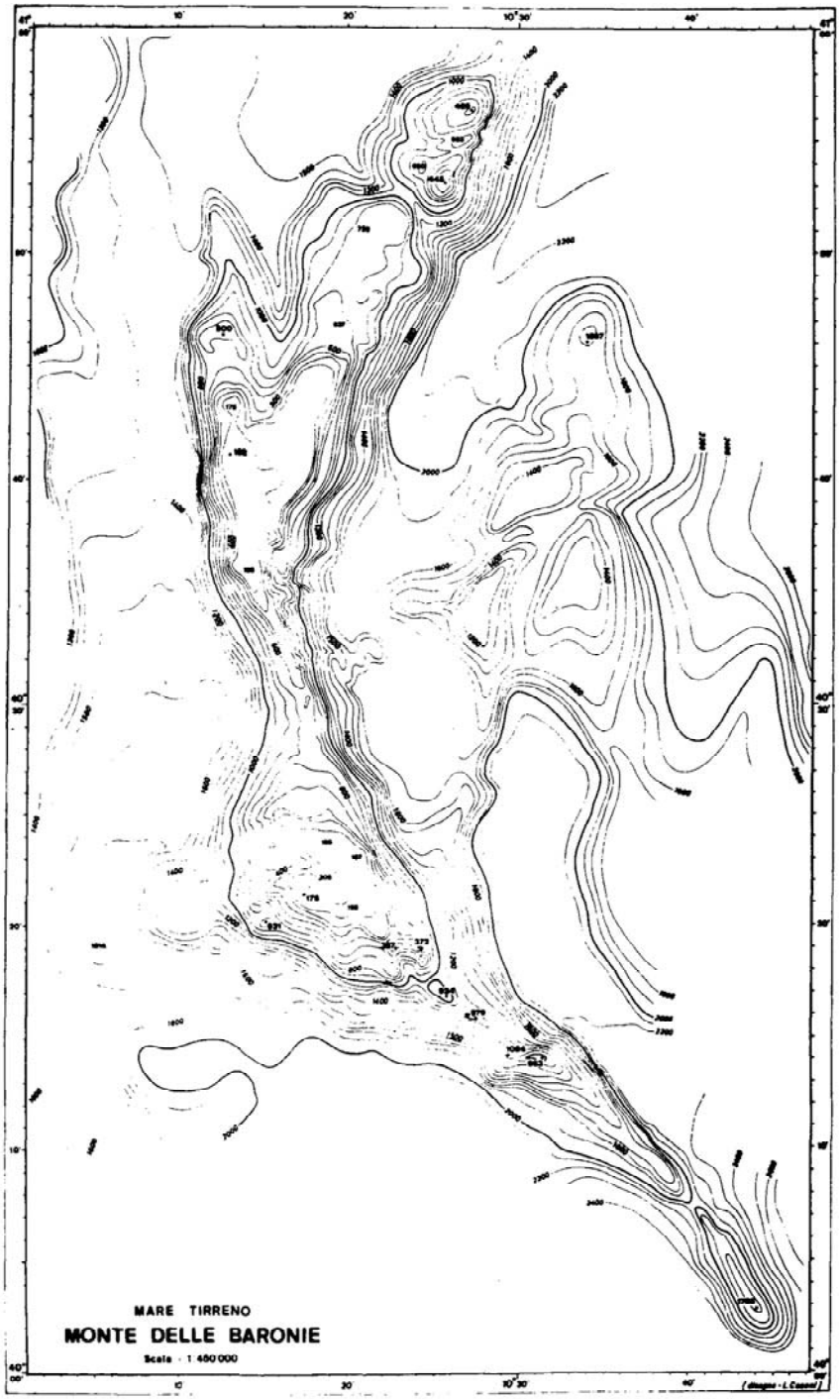


FIG. 6. – Batimetria del Monte delle Baronie (da Fabbri et al., 1973).

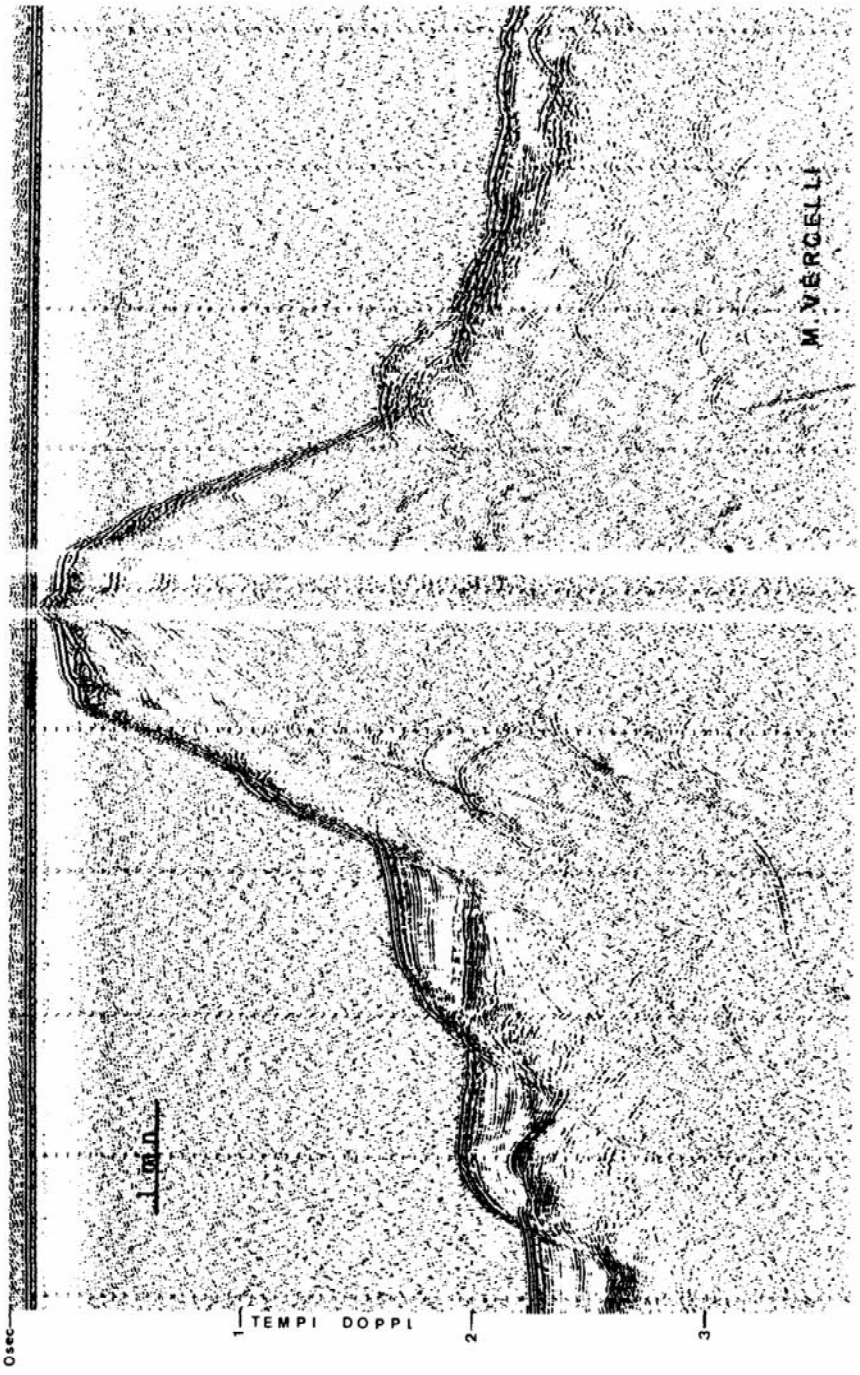


FIG. 7. - Profilo sismico a riflessione continua (Sparker 30 k.J.) del Monte Vercelli.

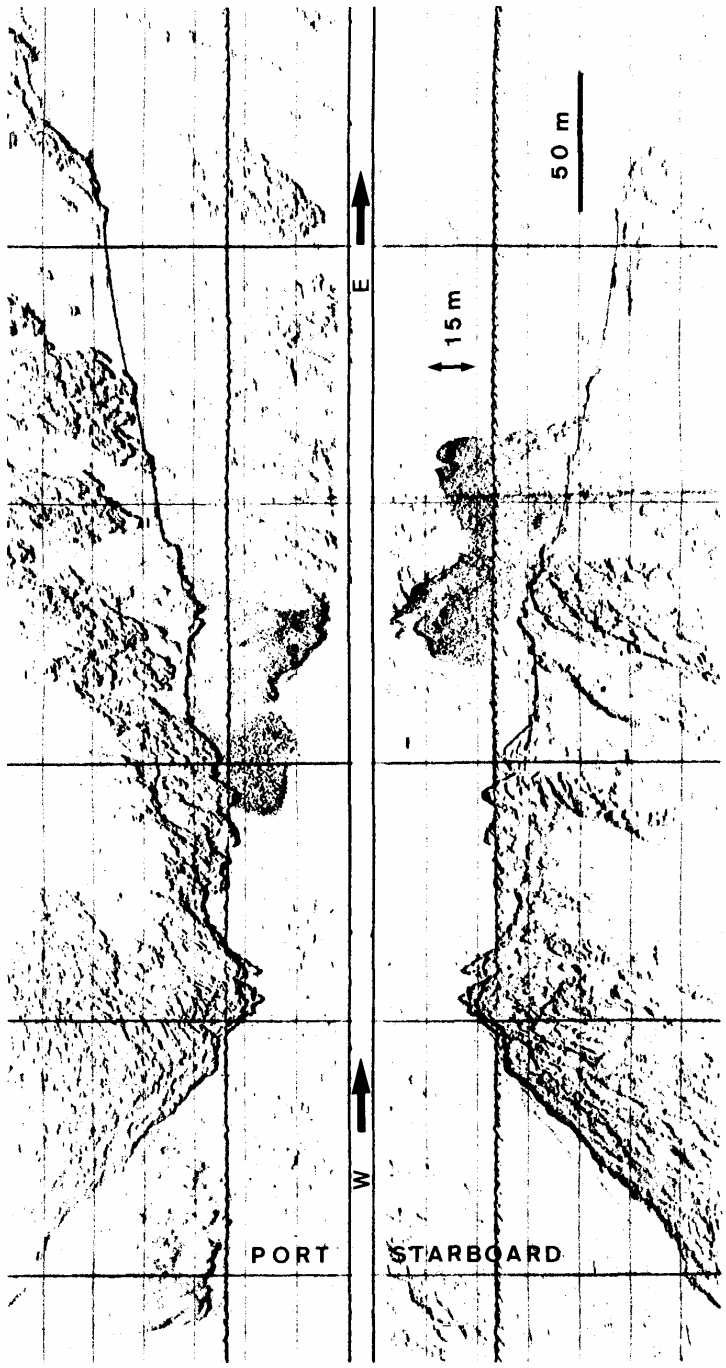


FIG. 8. - Profilo eseguito con il Side Scan Sonar sulla sommità del Monte Vercelli.

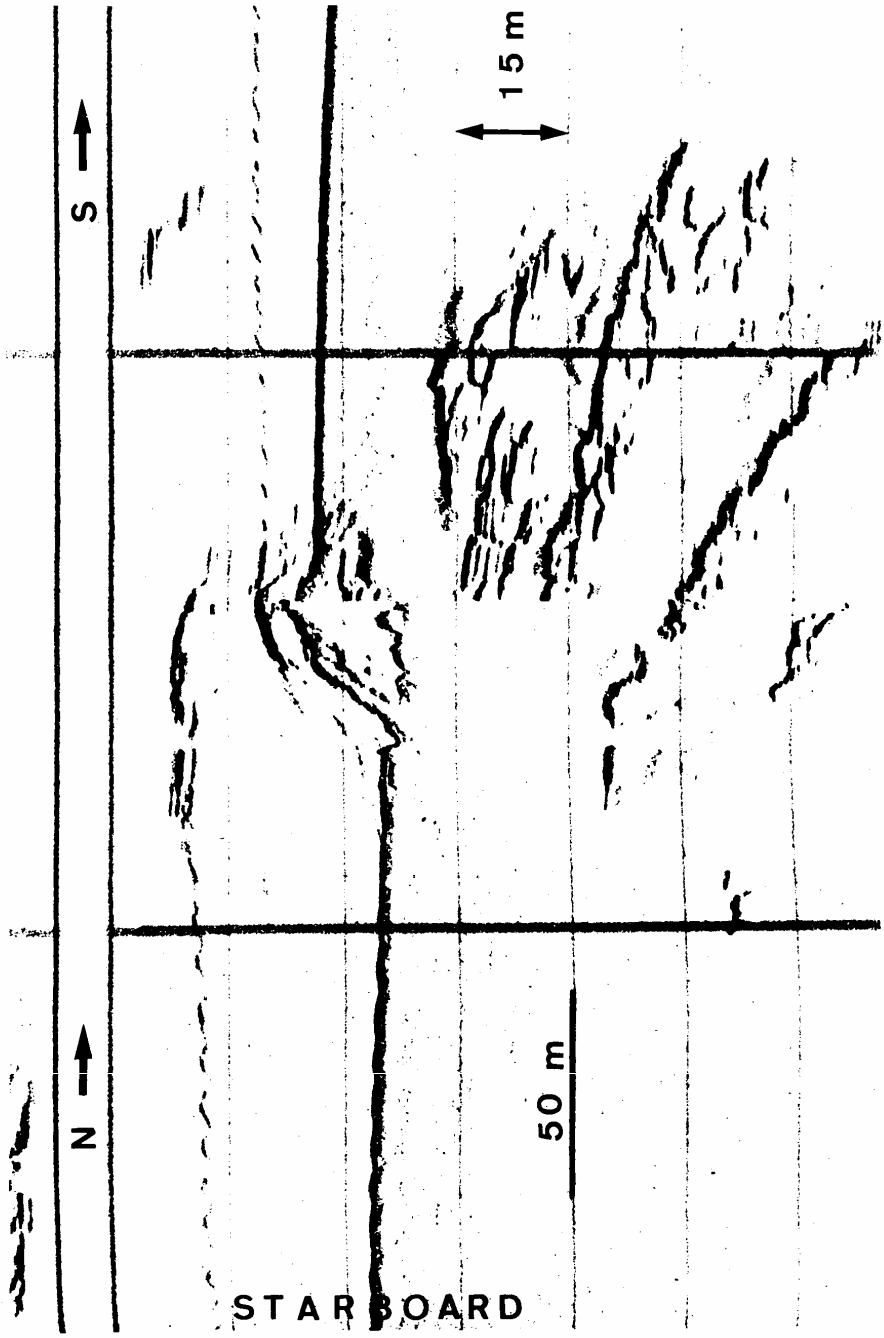


FIG. 9. - Roccia emergente del Monte Vercelli rilevata con il Side Scan Sonar.

che raggiungono, rispettivamente, le profondità di 162 e 168 m.

Un raffronto tra questa analisi morfologica, eseguita con i sistemi ecografie! ultrasonori tradizionali e quella ottenuta con l'impiego del Side Scan Sonar, è stato per ora possibile solo per le zone apicali dei due Monti peri-tirrenici. Infatti, lo scandaglio laterale a nostra disposizione è in grado eli operare fino alla profondità di circa 250 m. È pertanto mancata la possibilità di estendere il raffronto ai monti centro-tirrenici che culminano a profondità molto maggiori.

Per quanto riguarda i Monti peri-tirrenici, un profilo schematico del Monte Vercelli è stato presentato da Gallignani (1971). Da questo schema il Monte risulta formato da una culminazione principale troncata all'apice da un pianoro, da cui si eleva un picco che dovrebbe rappresentare la vetta del Monte. Tale raffigurazione è valida se ci si limita ad esaminare la sola zona apicale (fig. 7). Con l'impiego del S.S.S. si è potuto infatti constatare che il Monte culmina in almeno sette vette (fig. 8), la più elevata delle quali è appunto quella descritta da Gallignani. L'aspetto di tali vette varia, con forme acute, tronche o arrotondare. È da notare inoltre, sulla cima del Monte, una sequenza di tre terrazzi, situati rispettivamente alle profondità di 80, 90 e 105 m. Tali terrazzi ripetono la morfologia dell'ampio pianoro che circonda il Monte ed è compreso fra le profondità di 150 e 225 m. Il suo aspetto superficiale è stato messo in risalto con il rilevamento di frequenti affioramenti della roccia del substrato. Tutti i terrazzi sono da mettere in relazione con fenomeni successivi di eustatismo quaternario. Particolari colti verso la zona apicale, fanno notare nella roccia emergente delle dorsali a disposizione divergente, entro le quali sono perfettamente visibili orientamenti di mega-strutture a bancate (fig. 9). Sulla base delle numerose campionature da tempo effettuate in questa zona, si può avanzare l'ipotesi che possa trattarsi di rocce di tipo metamorfico anziché granitiche. Nella parte alta dei versanti, vi sono estesi affioramenti di roccia, intercalati a zone di accumulo di sedimenti che non sembrano raggiungere spessori rilevanti: gli aspetti superficiali, infatti, lasciano distinguere l'andamento della roccia sottostante.

Riguardo al Monte delle Baronie, Fabbri, Marabini & Rossi (1973), individuano due cime .principali (cima N e cima S) con zone di vetta completamente spianate, con notevole copertura sabbiosa. La disposizione dei versanti è generalmente simmetrica. Il raffronto con

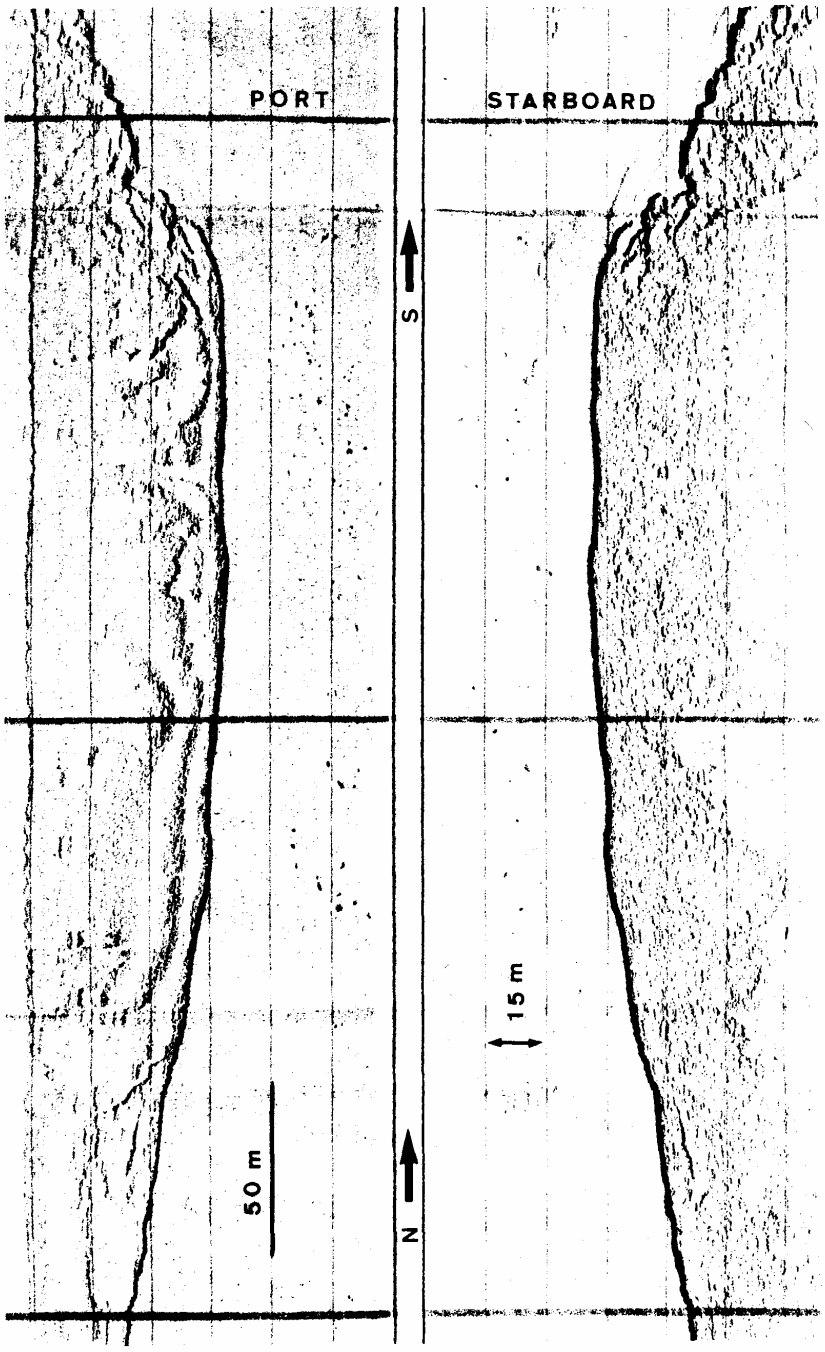


FIG. 10. – Zona terminale della cima Sud del Monte delle Baronie.

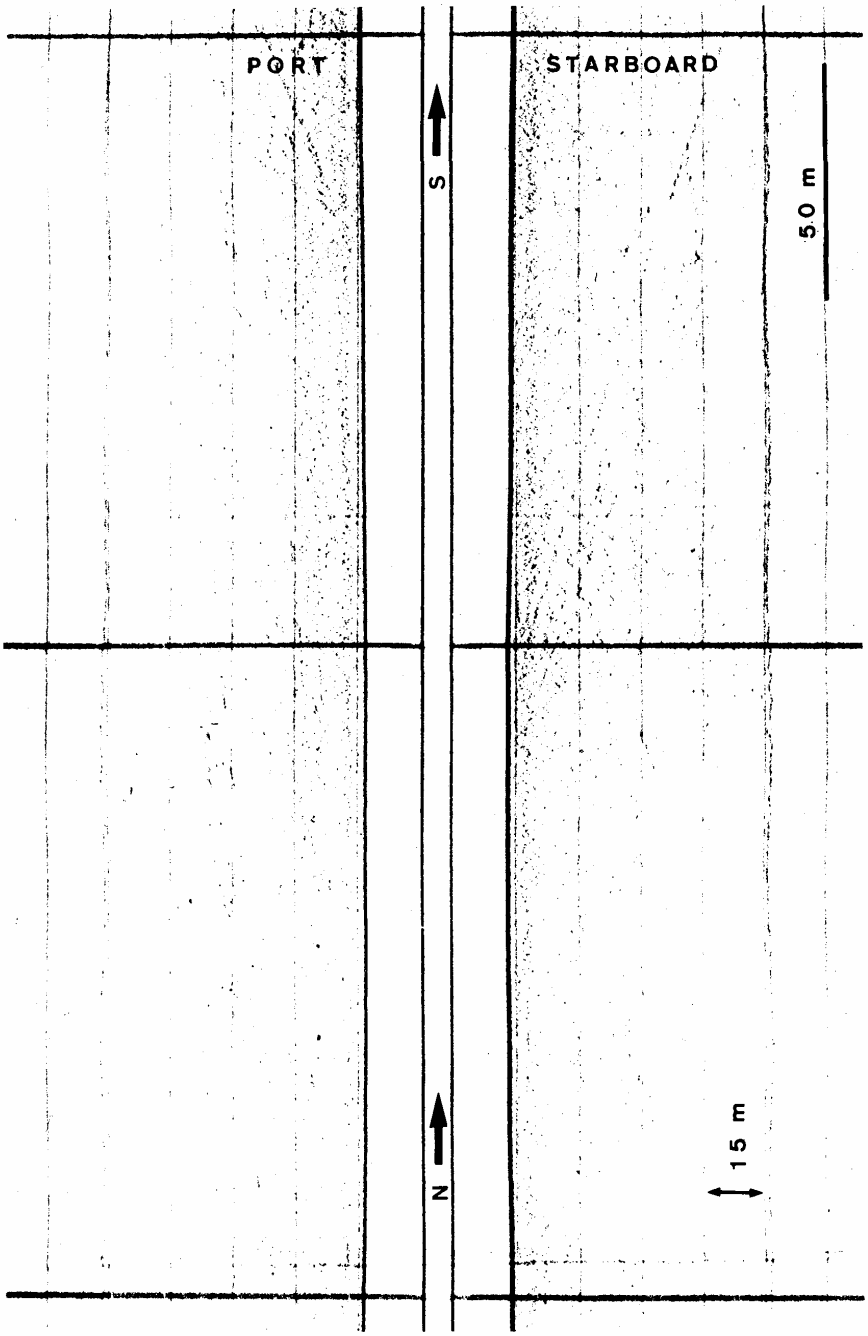


FIG. 11. – Tracce dell’attività di pesca rilevate con il Side Scan Sonar sulla cima Nord del Monte delle Baronie.

i rilevamenti eseguiti con il S.S.S., oltre a confermare i dati suesposti, permette di aggiungere altre particolarità sugli aspetti superficiali. Le aree di vetta mostrano solo ai loro bordi la roccia affiorante (fig. 10). La copertura sembra avere uno spessore molto variabile ed è prevalentemente sabbiosa. Non sono stati rilevati ripple-marks o altre forme di modellamento., né affioramenti di roccia. La monotonia dell'andamento superficiale è senza interruzione: vi si possono notare solo tracce di attività biologica ed aree coperte da vegetazione subacquea. Limitatamente alla cima N si possono inoltre osservare tracce relative all'esercizio della pesca (fig. 11).

In conclusione, i risultati ottenuti dimostrano che l'impiego del Side Scan Sonar nello studio della morfologia in mare, assume lo stesso ruolo che da tempo riveste l'interpretazione delle foto aeree nei rilevamenti geomorfologici sulle terre emerse.

RIASSUNTO

Scopo del presente lavoro è di fornire un dettaglio maggiore sull'andamento fisiografico di alcuni seamounts tirrenici, di confrontare litologia e forma e, soprattutto, di mostrare le particolarità di alcune zone apicali che si possono cogliere con l'impiego del Side Scan Sonar. In tal modo viene messa in risalto una più esatta configurazione del rilievo in confronto ai risultati ottenibili con scandagli di tipo tradizionale.

Attraverso l'interpretazione delle registrazioni di tipo geofisico, viene esaminata la morfologia di alcuni Monti centro-tirrenici formati da rocce vulcaniche come il Monte Marsili, il Magnaghi ed il Vavilov. A confronto vengono proposti I Monti peri-tirrenici Vercelli, costituito da rocce di tipo granitico, e Baronie, che rappresenta un "horst" coperto da terreni di natura sedimentaria.

Oltre al riconoscimento del complesso andamento morfologico di questi rilievi, si è potuto mettere in risalto le zone di roccia affiorante e quelle ricoperte da una coltre sedimentaria.

È stato infine possibile individuare aree interessate da vegetazione subacquea e riconoscere le tracce lasciate sui fondali dall'attività di pesca esercitata nella zona.

BIBLIOGRAFIA

Fabbri A., Marabini F., Rossi S. 1973. Lineamenti geomorfologici del Monte Palinuro e del Monte delle Baronie. *Giorn. di Geol,* (2), XXXIX, fase. I, pp. 133-156, tavv. XIII, XIV. Bologna.

Gallignani P. 1971. I sedimenti della cima del Monte Verdelli (Mar Tirreno). *Giorn. di Geol*. (2a), XXXIX, fase. I, pp. 1-9. Bologna.

Selli R. 1970. Cenni morfologici generali sul Mar Tirreno. *Giorn. di Geol.* (2), XXXVII, fase. I, pp. 5-24, tav. II. Bologna.

LE PIATTAFORME CONTINENTALI DEL MAR LIGURE - ALTO TIRRENO: PROPOSTA DI CLASSIFICAZIONE

F. FANUCCI*, L. MIRABILE** e M. PICCAZZO*
*Istituto di Geologia, Università di Genova.
**Istituto Universitario Navale di Napoli.

PREMESSA

L'esigenza di una classificazione della fisiografia del fondo marino che tenga conto delle più recenti acquisizioni della geologia è stata sentita da più parti in questi ultimi anni, anche in relazione alla descrizione dettagliata del margine continentale e della piattaforma.

Per quanto riguarda in particolar modo i margini del Mediterraneo occidentale, oggetto di numerose ricerche, una schematizzazione è stata tentata da Angrisano & Segre (1969): questi introducono una particolare nomenclatura delle varie sezioni batimetriche del margine in funzione della pendenza. Fanucci, Fierro, Gennesseaux & Rehault (1977) impostano una classificazione delle piattaforme in funzione della loro evoluzione dipendentemente dalla neotettonica e dalla sedimentazione, mentre Stanley (1977) e Aloisi, Got, Maldonado, Monaco & Serra-Raventos (1978) classificano i margini del Mediterraneo in tre categorie. Si tenterà, in questa sede, sulla base di nuove ricerche di sismica a riflessione, di proporre una classificazione tipologica delle piattaforme continentali del Mar Ligure - Alto Tirreno, tenendo conto sia dei caratteri morfologico-strutturali sia della loro evoluzione, attraverso l'individuazione di piattaforme tipo che sono state scelte tenendo presente la possibilità di estendere i concetti anche ad altre zone del Mediterraneo occidentale.

ORIGINE DELLE PIATTAFORME IN ESAME

Secondo un certo punto di vista (Vanney, 1977) una piattaforma di costruzione non è che un insieme di prismi sedimentar! inseriti tra superfici di discordanza più o meno estese. Ciò vale, ben inteso, per le piattaforme in cui la sedimentazione ha ceduto a più riprese il passo all'erosione a causa di variazioni relative del livello di base. È proprio il caso delle piattaforme del Mar Ligure - Alto Tirreno, la cui genesi può essere imputata a tre fattori:

• la tettonica distensiva che ha agito dall'Oligo-Miocene sino ai giorni nostri sia come generatrice delle strutture del margine continentale, preparatorie di un futuro dominio di piattaforma, sia come causa di movimenti che ne hanno influenzato l'evoluzione;

• la sedimentazione che è andata via via colmando le depressioni del substrato e creando un prisma sedimentario in progradazione verso il largo;

• le oscillazioni eustatiche (prevalentemente glacioeustatiche) del livello marino, che hanno sottoposto periodicamente l'accumulo sedimentario all'erosione.

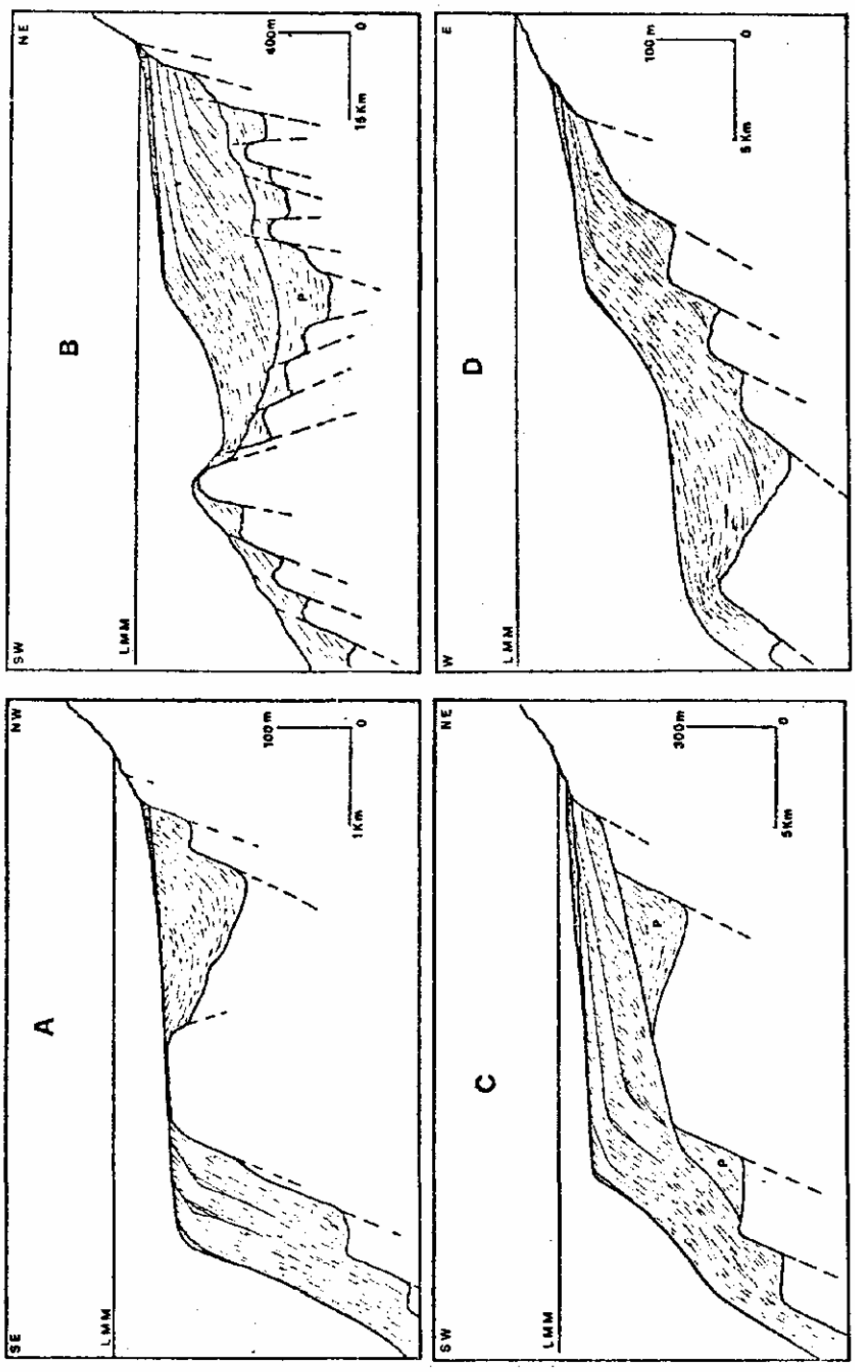
I moti verticali generati dalla tettonica in questi casi sono stati prevalentemente di subsidenza e solo eccezionalmente, in settori in cui la piattaforma è ristretta e strutturalmente solidale alla costa, di innalzamento.

L'evoluzione di tali piattaforme si è esplicata in tre fasi:

• fase preparatoria: genesi per tettonica distensiva delle strutture del margine continentale. Tale fase risale all'Oligo-Miocene per il settore alpino e al Mio-Pliocene per il settore appenninico; inizio immediatamente successivo dello sprofondamento del margine e dell'individuazione morfologico-strutturale della scarpata;

• fase embrionale: sedimentazione che attenua le irregolarità morfo-logiche del margine tendendo a colmare le depressioni e costituendo un primo accumulo sedimentario di una certa entità nelle porzioni superiori del margine stesso; parallelamente si hanno delle variazioni del livello di base che danno origine all'individuazione di una primitiva piattaforma poco estesa e modellata principalmente nel substrato roccioso (Pliocene-Pleistocene inf,);

• fase di costruzione e di sviluppo (Quaternario medio superiore): la sedimentazione diviene via via più importante e da origine a potenti



TAV 1. - Schemi esemplificativi tratti da profili reali che rappresentano rispettivamente i tipi di piattaforma: 3A, 4, 5 e 7. Negli schemi B e C sono evidenziati i depositi pliocenici.

accumuli in progradazione che vengono modellati grazie all'azione combinata delle oscillazioni del livello marino e della tettonica. La piattaforma raggiunge gradualmente le dimensioni attuali. L'episodio di maggiore accrescimento è proprio quello che precede l'attuale stadio evolutivo; si ritiene che il fatto sia stato causato da un ringiovanimento dell'erosione sui rilievi. Il fenomeno è più marcato nel settore appenninico.

I rapporti tra le tre fasi non sono gli stessi ovunque: ad esempio in gran parte del settore alpino la fase embrionale non ha riguardato l'attuale piattaforma, ma zone che fanno ora parte della costa; laddove nel corso del Quaternario non vi è stata subsidenza, ma solo stabilità o addirittura sollevamento, non si è avuta una vera e propria fase di costruzione, ma solo un accrescimento frontale. Nelle piattaforme toscane la sedimentazione, nelle depressioni tettoniche, è iniziata probabilmente già dal Tortoniano con facies continentali; facies marine si sono depositate in una zona del settore alpino (Finalese) già sin nel Miocene inferiore.

PARTICOLARITÀ DELLA ZONA STUDIATA

Se si dovesse prendere in esame l'intero margine continentale occorrerebbe anzitutto distinguere tra margine appenninico e margine alpino: Il primo è caratterizzato da pendenze limitate conseguenti ad una struttura ad horts e grabens leggermente asimmetrici e da una notevole estensione, mentre il secondo assume prevalentemente tendenze elevate ed estensione ridotta in relazione ad uno stile strutturale a gradoni serrati o a piccoli horsts e grabens fortemente asimmetrici. Quindi pur essendo entrambe le strutture determinate da una tettonica disgiuntiva ne risultano stili e morfologie molto diversi che si riflettono sulla tipologia delle piattaforme. Nondimeno, se si prendono in esame solo queste ultime assieme alle zone di scarpata che sopportano gli accumuli sedimentari frontali, si possono individuare parecchi caratteri comuni tra piattaforme alpine poco estese e ampie piattaforme appenniniche al punto che settori delle due diverse zone possono essere classificati in uno stesso tipo; ci si accorge che più che la struttura d'insieme del margine è determinante l'evoluzione subita dalle piattaforme.

Di solito il rebord di una piattaforma largamente interessata dalla sedimentazione plioquaternaria si è generato in conseguenza degli effetti di un ciclo di variazioni gi acioeu statiche del livello marino., collegate cioè ad uno dei principali episodi di espansione e regresso dei ghiacci continentali del Pleistocene (Vanney, 1977). Le profondità dei rebords nella zona esaminata (100 - 150 m) sono tali che si può ritenere che si siano originati nel corso delle ultime due fasi della glaciazione wurmiana. Generalmente, oltre che per la caratteristica rottura di pendio, il rebord si individua anche grazie alla presenza di un caratteristico accumulo di sedimento olocenico lutitico detto «struttura di accumulo frontale» (Fierro, Gennesseaux & Rehault, 1973). L'insieme di una superficie pianeggiante generatasi nel corso di un ciclo glacioeustatico fronteggiata da questa struttura di accumulo caratterizza l'attuale stadio di evoluzione della piattaforma e si ritrova analogamente ad evidenziare gli stadi di evoluzione più antichi laddove essi sono conservati. La conservazione di più stadi viene attribuita alla subsidenza sia generalizzata che differenziale (riguardante prevalentemente il settore frontale della piattaforma) in base alle attuali conoscenze sugli eventi climatici del Quaternario (Fanucci, Fierro, Gennesseaux & Rehault, .1977). Su questi concetti si basa in parte Io schema di classificazione che segue,

Queste considerazioni ovviamente non valgono per le piattaforme rocciose in cui la genesi del rebord dipende da fattori strutturali.

SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE

Nel descrivere i tipi fondamentali individuati si farà astrazione dalla copertura olocenica, i cui caratteri aiutano a valutare l'importanza della sedimentazione nell'evoluzione di una piattaforma, ma non sono essenziali ai fini dello schema presentato; si parlerà di substrato (roccioso) e sedimentazione intendendo rispettivamente il pre-Pliocene e il Plioquaternario. Con l'espressione «posizione del rebord» si intende la distanza dalla costa della rottura di pendio separante la piattaforma dalla scarpata e non la sua profondità di cui si tratterà a parte. Si tenga presente che, nel determinare entrambe, possono aver influito, per le piattaforme ad accumulo frontale non trascurabile, fenomeni di slumping e franamenti sottomarini.

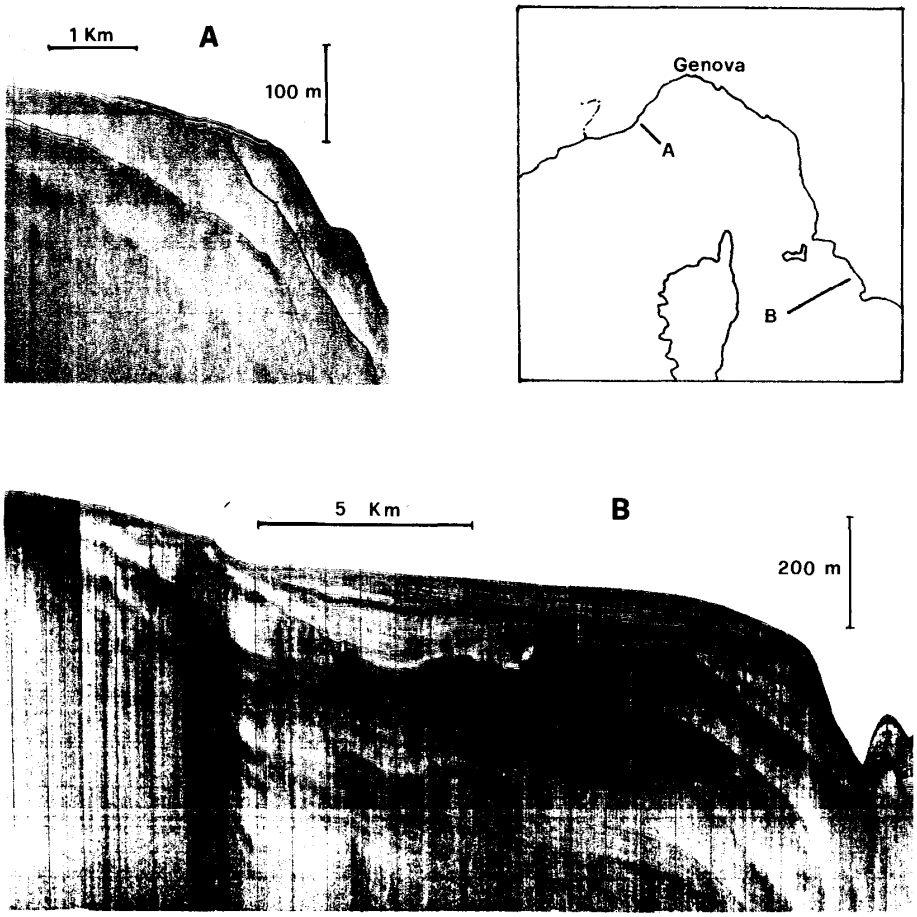
1 A) *Piattaforme in roccia*; si tratta di piattaforme di origine erosiva; la posizione del rebord è determinata da elementi strutturali (faglia).

1 B) *Piattaforme prevalentemente rocciose con fronte sedimentario*; simili alle precedenti, ma soggette a una sedimentazione non trascurabile che ha causato un leggero accrescimento frontale; posizione e profondità del rebord dipendono dai movimenti verticali, che possono aver interessato il prisma sedimentario frontale, e dall'importanza di quest'ultimo.

2) *Piattaforme a settori di natura diversa*; a un settore interno in cui il substrato roccioso affiora fa seguito un settore esterno di natura sedimentaria. Si tratta di una estensione del caso precedente a una situazione strutturale un poco diversa (scarpata meno ripida a gradoni più ampi) o ad una maggiore importanza della sedimentazione. I movimenti verticali differenziali (del settore esterno rispetto a quello interno) assumono grande importanza; generalmente si tratta di subsidenza relativa che può causare un effetto di flessura dei livelli sedi-mentari; spesso sono conservati alcuni stadi di evoluzione della piattaforma precedenti all'attuale.

3 A) *Piattaforme a bacino interno (non subsidenti)*; il settore interno della piattaforma è occupato da un bacino sedimentario; l'alto strutturale che lo separa dal settore esterno è determinato da un piccolo horst e dal basculamento di un blocco e si trova in posizione sub-affiorante o affiorante; i sedimenti contenuti nel bacino sono generalmente più antichi di quelli della zona frontale. Tracce di stadi di evoluzione della piattaforma sono eventualmente rilevabili nel settore esterno a causa di moti verticali differenziali, analogamente al caso precedente.

3 B) *Piattaforme a bacino interno (subsidenti)*; la situazione strutturale è simile a quella del caso precedente, ma si può parlare di un'autentica costruzione della piattaforma da parte della sedimentazione che tende a compensare la subsidenza. Gli alti strutturali che delimitano i bacini sono cosi completamente sepolti da sedimento. Generalmente sono conservati diversi stadi di evoluzione della piattaforma, alcuni dei quali sovente si sono attuati all'interno del bacino, che è stato colmato e superato dalla progradazione solo in seguito. Anche in questo caso possono esistere moti differenziali dei settori frontali rispetto ai settori interni che alterano la originaria giacitura dei livelli. Fattore



TAV. 2. - Profili rappresentativi dei tipi di piattaforma 1B e 6 nell'ordine. Il profilo B è caratterizzato da un substrato il cui andamento è determinato dalla neotettonica e da eventi erosivi precedenti lo sviluppo dell'attuale piattaforma.

determinante in questo tipo di piattaforma è comunque il rapporto tra subsidenza e sedimentazione, nettamente a favore di quest'ultima.

4) *Piattaforme interne ad un bacino di sedimentazione*; è il caso della estesa piattaforma lunense. L'insieme è subsidente e il bacino può essere interessato da una subsidenza di intensità maggiore rispetto all'alto strutturale che lo limita per cui la tipologia in questione può mantenersi a lungo nonostante la sedimentazione, senza che la situazione si evolva verso il tipo 3 B. Anche in questo caso è il rapporto subsidenza/sedimentazione a determinare le caratteristiche d'insieme: sono conservati numerosissimi stadi di evoluzione.

5) *Piattaforme di costruzione sulla base di un'antica superficie di spianamento*; il caso simile al 3 B, ma il substrato è modellato da fatti erosivi precedenti alla costruzione dell'attuale piattaforma, in una superficie poco deformata dalla neotettonica. La subsidenza è generalizzata ma possono aversi anche movimenti differenziali, laddove il prisma sedimentario supera il limite esterno dell'antica superficie di base. Sono conservati numerosi stadi di evoluzione e la superficie in questione può avere età diverse; per le piattaforme liguri appenni-niche si ritiene trattarsi di una piattaforma del Miocene superiore. Il tipo in esame può combinarsi variamente con i due tipi precedenti.

6) *Piattaforme a più rebords*; nel corso dell'evoluzione di piattaforme simili ai tipi 3 B, 4 e 5 può accadere che ad un certo punto la subsidenza non sia più interamente compensata dalla sedimentazione per cui il rebord originatesi in una determinata fase evolutiva viene abbandonato e se ne genera un altro spostato verso terra. Il fenomeno può essersi verificato a più riprese oppure essersi manifestato in continuità per un lasso di tempo molto ampio ed allora si avrà tutta una serie di rebords retrocessi, il più esterno dei quali potrà anche essere stato parzialmente mascherato dalla sedimentazione; in corrispondenza di esso sarà sempre visibile una decisa rottura di pendio in corrispondenza della quale si considererà situato il limite della piattaforma indipendentemente dalla profondità (Vanney, 1977). Esempi del genere sono comuni sulle piattaforme toscane.

7) *Piattaforme di origine composita*; al di sotto del rebords di una piattaforma «normale», vale a dire derivante dall'insieme delle fenomenologie finora prese in considerazione, si estende un bacino di sedimentazione poco profondo la cui sommità ha assunto per colmata una morfologia pianeggiante che termina bruscamente verso il largo

con una rottura di pendio: proponiamo inserire il tratto descritto nell'ambito della piattaforma, considerando come rebord il limite esterno di quest'ultima. Casi del genere non sono rari in Mediterraneo; il limite delle piattaforme composite cosi intese si trova a profondità considerevoli.

A questo proposito occorre precisare che anche le piattaforme dei tipi 1, 2, 3 A possono essere interessate, in una certa fase della loro evoluzione, da una subsidenza globale di notevole entità. Un esempio di piattaforma di tipo 1 A recentemente interessata da una subsidenza marcata è visibile nella zona di Capo Mele. Per i tipi 2 e 3 A, se la sedimentazione è estremamente ridotta, avremo piattaforme dallo sviluppo bloccato, mentre, se la sedimentazione non è trascurabile, una nuova piattaforma tenderà a ricostituirsi verso terra, generando cosi una situazione simile a quella del tipo 6. Casi del genere non sono stati reperiti nella zona in esame, ma riguardano ad esempio la piattaforma della Sardegna occidentale.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo schema presentato sarà certamente oggetto di ulteriori elaborazioni; esso rappresenta una proposta di lavoro e non si pretende di aver esaurito le problematiche sollevate dallo studio delle piattaforme liguri-tirreniche né tantomeno di avere inquadrato compiutamente la complessa variabilità tipologica del Mediterraneo occidentale. Si vuole sottolineare però che l'intento con cui lo schema è stato proposto è soprattutto quello di mettere in evidenza gli eventi evolutivi in relazione alla neotettonica. Sostanzialmente ci si è prefissi di verificare se sia possibile individuare una serie di piattaforme tipo, ciascuna caratterizzata da una ben precisa tendenza evolutiva per cui, riconoscendo una determinata tipologia, si possano immediatamente dedurre, almeno a grandi linee, le modalità di evoluzione in rapporto alla neotettonica. Il tentativo è stato fatto sulla base di concetti che appaiono validi nell'ambito della zona in esame, ma che vanno verificati tentandone l'applicazione ad altre piattaforme con caratteristiche diverse e/o effettuando controlli diretti.

Lavoro eseguito con il Contratto C.N.R. n. 38/77,01426.88/115.0292 nell'ambito del Progetto Finalizzato «Oceanografia e Fondi Marini », Subprogetto « Gestione della Piattaforma».

BIBLIOGRAFIA

Aloisi J.C., H. Got, A. Maldonado, A. Monaco e J. Serra-Raventos. 1978. Styles structuro-sédimentaires des marges continentales de la Mediterranee nord-occidentale. XXVI° *Congrés Assemblèe Plénière de la C.I.E.S.M.,* Anatalya 24 nov. - 2 dic. 1978.

Angrisano G. e A.G. Segre. 1969. La carta batimetrica del Mediterraneo nord-occidentale I. I. 1501. *Istituto Idrografico della Marina,* F.C. 1030/2, 24 pp.

Fanucci F., G. Fierro, M. Gennesseaux e J.P. Rehault. 1977. Les éffects de la tectonique recente sur les plateaux continentaux méditerranéens: quelques exemples. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, 24, 7a: 149-150.

Fierro G., M. Gennesseaux e J.P. Rehault. 1973. Caractères structuraux et sédimentaires du plateau commentai de Nice a Gènes (Mediterranee nord-occidentale). *Bull. B. R.* G. M., 2, 4 (4): 193-208.

Stanley DJ. 1977. *Post-Miocene depositional patterns and struttural displacement in the Mediterranean. The Oceanic basins and margins,* Vol. 4 A, *The Eastern Mediterranean*. Edited by A. E. Nairn, W. H. Kanes and F. G. Stehli. Plenum Publishing Corporation, New York, 77-150.

Vanney J.R. 1977. *Géomorphologie des plates-formes continentales*. Doin, Parigi, 300 pp.

GEOLOGIA E PETROCHIMICA DEI VULCANI CENTROTIRRENICI MAGNAGHI - VAVILOV – MARSILI

R. SELLI*, F. LUCCHINI**, P.L. ROSSI**,
C. SAVELLI***& M. DEL MONTE*
*Istituto di Geologia, Univ. Bologna; **Istituto di Petrografia, Univ. di Bologna; ***CNR, Lab. Geologia Marina Bologna.

Sono stati studiati da un punto di vista geologico, petrochimico e radiometrico i tre vulcani Magnaghi, Vavilov e Marsili che si elevano dalla piana batiale tirrenica. I dati emersi portano a considerazioni che investono non solo la natura stessa delle rocce costituenti tali apparati ma anche l'evoluzione dell'area tirrenica centro meridionale.

Da un punto di vista strutturale si tratta di 3 rilievi costituiti da enormi creste laviche a base ellittica impostate su grandi faglie crostali, verticali o dirette, orientate mediamente N. 15° E.

Nonostante il parallelismo dei tre rilievi, questi risultano inseriti in 2 quadri tettonici regionali differenti. Infatti i M.ti Magnaghi e Vavilov si sono impostati sulle medesime direttrici tettoniche che caratterizzano la circostante area sardo-corso-tirrenica (Selli, 1974); il Marsili invece si trova isolato e circondato da un reticolo di faglie variamente orientate. Un simile reticolo di faglie si riscontra nell'anello vulcanico delle Eolie.

Sulla base sia delle datazioni assolute sia delle faune fossili rinvenute nei sedimenti sui quali poggia il Magnaghi si può ritenere che dal punto di vista genetico gli apparati vulcanici in studio siano da mettere in relazione colla generale espansione dell'area tirrenica iniziata circa 3.5 milioni di anni fa (Selli, op. cit.). Inoltre, sulla base di orientamenti morfologici con direzione dapprima quasi N-S e poi NE-SW riscontrati sui vulcani Vavilov e Marsili, si può supporre che l'espansione dell'area tirrenica fosse caratterizzata da un orientamento

quasi E-W fino a circa 800.000 anni fa e che successivamente ne abbia assunto uno NW-SE. Tale mutato orientamento delle distensioni, corrisponderebbe a quello messo in luce da recenti ricerche nell'area dello stretto di Messina (Selli, et. al., in corso di stampa). Ma tale ipotesi, per quanto riguarda il M. Marsili, dovrà essere confermata o meno da ulteriori ricerche.

Lo studio petrografico ha portato a suddividere i campioni in esame in 2 raggruppamenti: uno costituito da plagioclasio, olivina, clinopirosseno e l'altro da plagioclasio, clinopirosseno, ortopirosseno e anfibolo.

I dati petrochimici consentono più nettamente una bipartizione definendo due associazioni vulcaniche: una da transizionale a tholei-tica, l'altra calcalcalina. La prima è la sola presente (limitatamente ai pochi campioni disponibili) nei vulcani Magnaghi e Vavilov; la 2a è stata riscontrata sulla quasi totalità dei campioni del Marsili.

Proiettando nei diagrammi di Pearce e Cann (1973) e di Pearce (1976) oltre ai campioni da noi studiati quelli della letteratura (Maccarone, 1970; Del Monte, 1972; Barberi et alii, 1974; Keller e Leiber, 1974), i monti Magnaghi e Vavilov risultano costituiti da basalti "entro-placca" mentre il Marsili da lave "calc-alkaline", accostandosi sensibilmente al vulcanismo delle Eolie. Tale accostamento risulta ancora più netto utilizzando il diagramma K_2O - SiO_2.

Tali 2 associazioni magmatiche riflettono bene il diverso quadro tettonico nel quale sono inseriti Magnaghi e Vavilov da un lato e Marsili dall'altro. Le affinità petrochimiche riscontrate fra i prodotti del Marsili da un lato e quelli dell'anello delle Eolie dall'altro si inquadrano bene con le esistenti analogie di stile tettonico su menzionate. Le datazioni K-Ar disponibili stabiliscono età di 2.7-3.0. Ma per i] Magnaghi e uguali o inferiori a 0.2. Ma per due lave dragate sulla parte alta del Marsili. Tali dati trovano un ottimo riscontro con le età desunte per via paleontologica: Pliocene sup. per l'inizio dell'attività del Magnaghi, Pleistocene sup. od Olocene per le ultime manifestazioni eruttive del Marsili. Infatti prodotti piroclastici del Marsili sono stati segnalati in sedimenti di età Pleistocene sup. - Olocene (p. es. Keller e Leiber, 1974).

II vulcano Marsili quindi e le isole Eolie oltre una stretta affinità magmatica e tettonica hanno in comune anche un'età recente dell'attività vulcanica.

FIG. 1. - Schema morfologico del Mar Tirreno.

Legenda:

1. = Piattaforma continentale.
2. = Scarpata continentale superiore e inferiore.
3. = Bacini peri tirrenici.
4. = Monti peritirrenici.
5. = Piana batiale.
6. = Monti vulcanici centro-tirrenici oggetto del presente lavoro.
7. = Apparati vulcanici accertati.
8. = Canyons (scarpata superiore).
9 = Valli e depressioni ampie.
10. = Rilievi e dorsali.

BIBLIOGRAFIA

Barberi F., Innocenti F., Ferrara G., Keller J. & Villari L., 1974. Evolution of Eolian Arc Volcanism (Southern Tyrrhenian Sea). *Earth Planet. Sci. Lett.*, 21: 269-276.

Del Monte M., 1972. Il vulcanesimo del Mar Tirreno: nota preliminare sui vulcani Marsili e Palinuro. *Giorn. Geol.*, XXXVIII, f. I: 231-252.

Keller J. & Leiber J., 1974. Sedimente, Tephra-Lagen und Basalte der südtyrrhenischen Tiefsee-Ebene im Bereich des Marsili-Seeberges «*Meteor Forsch.-Ergebnisse, Reihe c*, N°. 19, S. 62-76.

Maccarrone E., 1970. Notizie petrogiafiche e petrochimiche sulle lave sottomarine del Seamount 4 (Tirreno Sud). *Boll. Soc. Geol. lt.*, 89: 159-180.

Pearce J.A., 1976. Statistical analysis of major elements patterns in basalts. *J. Petrol*, 17: 15-43.

Pearce J.A. & Cann J.R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks
determined using trace element analyses. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19: 290-300.

Selli R., 1974. Appunti sulla geologia del Mar Tirreno. *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari*: 327-351.

Selli R., Colantoni P., Fabbri A., Rossi S., Borsetti A.M. & Gallignani P. Marine geological investigations on the Messina Strait and its approaches. *Giorn. Geol.*, XLII, f. II, in corso di stampa.

Selli R., Lucchini F., Rossi P.L., Savelli C. & Del Morite M., 1977. Dati geologici, petrochimici e radiometrici sui vulcani centro tirrenici. *Giorn. Geol.*, XLII, f. I: 221-246.

APPLICAZIONE DI MISURE DI ATP PER LA STIMA DELLE BIOMASSE NELLE ACQUE COSTIERE ANTISTANTI LA FOCE DEL TEVERE

G. CHIAUDANI e R. PAGNOTTA
Istituto di Ricerca sulle Acque - C.N.R.

INTRODUZIONE

Allo scopo di valutare l'impatto del fiume Tevere sulle acque costiere antistanti la sua foce è stata intrapresa a partire dalla fine del 1975:, nell'ambito del Progetto Finalizzato «Promozione della Qualità dell'Ambiente», una vasta ricerca multi ed interdisciplinare (Passino, 1977) che è tutt'ora in corso.

Per quanto riguarda gli studi di carattere ecologico i principali obbiettivi che si intendono perseguire sono i seguenti:

a) valutazione, nel tempo e nello spazio, della distribuzione delle sostanze inquinanti nelle acque costiere influenzate dall'apporto fluviale;
b) individuazione delle relazioni esistenti tra concentrazioni di nutrienti, densità della biomassa e rata di attività metabolica dei vari tipi di microrganismi.

La difficoltà e la scarsa precisione delle metodologie usualmente impiegate per la stima delle biomasse microbiche, fondamentali per la comprensione dei fenomeni di cui al punto b), ha portato allo sviluppo ed alla messa a punto di nuove tecniche (Brezonik, Browne e Fox, 1975) in grado di distinguere la frazione vivente da quella de-tritica.

La semplicità e l'alta sensibilità del metodo per la misura dell'ATP intracellulare (Holm-Hansen e Paerl, 1972) giustifica il fatto che oggi molti Autori usino questo parametro per accurate determinazioni della biomassa dei microorganismi acquatici (principalmen-

te alghe e batteri) in ecosistemi estremamente diversificati come fiumi, laghi, oceani e fanghi biologici degli impianti di trattamento.

Il metodo più comunemente usato per la quantificazione dell'adenosintrifosfato è quello che si basa sulla misura della bioluminescenza prodotta dalla reazione luciferina-luciferasi, nella quale il numero di quanti di luce emessi è proporzionale al contenuto iniziale di ATP nel sistema di reazione (Me Elroy, 1947).

Nonostante i vantaggi evidenti di utilizzare il metodo di bioluminescenza, lo stesso non ha ancora ricevuto una completa standardizzazione ed in letteratura sono descritte numerose procedure riguardanti sia le condizioni di estrazione che i sistemi di determinazione.

In questa comunicazione viene presentata la metodologia messa a punto presso l'Istituto di Ricerca sulle Acque del C.N.R. per la stima dell'ATP e vengono presentati alcuni risultati della sua applicazione in acque marine per la quantificazione della biomassa vivente e della sua diversificazione in componente eterotrofica ed autotrofica.

MATERIALI E METODI

II metodo qui descritto in forma sintetica, utilizzabile sia per acque dolci che marine, è stato scelto dopo aver esaminato diverse tecniche di estrazione e di misura e tenuto conto di problemi di stabilità, interferenza ed assorbimento.

Estrazione dell'ATP

I campioni di acqua prelevati ad 1 m di profondità furono passati attraverso una rete di nylon di 250μ, e 200 ml furono filtrati attraverso un filtro Millipore HA 0,45μ.

I filtri furono immediatamente posti in provette graduate contenenti 10 mi di Tris bollente (0.0125 M, pH = 7.75) e l'ATP cellulare fu estratto per 10 minuti ad una temperatura di 105 ÷ 110°C. Dopo raffreddamento il volume dell'estratto fu riportato a 10 mi, centrifugato e, se non analizzato immediatamente, un subcampione fu congelato a —20°C.

Preparazione della luciferina-luciferasi

Ciascuna fiala di estratto liofilizzato di luciferina-luciferasi (FLE

Sigma Chemical Co.) fu reidratata con 37 ml di acqua distillata sterilizzata, agitata vigorosamente e lasciata a riposo alla luce per un'ora a temperatura ambiente. Il preparato quindi è stato filtrato su Millipore HA 0,45μ e incubato per 24 ore alla temperatura di 4°C.

Standard di ATP

Soluzioni standard nel range 0,5 -f- 25 μg/1 furono preparate utilizzando ATP puro cristallino (Calbiochem).

Determinazione dell'ATP

La emissione della luce della reazione luciferina-luciferasi fu misurata con un contatore a scintillazione liquida (Packard Tri-Carb 3310) con il circuito di coincidenza escluso.

1 ml di FLE fu posto in cuvetta di scintillazione in vetro e, immediamente prima della determinazione dell'ATP, la luce di emissione di fondo di ciascuna fiala fu misurata per 6 secondi. Un'aliquota di 0,5 ml del campione o dello standard era iniettata con una micropipetta nella fiala da scintillazione, ben mescolata e quindi inserita nella camera di conteggio. La misura della bioluminescenza, della durata di 6 secondi, iniziava esattamente 24 secondi dopo l'aggiunta dell'estratto di ATP (campione o standard) alla FLE. I conteggi di fondo dovuti alla luminescenza dell'enzima erano sempre sottratti, per ottenere conteggi esatti, sia nella preparazione dell'enzima standard che per il calcolo del contenuto di ATP nei vari campioni.

Una curva di calibrazione veniva preparata all'inizio delle determinazioni e successivamente, per tenere conto della diminuzione nel tempo dell'attività endogena del sistema luciferina-luciferasi, ogni 10 campioni analizzati venivano effettuate misure ad una concentrazione standardizzata.

RISULTATI

Misure di routine di ATP sono state effettuate su campioni prelevati in 23 stazioni nel corso di 13 crociere nel periodo compreso tra ottobre 1975 e dicembre 1976. La distribuzione spaziale dei valori medi dell'ATP (fig. 1) permette di delimitare, a grandi linee, la zona

di diretta influenza fluviale sulle strutture biologiche in un sistema aperto quale quello .costituito dalle acque costiere prospicienti la foce del Tevere. I valori numerici medi misurati risultano dello stesso ordine di grandezza di quelli riscontrati in zone costiere olandesi (Manuels e Postma, 1974) e tedesche (Lenz, 1977) con caratteristiche trofiche simili.

Holm-Hansen e Booth (1966) e Laborde e Minas (1974) hanno indicato che valori medi di ATP inferiori a 0,25 μg/1 sono caratte-ristici di acque marine costiere non influenzate da apporti antropici o da fenomeni di upwelling. Si può pertanto ritenere che la zona esterna alla curva indicante concentrazioni di ATP uguali a 0,25 μg/1 possa considerarsi tipica delle acque costiere mediterranee oligotrofiche. È stato quindi possibile stimare in circa 400 km^2 la zona soggetta al carico inquinante convogliata dal Tevere ed in grado di modificare lo stato trofico del sistema.

Gli andamenti spaziali e temporali (variabilità stagionale} dell'ATP sono risultati inoltre strettamente correlati con le variazioni riscontrate nel contenuto di clorofilla (Pagnotta e Puddu, 1978). Questo fatto, considerate anche le prevalenti caratteristiche meso-eutrofiche delle acque marine più direttamente interessate dagli apporti del fiume Tevere (Blundo, La Noce, Pagnotta, Pettine e Puddu, 1978), porta alla conclusione che i valori di ATP siano indicativi principalmente della biomassa fitoplanctonica.

Se questo è il comportamento generale deducibile sulla base di un lungo periodo di osservazioni, situazioni trofiche diverse sono state comunque individuate mediante l'interpretazione puntuale di valori di ATP, in momenti particolari o in aree limitate.

Nella crociera del 6 ottobre 1976 furono misurate concentrazioni di azoto totale inorganico ($N\text{-}NH_3$ + $N\text{-}NO_2$ + $N\text{-}NO_3$) inferiori ai limiti di rivelabilità di ciascuna delle metodiche analitiche utilizzate (Strickland e Parson, 1972) nelle stazioni 22, 23, 24, 26, 31 (fig. 1). Inoltre, nella maggior parte delle stazioni di prelievo furono registrati valori di clorofilla a totale superiori ai valori medi annui ma costituiti in misura prevalente di clorofilla inattiva (feofitina). In questa situazione si poteva ipotizzare che la componente eterotrofica costituisse percentualmente una frazione rilevante della biomassa microbica totale. Le biomasse eterotrofe e quelle autotrofiche (espresse in μg C/1) furono calcolate moltiplicando i valori di ATP e di clorofilla rispetti

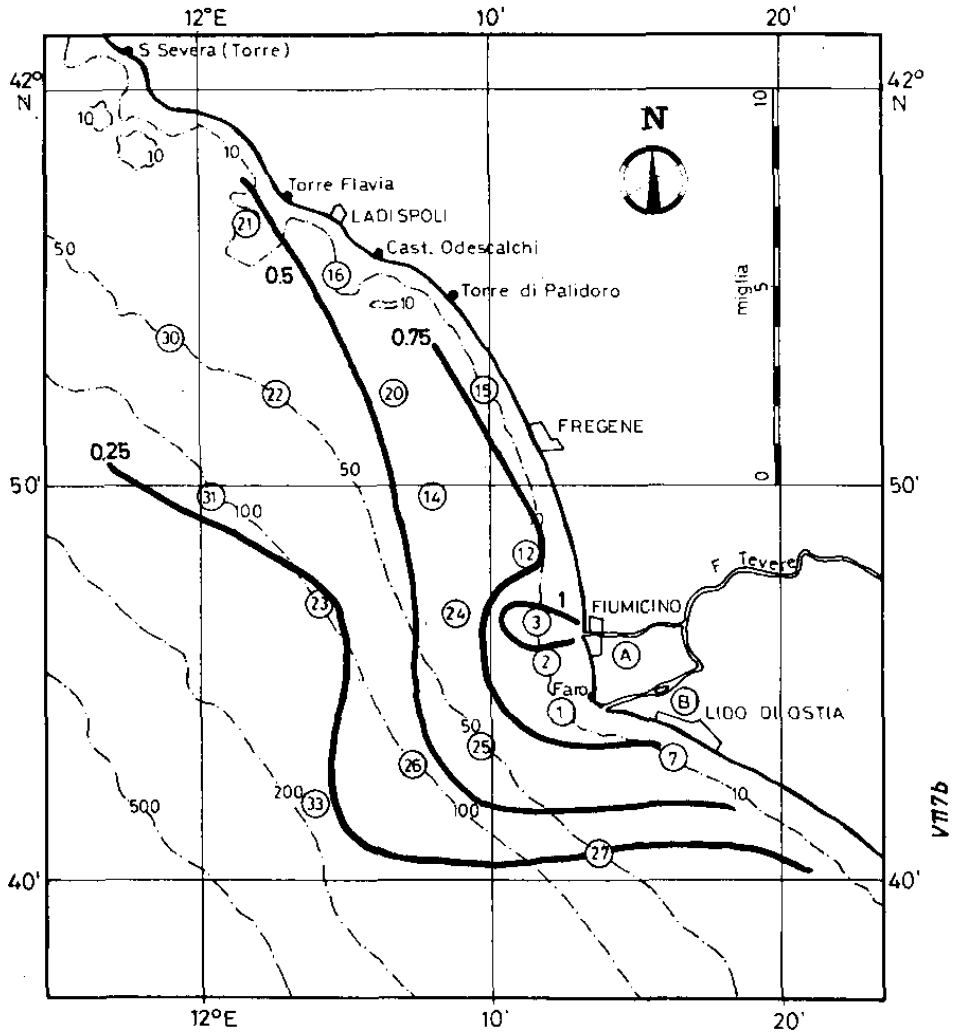


FIG. 1. - Localizzazione delle stazioni di campionamento e andamento superficiale medio delle concentrazioni di ATP (µg/1) nel periodo ottobre 1975 - dicembre 1976.

vamente per 250 e per 100 in accordo con i fattori di conversione proposti da Holm - Hansen (1969) ed hanno evidenziato la predominanza della componente eterotrofica.

La stima dell'ATP ha cosi permesso di confermare l'ipotesi fatta e di evidenziare una situazione tipica che spesso si verifica in un corpo Idrico interessato da un fenomeno di fioritura algale, in condizione di senescenza determinata da una forte limitazione da nutrienti (Glooshenko, Moore e Vollenweider, 1972).

Le possibilità offerte dalla stima dell'ATP per individuare zone a prevalente attività eterotrofica da zone ad attività autotrofica è messa in luce anche dai risultati ottenuti in una crociera effettuata il 26 settembre 1977 (fig. 2). In tale occasione fu misurata nell'area circostante il canale di Fiumicino la salinità in continuo e, in 24 stazioni, furono determinati i contenuti in sali nutritivi, clorofilla, ATP nonché il numero di batteri eterotrofi.

In quattro di queste stazioni il contenuto in clorofilla *a* non fu rilevabile (< 0.001 μg/1) mentre il contenuto di ATP variava tra 0,37 e 0,66 μg/1. Disponendo per tali stazioni del numero di eterotrofi (D'Arca e Sebastiani, dati non pubblicati), si è calcolato il contenuto di ATP per singolo microorganismo assumendo assenti gli organismi fitoplanctonici. Il valore risultante ($5,7 \times 10^{-9}$ μg ATP/cell.) è compreso nel range trovato da Hamilton e Holm-Hansen (1967) per colture batteriche ($0,5 \div 6.5 \cdot 10^{-9}$ μg ATP/cell.). Per le rimanenti stazioni è stato pertanto possibile stimare la quantità di ATP dovuta alla componente eterotrofa moltiplicando il n° di cellule batteriche per il loro contenuto in ATP. La differenza tra il valore di ATP totale misurato e quello batterico calcolato ha permesso la stima dell'ATP dovuto alla componente fitoplanctonica. Quest'ultimo valore è risultato altamente correlabile con i dati di clorofilla ($r = 0,86$; n° di coppie = 23; $P < 0.001$) e l'equazione della retta di regressione risultante è $ATP_{aut} = 0.49\ Ch — 0.19$.

Il rapporto medio ATP stimato/Clorofilla misurata è risultato essere 0,49, in buon accordo con i valori riportati da Holm-Hansen (1969 e 1970) che ha trovato un range tra 0,04 e 0,60 per 5 specie di alghe marine in colture pure e valori di rapporto varianti tra 0,22 e 0,36 per popolamenti fitoplanctonici marini misti.

Il calcolo della biomassa autotrofa rispetto alla totale (valori per

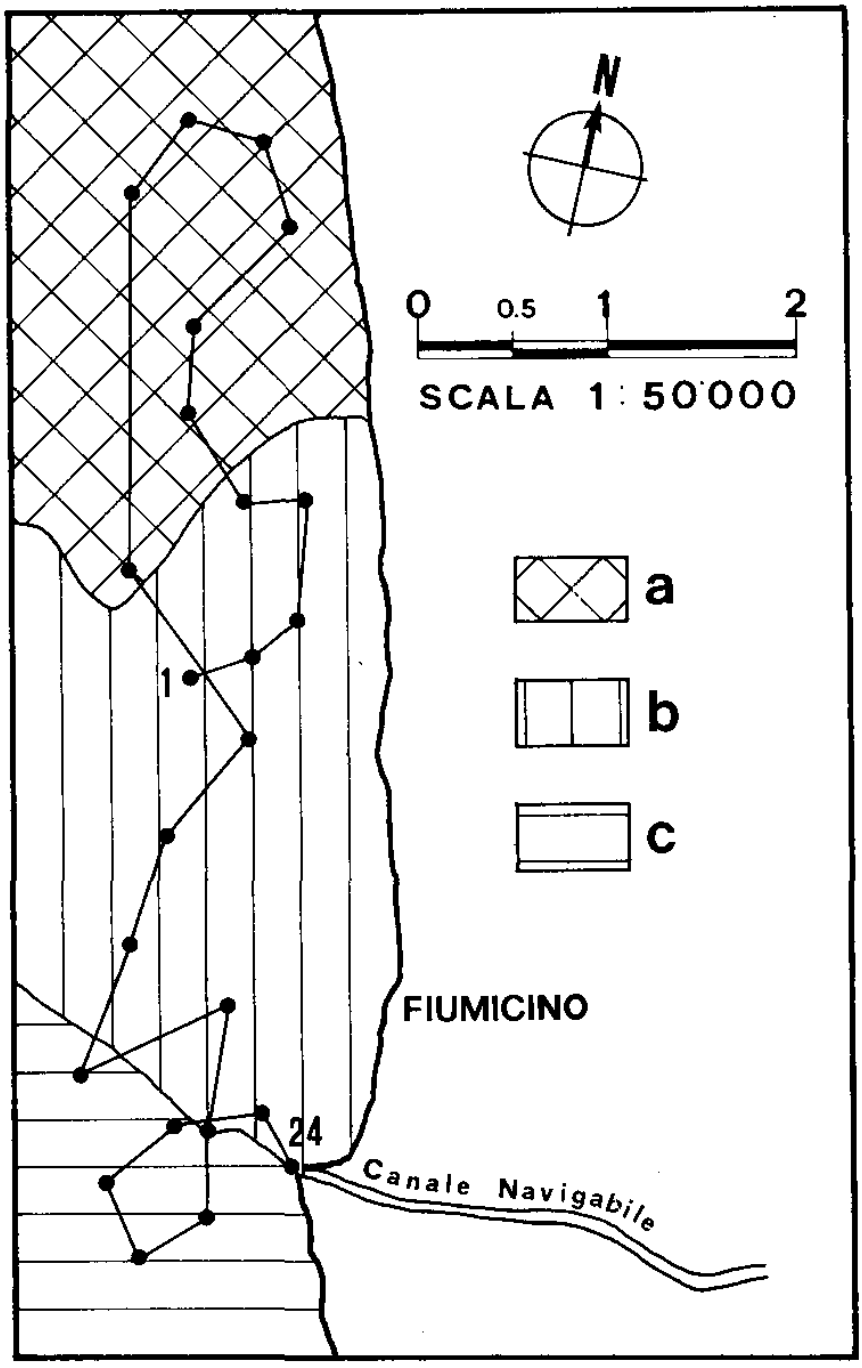


FIG. 2. - Crociera del 26-9-77. I punti rappresentano le 24 stazioni di prelievo. La zona a) indica prevalenza di biomassa autotrofica, la e) prevalenza di biomassa eterotrofica e la b) una zona con caratteristiche intermedie.

centuali) ha permesso di individuare 3 zone nettamente distinte, (fig. 2). La prima a sud di Fiumicino, fuori dal "pennacchio" fluviale e caratterizzata da valori di salinità costanti (34 ÷ 35 ‰), in cui si hanno bassi valori di biomassa totale (ATP ≈ 0,5 μg/1) composta esclusivamente da una microflora eterotrofica autoctona.

Una seconda zona, estendentesi fino a circa 3 miglia a nord e a circa 2 miglia ad ovest, caratterizzata da una notevole variabilità nei valori di salinità (20 -i- 35 ‰) a testimoniare un non omogeneo mescolamento delle acque del Tevere. In tale zona i valori di biomassa totale ed autotrofica sono caratterizzati da notevoli fluttuazioni (ATP compreso tra 0,4 e 5 μg/1 e biomassa autotrofica compresa tra il 15% e il'95% della totale). La terza infine si estende dalle 3 alle 5 miglia a nord di Fiumicino ed è caratterizzata da una maggiore omogeneità come dimostrato dai valori di salinità (30 ~ 35 ‰) cui corrispondono più elevati valori di ATP (da 2 a 11 μg/l) e una predominanza di biomassa autotrofa rispetto alla biomassa totale (tra 95 e 100%).

CONCLUSIONI

Questa comunicazione non ha certo la pretesa di soddisfare l'esigenza di descrivere ed interpretare i complessi meccanismi sia di natura fisica che biologica caratteristici di una zona costiera influenzata da apporti fluviali. Si è voluto peraltro mettere in evidenza la possibilità che le determinazioni di ATP, metodologia che non presenta eccessive difficoltà tecniche e soddisfa esigenze di precisione e riproducibilità, offrono nell'interpretare le due attività basilari del funzionamento di ogni ecosistema acquatico.

È stato infatti possibile determinare con sufficiente accuratezza l'area marina nella quale i fenomeni biologici naturali vengono modificati dagli apporti del Tevere. Alcune situazioni particolari, evidenziatesi durante la ricerca, hanno permesso di verificare, in campo, i coefficienti di trasformazione utilizzabili per il calcolo delle biomasse viventi, sia autotrofa che eterotrofa, e di interpretare situazioni puntuali legate a fenomeni biologici precedenti.

La stima di queste biomasse, in connessione con misure di produttività primaria e di attività eterotrofica, potranno permettere, alla fine della ricerca, la costruzione di un modello ecologico generale.

BIBLIOGRAFIA

Blundo C., La Noce T., Pagnotta R., Pettine M. e Puddu A. 1978. Distribution of nutrients off the mouth of the Tiber river and its relationships with biomass. *Thalassia Jug*. in press.

Brezonik P.L., Browne F.X. e Fox J.L, 1975. Application of ATP to plankton biomass and bioassay studies. *Water Res*. 9: 155-162.

Glooschenko W.A., Moore J.E. e Vollenweider R.A. 1972. III. The seasonal cycle of Pheopigrnents in lake Ontario with particular emphasis on the role of zooplankton grazing. *Limnol. Oceanogr*., 17: 597-605.

Hamilton R.D. e Holm-Hansen O. 1967. ATP content of marine bacteria *Limnol. Oceanogr*. 12: 319-324.

Holm-Hansen O. 1969. Determination of microbial biomass in Ocean profiles. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 740-747.

Holm-Hansen O. 1970. ATP levels in algal cells as influenced by environmental conditions. P*lant Cell. Physiol*. 11: 689-700.

Holm-Hansen O. e Booth C.R. 1966. The measurements of ATP in the Ocean and its ecological signifiance. *Limnol. Oceanogr.*, 11: 510-519.

Holm-Hansen O. e Paerl H.W. 1972. The applicability of ATP determination for estimation of microbial biomass and metabolic activity, *Mem. Ist. Ital. idrobiol*, 29 Suppl.: 149468.

Laborde P.L. e Minas HJ. 1974. Influence des conditions hivernales sur les productions phyto- et zooplanctoniques en Méditerranee Nord-Occidentale. IV. Distribution verticale des taux d'adenosine ttiphosphate et de production primaire. *Marine Biology*, 25: 203-212.

Lenz J. 1977. Seston and its main components. In *Microbial ecology of a brackish water Environment*. G. Rheinheimer Ed. Springer-Verlag, Berlin, 291 pp.

Manuels M."W. e Postma H. 1974. Measurements of ATP and organic carbon in suspended matter of the Dutch Wadden Sea. *Netherlands J. Sea Res*., 8 (2-3): 292-311.

Mc Elroy W.D. 1947. The energy source for biolominescence in an isolated System. *Proc. Nat. Acad. Sci*. USA 33: 342-345.

Pagnotta R. e Puddu A. 1978. Distribuzione della clorofilla alla foce del Tevere rilevata attraverso misure di fluorescenza. *Inquinamento*. 7-8: 35-39.

Passino R. 1977. Research and Experimental Data Necessary for Implementing Pollution Control Programmes. In UNEP *2nd International Marine Pollution Symposium*. Dubrovnik, October 10-13, 1977.

Strickland J.D.H. e Parsons J.R. 1968. A pratical handbook of seawater analysis, *Bull. Fish. Res. Bd. Can*. 167 pp.

VARIAZIONI STAGIONALI DEL RAPPORTO DIATOMEE-PERIDINEE NEL HTOPLANCTON DI SUPERFICIE RACCOLTO SU DUE STAZIONI AL LARGO DI CHIAVARI

M. CATTANEO
Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura dell'Università - Genova

Questa nota si inserisce nel contesto di una ricerca volta ad ottenere una prima valutazione della produzione delle acque e dei fondi del Mar Ligure, attraverso la misura di alcuni parametri fisico-chimici della colonna d'acqua (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, sali nutritivi) e la valutazione quantitativa dei popolamenti planctonici e bentonici.

I campionamenti a tal fine sono iniziati nell'ottobre 1977 e vengono condotti quindicinalmente su due stazioni ubicate al largo di Chiavati.

La stazione 1, a circa 5.5 miglia da Chiavati e 2 dalla punta di Portofino, è situata su un fondale di 250 m mentre la stazione 2 si trova a circa 1.5 miglia da costa su un fondale di 60 m (fig. 1).

Per lo studio della componente fitoplanctonica sono stati raccolti a diverse quote campioni d'acqua per la valutazione del contenuto in pigmenti clorofilliani e per il conteggio delle cellule vegetali con il metodo di Utermohl. Si è ritenuto tuttavia opportuno esaminare tale componente anche da un punto di vista qualitativo, seppure per il solo strato superficiale, al fine di vedere quali gruppi siano predominanti nel determinare la produzione nelle acque costiere e d'altura nel corso dell'anno; ci si proponeva anche di verificare la costanza negli anni di modelli di distribuzione segnalati da altri autori per il Mar Ligure e di confrontarli con quelli di altre aree del Mediterraneo.

A tale scopo si è provveduto alla raccolta di campioni superfi

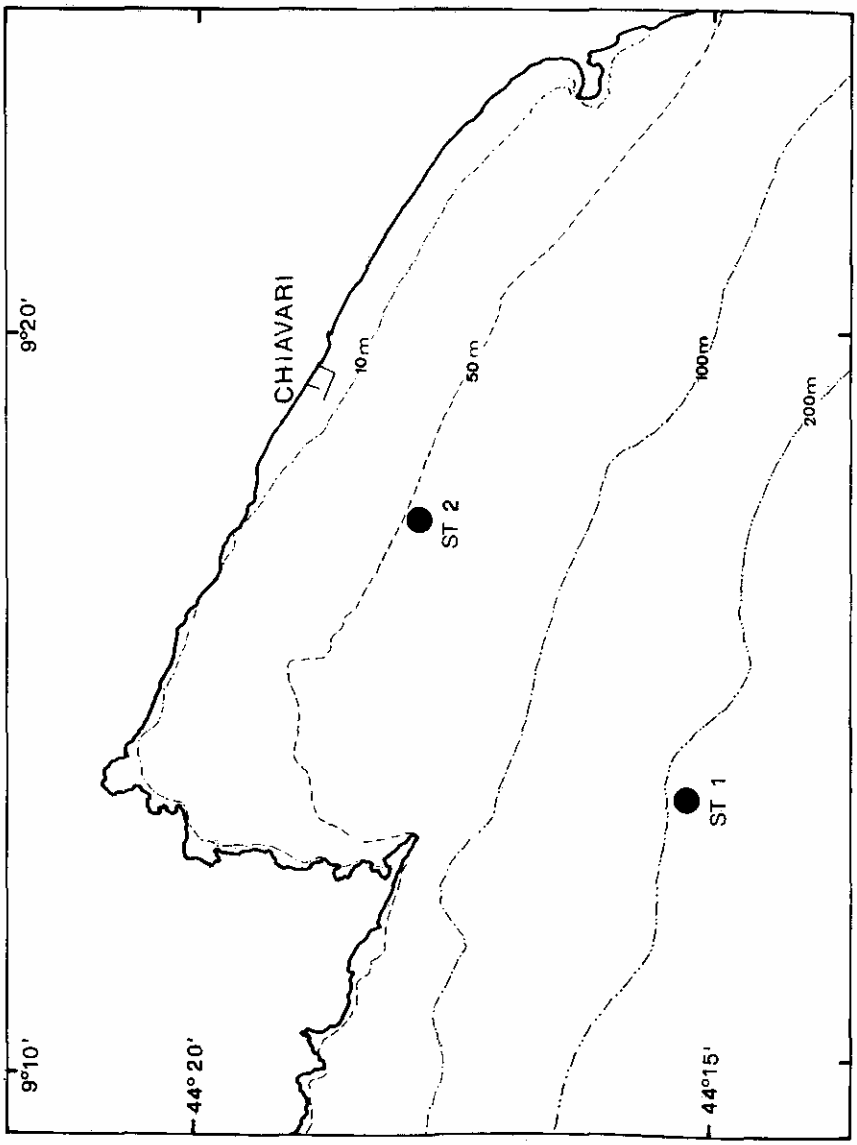


FIG. 1. - Posizione delle stazioni di campionamento.

ciali mediante retino tipo Tregouboff con maglia di 20 p.; di tali campioni , esaminati a fresco appena possibile, venivano contate da un minimo di 100 ad un massimo di 400 cellule (*). Essendo interessati essenzialmente alle forme più abbondanti si è spinta la determinazione sistematica fino alla specie, o perlomeno al genere, delle forme che maggiormente caratterizzavano ogni campione mentre ci si è limitati ad una suddivisione per grandi gruppi di quelle meno rappresentate.

Nella figura 2 sono riportati i valori percentuali delle Diatomee nella stazione 1 e nella stazione 2 insieme con i valori trovati da Rampi (1954) su una stazione ubicata a Punta Mesco, una quindicina di miglia a levante di Chiavari, leggermente più in costa rispetto alla stazione 2 ; sono inoltre riportati i valori della temperatura superficiale misurati al momento del campionamento.

Come si può notare l'andamento delle Diatomee nella stazione 1 e nella stazione 2 è alquanto simile: solo nella stazione d'altura si nota una certa maggiore variabilità rispetto a quella costiera.

In entrambe le stazioni è evidente una netta dominanza delle Diatomee sulle Peridinee durante quasi tutto l'anno; solo da ottobre all'inizio di dicembre e da fine maggio a giugno sono le Peridinee ad avere il sopravvento. A fine novembre ed alla fine di gennaio si ha predominanza delle Peridinee al largo, delle Diatomee in costa, mentre a fine dicembre ed ai primi di settembre le due componenti fito-planctoniche si bilanciano. Tra gli altri gruppi fitoplanctonici si ritrovano occasionalmente solo i Silicoflagellati.

Le Diatomee hanno un primo massimo pronunciato all'inizio di gennaio, seguito da un minimo relativo dopo il quale, da febbraio a maggio, restano su valori compresi tra il 70 ed il 97 96. Si ha quindi un forte minimo all'inizio di giugno (7 e 13 96) seguito da una seconda fase di fioritura tra luglio e settembre, dopo di che si registra un nuovo minimo che coincide con un momento di povertà assoluta del fitoplancton in generale.

Il confronto con i dati di Rampi (1954) sembra far emergere, pur con alcune differenze, una notevole uniformità; le differenze maggiori si hanno ad agosto — mese in cui Rampi segnala un minimo mar-

(*) Nell'ottobre 1978 la scarsità assoluta di fitoplancton 'non ha consentito di andare oltre 50 cellule nella St. 1 e 33 nella St. 2.

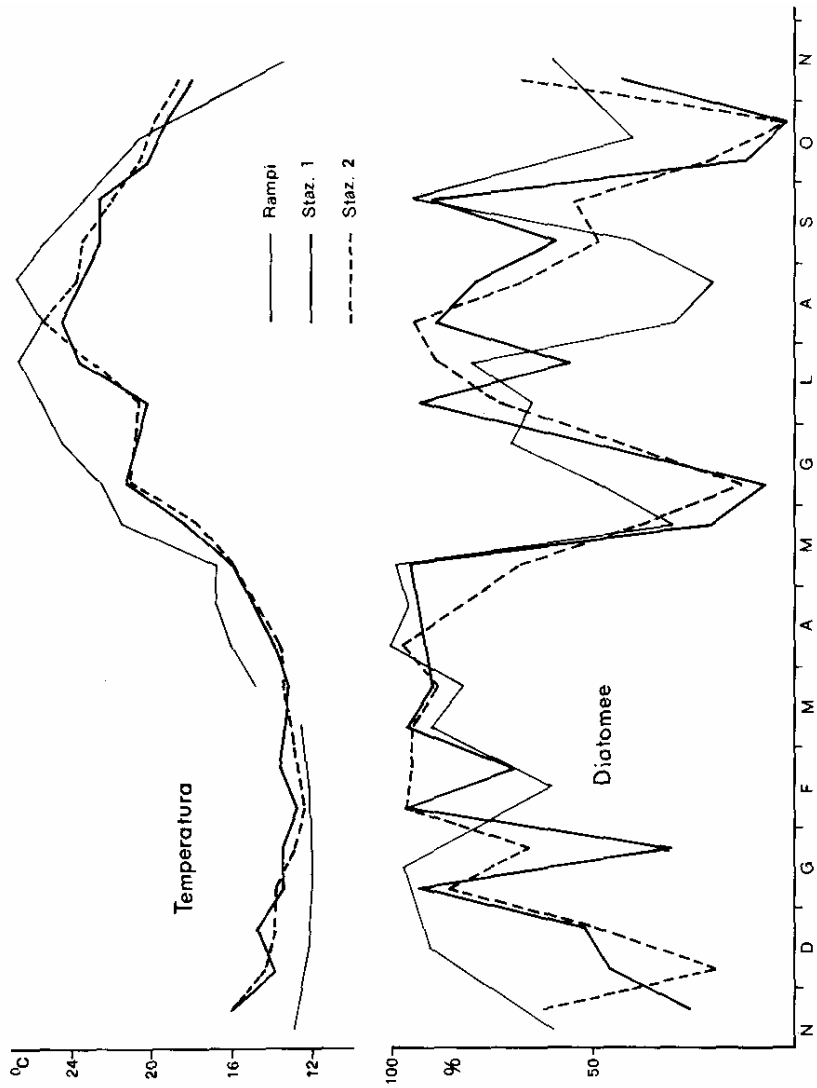


FIG. 2. - Andamento del ciclo termico e dei valori percentuali delle Diatomee nel corso dell'anno (novembre 1977 - novembre 1978) sulle stazioni 1 e 2 e nell'anno 1950-1951 a Punta Mesco (Rampi, 1954).

cato —, dove si è riscontrata sulle stazioni 1 e 2 una notevole fioritura di *Chaetoceros* e *Leptocylindrus*, e ad ottobre dove, contrariamente a quanto segnalato per Punta Mesco, si registra un minimo molto accentuato.

Un lavoro analogo effettuato da Bernhard e Rampi (1967) per la stessa zona di Punta Mesco, rispecchia assai fedelmente tale schema, con minimi in giugno ed ottobre e massimi in febbraio e dicembre. Andamento simile mostrano anche i popolamenti fitoplanctonici di varie zone del Mediterraneo (Margalef, 1957; Ignatiades, 1969; Solazzi e Andreoli, 1971; Magazzù, Andreoli e Munao, 1975).

È da notare che l'uniformità dello schema generale è raggiunta nonostante una notevole variabilità negli anni delle specie dominanti: ad esempio le specie dei generi *Thalassiothrix* e *Thalassionema*, considerate da Rampi (1954) e da Bernhard e Rampi (1967) come le specie a sviluppo più intenso e continuativo, sono state ritrovate a Chiavari solo sporadicamente. Altrettanto variabili sono le fioriture di singole specie, come *Nitzschza seriata*, *Skeletonema costatum* e *Leptocylindrus danicus*, che possono determinare in alcuni prelievi la quasi totalità del popolamento e che non hanno un periodo preciso di comparsa.

Nel corso dell'anno sulle due stazioni si è ritrovata prevalenza da dicembre ad aprile di varie specie del genere *Chaetoceros*, al quale si affianca in aprile l'*Asterionella* che resta predominante in maggio. A fine maggio si ha una netta diminuzione delle Diatomee e la prevalenza delle Peridinee con i generi *Ceratium* e *Peridimum*, sostituiti a giugno dal genere *Gonodioma*. A luglio si ha una forte ripresa delle Diatomee con la comparsa dello *Skeletonema*, sostituito in agosto da specie dei generi *Guinardia* e *Leptocylindrus*. Quest'ultimo resta dominante fino ai primi di settembre, mese in cui avviene una nuova fioritura di *Chaetoceros affinis*. A ottobre si registra prevalenza delle Peridinee in un plancton estremamente povero con successiva ripresa delle Diatomee con i generi *Rhizosolenia* e *Chaetoceros*.

Tale successione è alquanto diversa da quella segnalata da Rampi: sono tuttavia gli stessi generi ad alternarsi ed a determinare la fisionomia del popolamento.

Una maggiore costanza nella successione delle specie negli anni è stata invece segnalata in ambienti più chiusi, come ad esempio nel Golfo di Napoli (Issel, 1934; De Angelis, 1956): in tale ambiente a

distanza di anni la successione di specie è risultata pressocchè identica. Questo viene attribuito dal De Angelis alle caratteristiche del Golfo che, nonostante i larghi scambi con il mare aperto, resta tuttavia un ambiente di vita piuttosto chiuso, con minore variabilità dei parametri ambientali.

Dal punto di vista quantitativo, non essendo ancora a uno stadio molto avanzato il conteggio delle cellule vegetali con il metodo Utermohl e non essendo ancora completamente elaborati i dati relativi alla clorofilla, si possono trarre solo alcuni dati preliminari: tuttavia si possono segnalare la notevole differenza quantitativa tra le due stazioni, a favore di quella costiera, e la presenza di un forte massimo di produzione a fine inverno - inizio primavera. Tali dati con-cordano con quanto segnalato sulla povertà del fitoplancton pelagico, che segue tuttavia un ciclo stagionale assai simile a quello neritico (Léger, 1972 a; 1972 b). Tale ciclo, per il Mediterraneo occidentale, comprende nel corso dell'anno due massimi e due minimi di produzione; i due massimi coincidono in genere con la fine dell'inverno ed il tardo autunno, ma possono essere più o meno spostati a seconda delle zone e dell'andamento meteorologico dell'anno. Alcuni Autori hanno inoltre riscontrato un terzo massimo nella stagione estiva (Bernhard, Rampi e Zattera, 1969; Magazzù e coli., 1975; Solazzi e Andreoli, 1971).

I massimi di produzione sono da attribuire essenzialmente allo sviluppo delle Diatomee, restando le Peridinee alquanto costanti nel corso dell'anno ed in genere assai meno abbondanti delle Diatomee.

Rampi (1954) segnala una relazione molto netta tra il ciclo delle Diatomee e l'andamento termico, verificandosi i minimi percentuali di tali planctonti in corrispondenza dei massimi termici; dalla osservazione del grafico relativo alle stazioni 1 e 2 di Chiavari sembra che i minimi delle Diatomee siano da mettere in relazione più con dei bruschi sbalzi della temperatura delle acque che con un valore troppo elevato di questa. Ad esempio dopo la caduta da maggio a giugno (dal 95 al 7 %) in corrispondenza di un innalzamento della temperatura da 16 a 21°C, si ha una nuova fase di ricchezza delle Diatomee pur con temperature oscillanti tra i 22 ed i 26°C.

Comunque molti altri fattori sono determinanti nell'avvio di una fioritura e nel suo successivo calo: da vari Autori (Rampi, 1954; Ryther, 1963; Lenzi Grillini e Lazzara, 1978) è stata messa in evi-

denza l'importanza della quantità di radiazione, del pascolo degli erbivori e; per quanto riguarda le stazioni neritiche, della salinità; molto discusso è il ruolo dei sali nutritivi, con i quali non è stata ancora provata definitivamente una correlazione precisa.

Il proseguimento di questa indagine per un altro ciclo annuale, con la conclusione delle analisi relative al conteggio, alla clorofilla, alla salinità, ai sali nutritivi, alla biomassa zooplanctonica, corredate con i dati relativi all'andamento meteorologico, dovrebbero consentire di meglio definire il ciclo annuale del fitoplancton nel Mar Ligure e di proporre delle ipotesi motivate sui fattori che lo regolano.

BIBLIOGRAFIA

Bernhard M. e Rampi L. 1967. The annual cycle of the «Utermohl phytoplankton» in the Ligurian Sea in 1959 and 1962. *Pubbl. Staz. Zool*. Napoli, 35: 137-169.

Bernhard M., Rampi L. e Zattera A. 1969. La distribuzione del fitoplancton nel Mare Ligure. *Pubbl. Staz. Zool.* Napoli, 37 (2° suppl.): 73-114.

De Angelis C.M. 1956. Ciclo annuale del fitoplancton del Golfo di Napoli. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 11(1): 37-55.

Ignatiades L. 1969. Annual cycle, speties diversity and succession of phytoplankton in lower Saronicos Bay, Aegean Sea. *Mar. Biol*. 3: 196-200.

Issel R. 1934. Ciclo annuale del microplancton di superficie del Golfo di Napoli. *Pubbl. Staz. Zool*. Napoli, 14: 1-50.

Léger G. 1972 a. Les populations phytoplanctoniques au point — 42°47'N, G = 7°29'E Greenwich (Bouée-laboratoire du COMEXO/CNEXO). D. Quatrième séjour (7-15 janvier 1965). Interprétation generale. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*. 70(1417): 1-56.

- 1972 b. Les populations phytoplanctoniques au point = 42°47'N, G = 7°29'E Greenwich (Bouée-laboratoire du COMEXO/CNEXO'). F. Discussion generale. Ibid., 70(1420): 1-71.

Lenzi Grillini C., Lazzara L. 1978. Ciclo annuale del fitoplancton nelle acque costiere del Parco Naturale della Maremma. I. Variazioni quantitative. *Giorn. Bot. Ital*, 112(3): 157-173.

Magazzù G., Andreoli C. e Munao F. 1975. Ciclo annuale del fitoplancton e della produzione primaria del Basso Tirreno (1969-1970). *Mem. Biol. mar. Océanogr*. (N.S.), 5(2): 25-48.

Margalef R. 1957. Fitoplancton de las costas de Blanes (Gerona) de agosto de 1952 a junio de 1956. *Inv. Pesq*., 8: 89-95.

Rampi L. 1954. Variazioni stagionali del fitoplancton di superficie raccolto nel Golfo di Genova a Punta del Mesco (La Spezia). *Atti Acc. Lig Sci. Lett.*, 10: 1-42.

Ryther J.H. 1963. Geographic variations in productivity. In-. The Sea Intersc. Publ. New York, 2: 347-380.

Solazzi A. e Andreoli C. 1971. Produttività e ciclo annuale del fitoplancton nel medio Adriatico occidentale. *Quad. Lab, Tecn. Pesca*. 1 (1°suppl.): 1-90.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologia - Genova».
Contratto di Ricerca C.N.R. n. 77-01032.88/115.0907.

ECOLOGIA E BIOLOGIA DEI PORTI DEL MAR LIGURE E ALTO TIRRENO. 9. CARATTERISTICHE AMBIENTALI E CARICO ZOOPLANCTONICO NELLE ACQUE DELLA BAIA DI LA SPEZIA

M. FABIANO-, T. ZUNINI SERTORIO * e V. CONTARDI °
* Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura. Università dì Genova.
°Istituto di Chimica Generale. Università di Genova.

Gli ambienti portuali del Mar Ligure ed Alto Tirreno sono da alcuni anni oggetto di indagini interdisciplinari che tendono a delinearne il quadro ecologico e ad individuare eventuali relazioni tra aspetti del plancton portuale e situazioni ambientali particolari. In questa tematica si inserisce l'indagine condotta tra il luglio 1974 ed il giugno 1975 nella Baia di La Spezia di cui si riferiscono Ì primi risultati.

La Baia si incunea nella costa per oltre 4 km ed ha una superficie maggiore di 12 km^2 e profondità media di circa 13.5 m; essa è in comunicazione con le acque esterne solamente attraverso le strette imboccature ai due lati della diga che la separa dal mare aperto.

I dati qui riportati sono stati rilevati su tre stazioni, delle quali due alle imboccature della Baia ed una nella parte più interna della stessa, in vicinanza del porto mercantile. Essi si riferiscono ai risultati di dosaggi di ossigeno, fosfati reattivi, nitriti, nitrati, silicati e clorofilla-a effettuati secondo le metodiche descritte da Strickland e Parson (1968) su campioni d'acqua raccolti mensilmente alle profondità di O, 5 e 10 m, dall'ottobre 1974 al giugno 1975.

Vengono riportati inoltre Ì dati del carico zooplanctonico, da luglio '74 a giugno '75, valutato su campioni prelevati a 0, —5, e —10 m con bottiglia a chiusura (capacità 10.5 1), filtrati su garza di seta n° 14 (apertura delle maglie 0.092 mm) e conteggiati totalmente.

Ogni campionamento è corredato da misure di trasparenza e di temperatura; quest'ultima è stata rilevata ad ogni metro della colonna d'acqua mediante salinometro Beckman RS5-3 (accuratezza + 0.5°C) e in superficie con termometro a pozzetto al decimo di grado.

TEMPERATURA

Per quanto riguarda la temperatura superficiale, le tre stazioni pur presentando lo stesso andamento sono marcatamente differenti nei valori assoluti: quelli della stazione interna sono decisamente superiori a quelli delle stazioni vicino alle imboccature.

L'analisi delle temperature alle varie profondità mette in evidenza che una spiccata diversità tra le stazioni interessa lo strato superficiale fino ad un massimo di 5 metri, al disotto del quale il gradiente tra stazioni diminuisce e tende ad annoiarsi.

Il processo di raffreddamento si sviluppa da settembre a gennaio, ma è possibile osservare nella stazione più interna il formarsi in dicembre di un marcato termoclino superficiale che, per la stagione in cui si manifesta, è da ricondursi necessariamente ad apporti esterni; segue in febbraio un periodo di omotermia quindi in marzo il processo di riscaldamento appare più evidente sulla stazione interna, meno evidente a ponente e appena accennato a levante.

OSSIGENO

I dati relativi alle concentrazioni di ossigeno (media dì tre quote) mostrano nel corso della ricerca un ampio intervallo di valori (3.5 -8.3 ml/1), caratteristico dei porti, con concentrazioni quasi sempre inferiori sulla stazione interna rispetto alle stazioni poste alle imboccature (tabella 1). Non si osservano comunque, ad alcun livello, concentrazioni di ossigeno particolarmente basse; il che starebbe ad indicare, per le stazioni studiate, l'assenza di fenomeni di stagnazione favoriti da una persistente stratificazione. (Purtroppo, a causa del mancato funzionamento del salinometro, non si è stati in grado di calco-are le percentuali di saturazione). Da rilevare a questo proposito che .n una precedente indagine su analoghe stazioni (Della Croce N,, Galleri G., Grosso F., 1972) è stato osservato tra luglio ed agosto la rottura ed il ripristino della stratificazione termica, fatto che indica instabilità anche nel periodo estivo.

NUTRIENTI

Le concentrazioni di fosfati reattivi {media delle tre quote) riportate nella tabella 1 evidenziano nella stazione interna una marcata variabilità e complessivamente maggiore ricchezza rispetto alle altre stazioni. Relativamente alla distribuzione verticale si riscontra per la stazione interna un massimo in superficie, mentre per le stazioni all'imboccatura tale valore è in posizione variabile lungo la colonna.

I valori massimi di nitriti si riscontrano in gennaio e febbraio sulle tre stazioni e sembrano dipendenti dal notevole aumento delle concentrazioni di nitrati nel mese dì gennaio. La stazione interna presenta valori medi più elevati rispetto alle altre due stazioni ma le differenze sono meno pronunciate che per i fosfati. Essa presenta inoltre concentrazioni più elevate in superficie, come già osservato per i fosfati.

I silicati si comportano in modo particolare, mostrando maggior variabilità e concentrazione media totale più elevata in corrispondenza della stazione E, posta all'imboccatura di levante.

In generale, le concentrazioni dei sali nutritivi di ciascuna stazione, confrontate con quanto si conosce sul contenuto in nutrienti dei porti liguri e toscani (Capelli R., Contardi V., Fabiano M., Zanicchi G., 1976; Fabiano M., Contardi V., Zunini Sertorio T., 1976), si pongono in una fascia intermedia di valori tra le basse concentrazioni delle acque costiere e le alte concentrazioni delle stazioni più interne dei porti maggiormente interessati a scarichi urbani ed industriali. Occorre tuttavia rilevare che le tre stazioni in esame non possono definire tutto l'areale della Baia; Bernhard (1970) infatti riscontra nella zona del porto mercantile valori decisamente superiori a quelli qui riportati.

PLANCTON

Le osservazioni sui pigmenti clorofilliani riguardano il periodo compreso tra febbraio e giugno. Le concentrazioni della clorofilla-a, oltre che più variabili risultano in media più elevate nella stazione interna (7.00 μg/1), più basse all'imboccatura di levante (3.60 μg/1), intermedie a quella di ponente (4.98 μg/1).

II carico zooplanctonico medio annuale è massimo nella zona interna, ma le differenze tra stazioni non sono molto accentuate (10750 org/mc nella stazione I; 8838/mc nella E e 7936/mc nella D). Do-

vunque si evidenzia il prevalere numerico di *Oithona* che costituisce dal 24,3 al 38,4 % del popolamento zooplanctonico annuale sulle varie stazioni. A questa forma però non è imputabile il maggior carico zooplanctonico della stazione interna dovuto soprattutto a *Podon polyphemoides*, unico rappresentante dei Cladoceri, ed in minor misura ad *Acartia*, alle larve di Policheti e di Cirripedi (fig, 1).

Copepodi, Appendicolarie, Cladoceri, larve di Policheti e di Cirripedi insieme incidono dal 96.1 a 97.4 % sui popolamenti delle tre stazioni ed i generi *Oithona*, *Acartia*, *Paracalanus* ed *Euterpina* vi costituiscono dal 93.0 al 96.1 % del totale annuale dei Copepodi.

Le distribuzioni dì alcuni parametri ambientali — trasparenza, temperatura superficiale, fosfati, clorofilla-a — nelle tre stazioni esaminate sembra si accordino con l'opinione di autori (Orengo 1968;) Della Croce e al. 1972) secondo i quali la massa d'acqua della Baia è interessata da una corrente superficiale di scarsa entità che fluisce in senso antiorario vicino alla costa. Paragonando infatti i valori medi (ottobre-giugno) di detti parametri sulla stazione all'imboccatura di levante ed a quella di ponente si osserva uno scarto che sembra confermare l'influenza su questi ultimi delle acque della zona più interna della Baia. Si riscontra infatti minor trasparenza, maggior quantità di fosfati, maggior concentrazione dì clorofilla-a e più alta temperatura, caratteristica peculiare quest'ultima della zona interna riscaldata da acque di raffreddamento di impianti industriali.

	STAZIONE E levante	STAZIONE I interna	STAZIONE D ponente
Trasparenza, m	3.60	3.00	3.10
Temperatura, °C	14.90	17.30	15.90
Fosfati, μg-at/1	0.26	0,54	0.35
Clorofilla-a, μg/1	3.60	7.00	4.98

L'insieme dei valori dei parametri chimici e del carico zooplanctonico unitamente alla scarsa diversificazione qualitativa indicano che acque con caratteristiche "portuali" interessano in diverso grado la

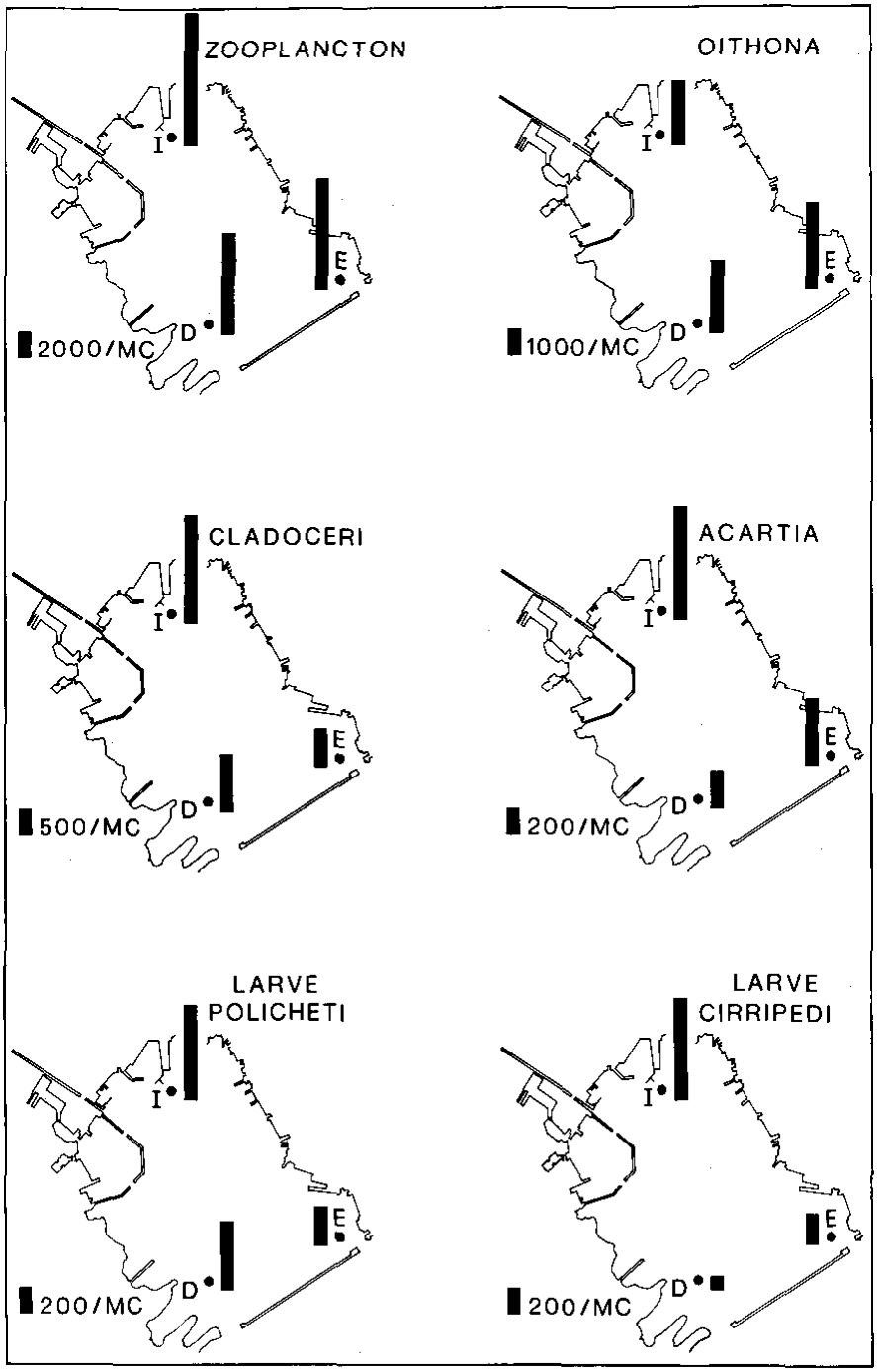


FIG. 1. - Carico dello zooplancton e delle forme più rappresentative sulle tre stazioni della Baia di La Spezia. Valori medi annuali (n° organismi/mc).

STAZIONI	$P\text{-}PO_4$			$N\text{-}NO_2$			$N\text{-}NO_3$			$Si\text{-}SiO_3$			O_2		
	E	I	D	E	I	D	E	I	D	E	I	D	E	I	D
29.10.74	0.09	0.20	0.19	0.08	0.07	0.12	2.54	1.13	1,55	2.60	3.01	2.80	4.90	4.62	4.87
21.11.74	0.14	0.46	0.31	0.13	0.18	0.15	1.69	3.25	3,51	3.67	2.63	3.36	6.33	5.70	6.07
19.12.74	0.08	0.23	0.28	0.16	0.16	0.24	1.23	1.09	1.17	2.23	2.41	2.23	6.69	6.10	6.44
25. 1.75	0.33	0.50	0.33	0.27	0.34	0.26	4.75	5.69	4_65	5.81	6.08	4.64	5.98	5.72	5.87
20. 2.75	0.25	0.29	0.42	0.47	0.22	0.22	1.57	1.10	1.11	2.60	2.33	1.29	7.63	6,80	7.03
25. 3.75	0.25	0.49	0.32	0.13	0.18	0.14	0.67	0.95	0.70	2.67	2.68	2.38	6.55	6.22	6.64
24. 4.75	0.40	1.54	0.51	0.16	0.17	0.11	0.80	0.67	0.97	6.39	4.07	1.63	5.83	5.92	6.12
13. 5,75	0.31	1.00	0.40	0.10	0.33	0.08	1.12	1.88	0.49	3.32	4.83	4.17	5.86	4.99	6.72
26. 6.75	0.45	0.15	0.38	0.11	0.15	0.13	1.64	1.04	0.40	8.57	2.93	3,09	5.32	5.96	5.77
Media totale	0.26	0.54	0,35	0.18	0.20	0.16	1.78	1.S7	1.62	4.21	3.44	2.84	6.12	5.78	6.17

TAB. 1. - Concentrazioni dì sali nutritivi (µg.at/1) e ossigeno (ml/1) sulle tre stazioni della Baia di La Spezia. Valori medi tra le quote 0, —5, —10 m e medie totali.

zona interna e quella più esterna della Baia, sino alle due imboccature. Questo suggerisce che, nonostante l'ampia estensione, tutta la Baia può essere considerata alla stregua di un bacino portuale e sembra confermare la scarsa capacità di rinnovo messa in rilievo da vari Autori.

BIBLIOGRAFIA

Bernhard M. 1970. Indagini sull'inquinamento delle acque marine nella provincia di La Spezia: misure di correnti e determina/doni chimiche nel Golfo di La Spezia. *Cnen. Rep., no. Rt/Bio* (71) 4 (To be published).

Brunetti R.t C. Migliorini. 1977. Osservazioni idrografiche sulle acque della Rada di La Spezia dal 1973 al 1975. *Riv. Idrobiol*, 16: 15-34.

Capelli R., V. Contardi, M. Fabiano, G. Zanicchi. 1976. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 2. Sali nutritivi e rapporto O:N:P. *IIIes Journées Etud. Pollutions*; 175-181, Split, C.I.E.S.M.

Della Croce N., G. Galleri, F. Grosso. 1972. Prime osservazioni sulle caratte ristiche ecologiche delle acque della Rada di La Spezia. *Ist. Idrogr. Marina, Genova*. F.C. 1047: 1-13.

Della Croce N., F. Boero. 1976. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 4. Aspetti termici del Golfo di La Spezia. *IIIes Journées Etud. Pollutions*: 125-131, Split, C.I.E.S.M.

Fabiano M., V. Contardi, T. Zunini Sertorio. 1976. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 1. Osservazioni sulle concentrazioni di PO_4''', NO_2', NO_3' e SiO_3''. *Atti 11° Congr. A.I.O.L.:* 175-180.

Orengo F. 1968. Alcune osservazioni sulle acque del Golfo di La Spezia. *Acqua Industriale*, 55: 24-30.

Strickland J.D.H., T.R. Parson. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Canada Bull*., 167: 1-311.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologia - Genova». Contratto di ricerca C.N.R. n° 73.0040-104/115.907. Contratto di ricerca C.N.R. n° 77.01043.88/115.1276.

MISURE DI TRASPARENZA NELLE ACQUE DEL MAR LIGURE E ALTO TIRRENO

N. DELLA CROCE
Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura. Università di Genova.

Le misure di trasparenza col disco di Secchi costituiscono ancora motivo d'interesse scientifico ed applicativo, nonostante siano noti I limiti di tale semplice metodica e le critiche ad essa rivolte.

Queste misure vengono utilizzate nello studio dell'attenuazione della luce nelle acque marine in relazione a problemi concernenti la produttività primaria, il materiale in sospensione e la torbidità, mentre la nota relazione di Fole e Atkins per la determinazione del coefficiente d'estinzione viene modificata per essere applicata in mari ed acque diversi (Strickland, 1958; Postma, 1961; Otto, 1966; Qasim e Coli, 1968; Tyler, 1968; Holmes, 1970; Weiberg, 1976). I dati ottenuti col disco di Secchi possono inoltre essere d'ausilio nell'inter-pretare la circolazione delle acque costiere (Hela e Coli., 1964) e nel definire l'importanza della trasparenza oceanica nelle migrazioni del DSL (Dickson, 1972; Isaacs e Coli., 1974).

L'interesse applicativo consiste nel fatto che misure ripetute nel tempo permettono di determinare la visibilità verticale, possono mettere in evidenza situazioni di ridotta trasparenza e di eventuale inquinamento, ed ancora costituire la «verité-mer» nel caso che siano effettuate contemporaneamente specifiche misure per telerilevamento.

I dati raccolti interessano, in anni diversi, le acque portuali (ca 300) e quelle neritiche (ca 850) e pelagiche (ca 250) del Mar Ligure e Alto Tirreno; poiché l'esame dei dati disponibili riveste carattere generale, non si è ritenuto opportuno selezionarli secondo criteri suggeriti dalle critiche al metodo.

ACQUE PORTUALI

Nel corso d'indagini condotte in diversi momenti stagionali in dieci porti dell'arco costiero ligure-toscano (Picene e Coli., 1978; Basso e Coli., 1978), I valori di trasparenza risultarono assai modesti in tutti i bacini, ed in particolare a Livorno ed a Viareggio (Tab. 1).
Un più accurato esame meritano le osservazioni effettuate nella rada di La Spezia e nel porto di Genova.

A La Spezia, la trasparenza risultò essere di 3.0 m. Tale valore, superiore a quelli ricavati da altra indagine (Della Croce e Coli., 1972) per luglio (1.2 m) ed agosto (2.9 m), è pari a quello medio annuale di 3.1 m (Tab, 1) derivato da misure effettuate ogni mese su 10 stazioni (Gallo, 1978). A Genova, nell'area portuale, la trasparenza media a ponente del torrente Polcevera risultò pari a quella media annuale di 2.8 m calcolata a levante del predetto torrente (Tab. 1) su valori misurati ogni mese su 5 stazioni (Della Croce e Coli., 1971).

I valori medi annuali delle singole stazioni della rada di La Spezia e del porto di Genova rivelano minore trasparenza nelle parti più interne, gradiente di trasparenza tra stazioni assai basso e modesto aumento di trasparenza nelle zone d'avamporto e della rada più direttamente interessate allo scambio con le acque esterne (fig. 1).

Inoltre, le variazioni osservate nei mesi estivi ed autunnali, rispetto ai più uniformi e costanti valori di quelli invernali e primaverili, suggeriscono che la trasparenza presenti un suo tipico andamento nel corso dell'anno (fig. 1).

Se si considera che la trasparenza media annuale rilevata su stazioni ubicate a meno di mezzo miglio dalla diga foranea del porto di Genova e da quella della rada di La Spezia è rispettivamente di 9.1 m e 6.8 m(*), si deve ritenere che questi bacini si comportino come vasche di decantazione.

I valori medi annuali per la rada di La Spezia ed il porto di Genova, tenendo presente i minimi e massimi osservati per questi e gli altri porti presi in esame (Tab. 1), inducono a ritenere che la loro trasparenza non sia legata a morfologia, assetto e attività portuali ma

(*) Osservazioni eseguite dall'Istituto Idrografico della Marina che si ringrazia vivamente per aver reso disponibili i dati rilevati nel corso di anni diversi su serie di stazioni ubicate davanti a Genova ed al litorale della Versilia.

TAB. 1. - Trasparenza in valori medi stagionali ed annuali in diversi porti dell'arco ligure-toscano.

	VALORI MEDI STAGIONALI							VALORI MEDI ANNUALI*			
	5-14 V 1975	14-27 VII 1972	28-8 X-XI 1974	No Osser.	Valori Min.	Max.	Med.	No Osser.	Valori Min.	Max.	Med.
Livorno	1.8	1.5	1.5	15	0.5	3.3	1.6				
Viareggio	1.5	1.5	1.8	9	0.4	2.9	1.6				
Marina di Carrara	2.0	3.0	1.1	3	1.1	3.0	2.0				
La Spezia	2.7	2.5	3.7	27	1.0	4.5	3.0	120	0.9	6.0	3.1
Rapallo	3.5	3.0	2.5	3	2.5	3.5	3.0				
Genova	2.7	2.4	3.1	9	1.8	3.5	2.7	105	0.5	5.3	2.8
Savona	4.8	3.0	3.7	9	2.0	7.0	3.8				
Oneglia	4.0	1.2	4.0	3	1.2	4.0	3.1				
P. Maurizio	3.5	2.5	3.0	3	2.5	3.5	3.0				
S. Remo	5.5	3.4	2.5	3	2.5	5.5	3.8				

*Le osservazioni a carattere annuale sono state effettuate nel Porto di Genova tra il Giugno 1970 ed il Giugno 1971, ed in quello di La Spezia tra Luglio 1974 e Giugno 1975.

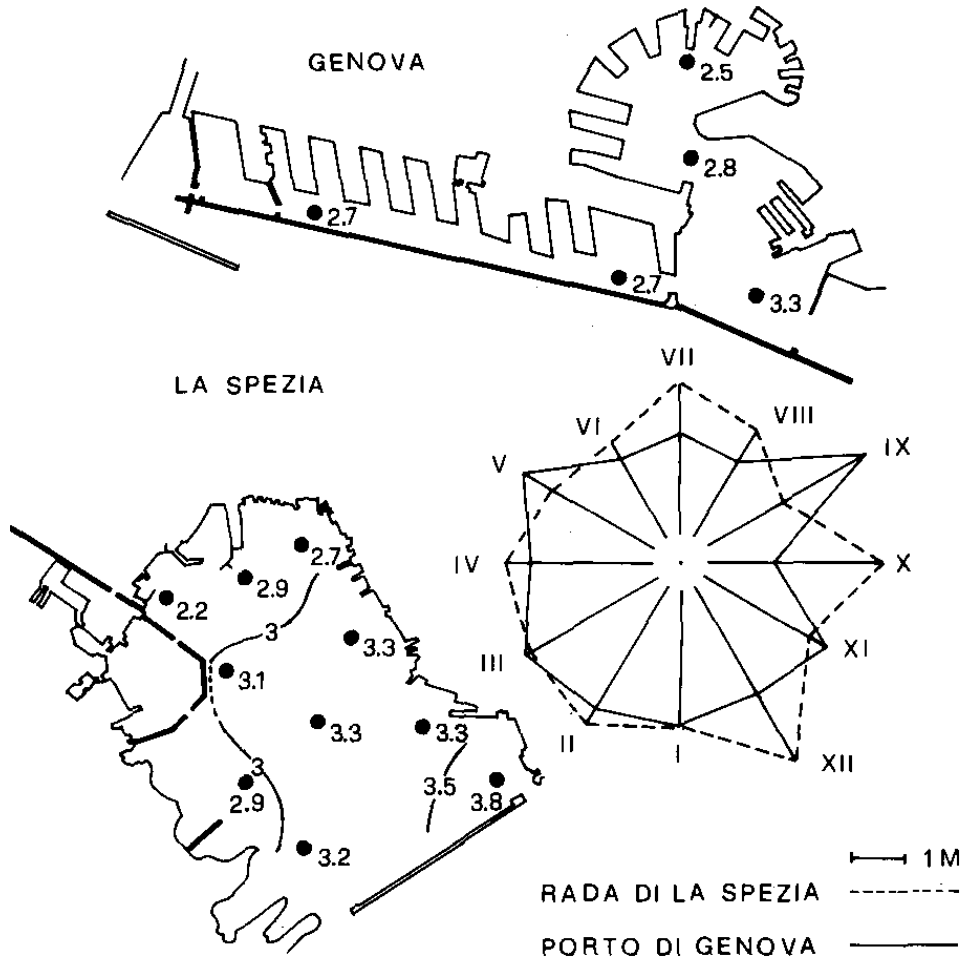


FIG. 1. - Media annuale e variazioni medie mensili della trasparenza nel porto di Genova e nella rada di La Spezia.

alle acque che vi vengono immesse con il loro carico di materiale particolato e di sostanze in soluzione.

ACQUE NERITICHE

Le osservazioni in corso nelle acque di Chiavari vengono condotte su base quindicinale nell'ambito del sottoprogetto «risorse biologiche» del Progetto finalizzato CNR «Oceanografia e fondi marini».

Qui si osserva che nel primo anno della ricerca la minore traspa-

renza è stata rilevata sulla stazione costiera, distante da costa 1 miglio con profondità di 60 m, tra dicembre ed aprile (3.4 - 9.0 m) e su quella d'altura, distante da costa 5.5 miglia con profondità di 250 m, tra novembre e marzo (8.3 - 18.0 m), dicembre escluso (fig. 2).

I risultati ottenuti sulla stazione costiera non si discostano di molto da quelli ottenuti nella baia di Roquebrune dove, tuttavia, la minore trasparenza appare strettamente connessa al periodo primaverile (da marzo a maggio) con valori compresi tra 5.5 e 9.0 m (Hela e ColL., 1964). Per contro, tra luglio ed ottobre, la trasparenza a Ghia-vari nelle stazioni costiera (15.8 - 25.8 m) e d'altura (19.3 - 31.3 m) risulta più elevata che nella baia di Roquebrune (16.0 - 22.5 m).

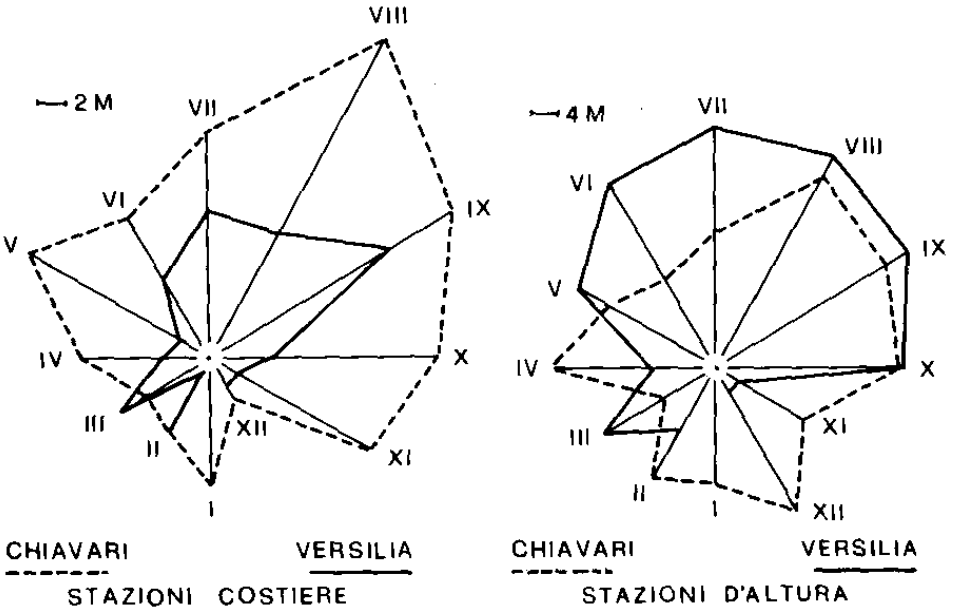


FIG. 2. - Variazioni medie annuali della trasparenza nelle acque neritiche a Chiavari ed in Versilia.

Osservazioni a carattere annuale condotte su 28 stazioni nelle acque neritiche della Versilia hanno permesso di individuare due stazioni, una costiera ed una d'altura, che presentavano in valore medio la minima (6.3 m) e la massima (22.1 m) trasparenza.

I valori ottenuti su queste stazioni sono paragonati con quelli misurati nelle acque di Chiavari sulla base di alcune definite caratte-

ristiche delle due aree, quali il diverso apporto dei fiumi Magra ed Entella ed il più ampio sviluppo della platea continentale in Versilia. Nelle stazioni d'altura la trasparenza appare più elevata nelle acque della Versilia da maggio ad ottobre. In questo periodo, limitatamente all'estate, una relativa identità di comportamento si osserva nelle acque di Chiavari dove la trasparenza risulta invece maggiore da novembre ad aprile (fig. 2). Per contro, nelle stazioni costiere, le acque di Chiavari risultano più trasparenti nel corso dell'intero anno di quelle della Versilia (fig, 2).

La minore trasparenza delle acque della Versilia nel corso dell'anno sulla stazione costiera chiama in causa, con la profondità, il moto ondoso, mentre la riduzione di trasparenza sulla stazione d'altura, da novembre ad aprile, non esclude l'estendersi al largo di condizioni di torbidità legate ad apporti fluviali. Inoltre, su entrambe le stazioni della Versilia, in primavera, l'influenza del carico biologico delle acque dovrebbe manifestarsi più consistente che non sulle stazioni di Chiavari, a causa anche dell'andamento batimetrico che realizza una maggiore estensione della platea continentale.

Distanza da costa e profondità rispetto ai valori di trasparenza vengono prese in esame in relazione alle osservazioni condotte nelle acque della Versilia ed in quelle di Genova, dove le misure vennero effettuate su base annuale, visitando 36 stazioni (*).

Il reticolo delle stazioni di entrambe le aree (fig. 3) ha permesso di ricavare due trasversali con 5 stazioni ciascuna e relativi valori medi di trasparenza, profondità e distanza da costa (fig. 3).

Nelle acque della Versilia si osserva un graduale aumento della trasparenza con l'aumento della profondità e della distanza da costa; questa condizione si ripete ma in maniera assai meno pronunciata anche nelle acque di Genova. Si deve tuttavia notare che entro le 6 miglia da costa le acque risultano più trasparenti a Genova che in Versilia. Non è da escludere che tale situazione sia in parte legata al materiale rimesso in sospensione dal moto ondoso: a 6 miglia da costa la profondità in Versilia è di ca 13 m, mentre a Genova è di 200 m ca, ai margini della platea continentale.

(*) Queste osservazioni, pur avendo carattere annuale, non sono state utilizzate per il confronto con quelle di Chiavari, in quanto meno omogenee di quelle effettuate nelle acque della Versilia.

D'altra parte se si considera che in corrispondenza della profondità di 13 m la trasparenza a Genova è di 10.8 m ed in Versilia di 16.0 m, si deve ritenere che a 6 miglia da costa(fig. 3) il materiale disciolto o in sospensione nell'acqua sia minore di quello presente a Genova a 0.5 miglia da terra.

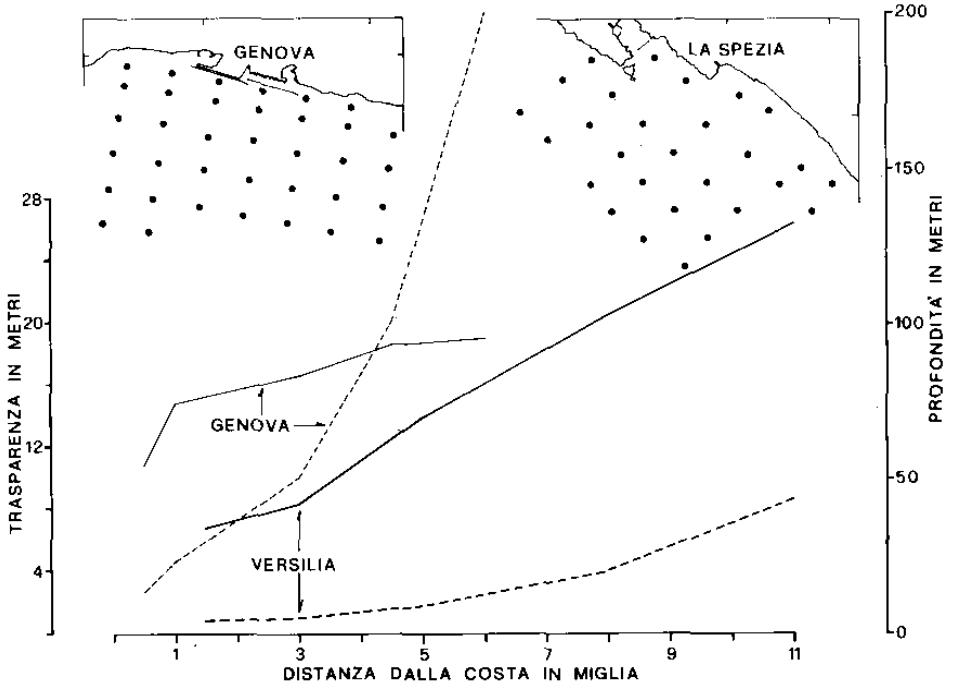


FIG. 3. - Trasparenza, profondità e distanza da costa in valori medi davanti a Genova ed al litorale della Versilia (spiegazione nel testo).

Se per le acque della Versilia si può invocare il fattore distanza da costa nel favorire i processi di dispersione e sedimentazione del materiale sospeso, per quelle di Genova si può invocare una più diretta ed ampia connessione con il mare profondo e quindi, con più marcati moti convettivi ed una più definita situazione dinamica, "rate" di diffusione, trasporto e di sedimentazione almeno uguali, se non maggiori.

Anche se la trasparenza entro 6 miglia da costa risulta più elevata a Genova che non in Versilia, tuttavia, lo «stentato» aumento della trasparenza con l'aumento della profondità e della distanza da costa

a Genova (a 3 miglia da riva con profondità di 50 m è ancora inferiore a quella riscontrata in Versilia a 7 miglia da costa con profondità di 16 m) induce a ritenere che le acque antistanti la città ricevino di continuo dagli insediamenti urbani ed industriali un carico piuttosto elevato di materiale sedimentario.

ACQUE PELAGICHE

Le osservazioni sino ad oggi effettuate sono assai scarse, ma la mancanza di informazioni al riguardo induce ugualmente a presentare la situazione risultante dai dati raccolti nel corso di campagne oceano-grafiche effettuate in diversi mesi dell'anno. Secondo tale situazione le acque presenterebbero maggiore trasparenza a N e NW di Capo Corso (fig. 4).

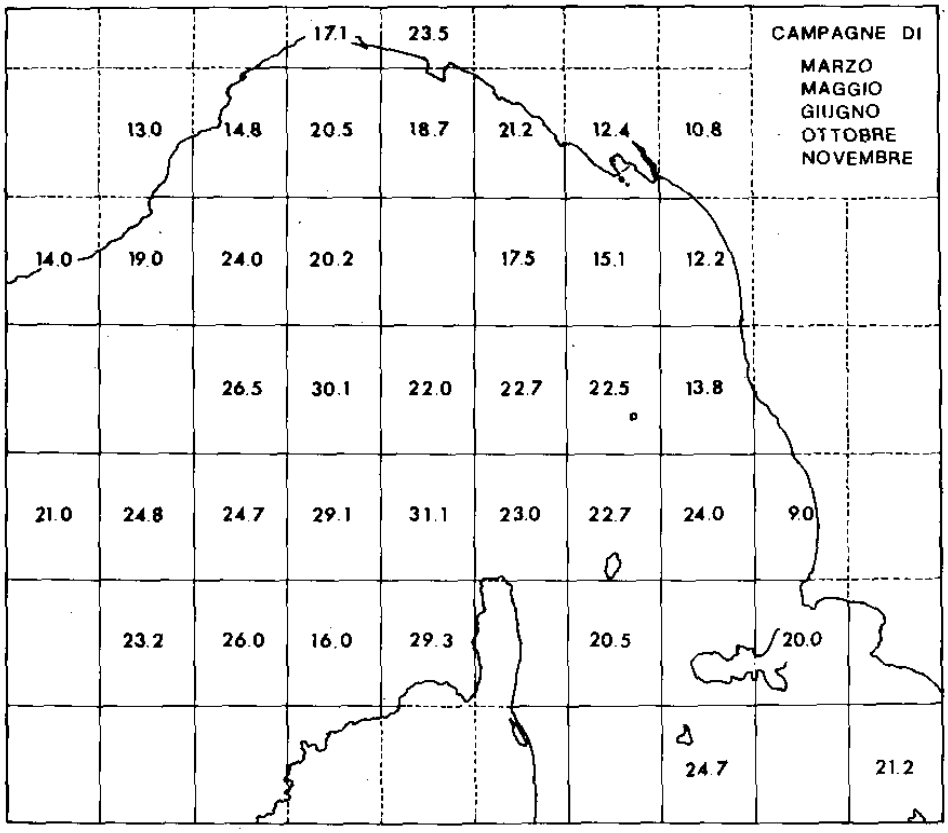


FIG. 4 - Trasparenza delle acque pelagiche del Mar Ligure ed Alto Tirreno.

Questo esame permette di giungere ad alcune conclusioni. Poiché la trasparenza delle acque portuali si mantiene nel corso dell'anno su valori assai bassi e piuttosto uniformi, è da ritenere che la sostanza particolata e disciolta presente sia superiore alle loro capacità di smaltimento attraverso la sedimentazione ed il rinnovo delle acque.

Nelle acque costiere e d'altura della zona neritica si osservano un periodo estivo-autunnale di maggiore trasparenza ed uno invernale-primaverile di minore trasparenza. Nelle acque neritiche la trasparenza risulta legata agli apporti fluviali, al carico biologico, alla distanza da costa ed alla profondità. In Versilia, le acque nel corso dell'anno risultano meno trasparenti di quelle liguri (Chiavari, Genova) entro le 6 miglia da costa, ma l'incremento della trasparenza con l'aumentare della profondità e della distanza da costa risulta più regolare in Versilia che non nelle acque di Genova.

In base ai risultati di una recente indagine (Dickson, 1972), la trasparenza nelle acque neritiche e pelagiche del Mar Ligure e Alto Tirreno risulta, allo stato attuale delle conoscenze, simile a quella osservata col disco di Secchi nell'Atlantico del Nord, alle stesse latitudini, tra 10° e 45° di longitudine Ovest.

BIBLIOGRAFIA

Basso M.P., Della Croce N., Picene P., 1978. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 8. Popolamento zooplanctonico (Ottobre-Novembre 1974). *Atti 3° Congresso Ass. I tal. Oceanol. e Limnol.*, Sorrento (18-20 dicembre 1978). (In stampa).

Della Croce N., Galleri G., Semeria V., 1971. Caratteristiche ecologiche e popolamento zooplanctonico nel Porto di Genova. I. Caratteristiche ecologiche. *Catt. Idrob. e Pese. Univ. Genova*, Rapp. Tecn., 1, 1-37.

Della Croce N., Galleri G., Grosso F., 1972. Prime osservazioni sulle caratteristiche ecologiche della rada di La Spezia. *Ist. Idrogr. Marina*, Genova. F.C. 1047, 1-13.

Dickson R.R., 1972. On the relationship between ocean transparency and the depth of some scattering layers in the North Atlantic. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 34(3), 416-422.

Gallo A., 1978. Ciclo annuale dello zooplancton nella baia della Spezia. (Luglio 1974 - Giugno 1975). *Tesi di laurea, Università di Genova*.

Hela I., Gilat E., Martin J.-C, 1964. Study of an ecosystern in the coastal waters of the Ligurian Sea. *Bull. Inst. ocèanogr. Monaco*, 63(1306), 1-20.

Holmes R.W., 1970. The Secchi disc in turbid coastal waters. *Limnol. Oceanogr*., 15, 688-694.

Isaacs J.D., Tont S.A., Wick G.L., 1974. Deep Scattering Layer: vertical migration as a tactic for finding food. *Deep Sea Res*., 21, 651-656.

Otto L., 1966. Light attenuation in the North Sea and the Dutch Wadden Sea in relation to Secchi disc visibility and suspended matter. *Neth. J. Sea Res.*, 3, 28-51.

Picone P., Della Croce N., Basso M.P., 1978. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 7. Popolamento zooplanctonico (Luglio 1972). *Atti 2° Congresso Ass. Ital. Oceanol. e Limnol.*, Genova (29-30 Novembre 1976), 217-222.

Postma H., 1961. Suspended matter and Secchi disc visibility in coastal water. *Neth. J. Sea Res*., 1, 359-390.

Qasim S.Z., Bhattathiri P.M.A., Abidi S.A.H., 1968. Solar radiation and its penetration in a tropical estuary. *J. exp. mar. Biol. Ecol*., 2, 87-103.

Strickland J.D.H., 1958. Solar radiation penetrating the ocean. A review of requirements, data and methods of measurement, with particular reference to photosynthetic productivity. *J. Fish. Res. Ed. Can*., 15, 453-493.

Tyler J.E., 1968. The Secchi disc. *Limnol. Oceanogr.*, 13,1-6.

Weinberg S., 1976. Submarine daylight and ecology. *Marine Biology*, 37, 291-304.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologia-Genova».
Contratto di ricerca C.N.R. n. 77.01043.88/115.1276.

IL TELERILEVAMENTO COME NUOVO STRUMENTO PER LO STUDIO DELLA QUALITÀ E DELLA DINAMICA DELLA SUPERFICIE DEL MARE

R. FRASSETTO
C.N.R. Laboratorio per lo Studio della Dinamica Grandi Masse,
1364 S. Polo - Venezia.

L'oceanografo fisico fino a questa decade ha acquisito dati nell'immensità delle masse d'acqua marine con grande difficoltà per ottenere con sufficiente precisione una rappresentazione corretta dei fenomeni marini a varie scale, e con grande spesa dovendo usare navi oceanogra-fiche, strutture marine e strumenti delicati in continua evoluzione.

Con ben programmate estrapolazioni si sono potuti descrivere, in modo semplificato, i principali andamenti dei fenomeni marini con le loro variazioni a breve e lungo termine.

Molte incognite e perplessità sorgono tuttavia man mano che l'investigazione diretta si unisce ad una ricerca teorica ed all'uso di modelli matematici, entrando nei dettagli.

Il dato fisico come verità mare resta comunque sempre alla base delle interpretazioni e delle riproduzioni matematiche o di laboratorio.
La natura dei dati in tempo e spazio si sono resi sempre più complessi per soddisfare alle molte curiosità ed esigenze di studi sia di base che applicativi.

Con la nuova tecnica spaziale del telerilevamento e l'uso di sempre più precisi strumenti, si è aperta una nuova preziosa via per descrivere la superficie del mare.

Attraverso l'interfaccia mare-aria avviene il più attivo scambio di energia, ha luogo la produzione primaria che inizia il ciclo della vita nel mare. Nei primi strati del mare giungono, anche disperdendovisi, i prodotti dell'uomo che nelle ultime decadi hanno prodotto effetti che turbano e modificano i processi naturali.

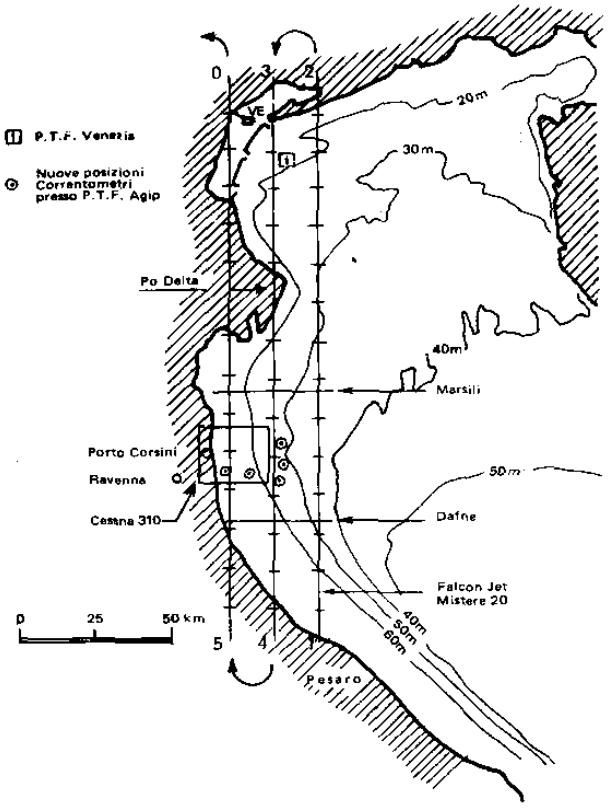


FIGURA 1

FIG. 1. - Tracciato delle navi Marsili e Dafne, dell'aereo a 11.000 m di quota (da Venezia a Rimini) e di quello a 4.000 m di quota (quadrato davanti a Ravenna). Posizione delle piattaforme (cinque punti cerchiati) per la rete di misure per il Seasat.

Con l'operatività dei satelliti marini, che si sono venuti creando attraverso una evoluzione tecnica interdisciplinare negli ultimi anni si porrà negli anni 80 una nuova pietra miliare nella tecnica delle misure oceanografiche.

I telerilevamenti sul mare consentiranno rappresentazioni sinotti-che o praticamente istantanee dei campi termici, dei campi di vento e di onde, con topografie della superficie marina, e in buona parte della qualità delle acque di origine naturale e antropogenica.

Per utilizzare però in modo corretto ed interpretare utilmente, in modo corrispondente alla realtà, i dati dei vari satelliti, fra i quali

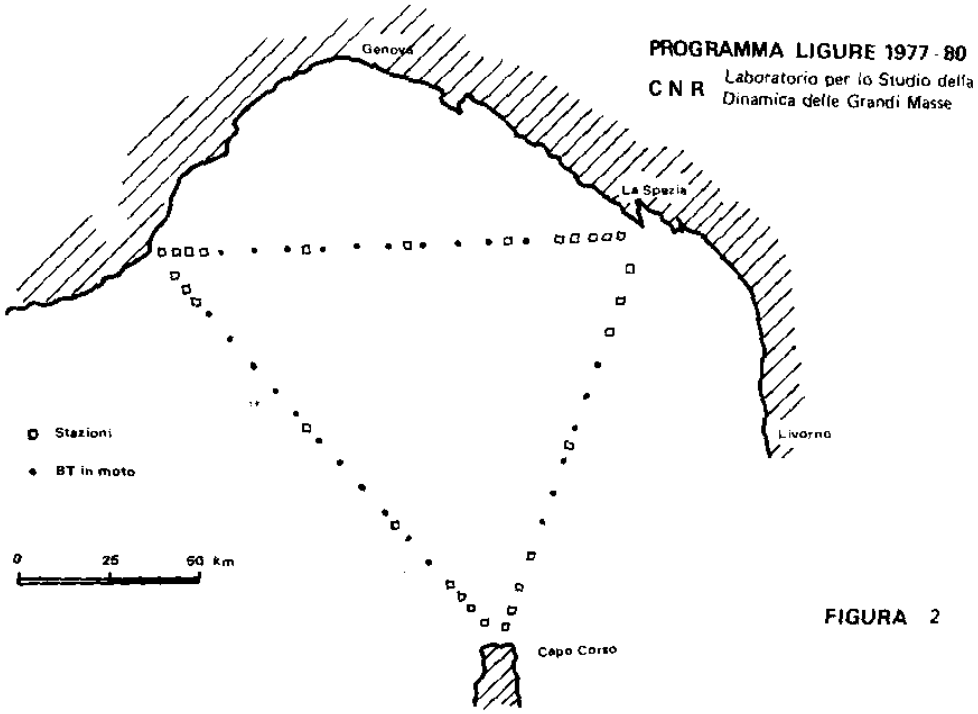


FIG. 2. - Tracciato delle misure della serie di crociere «Ligure» ripetute due all'anno fino al 1981.

maggiormente utilizzabili saranno il TIROS N, il Nimbus ed il Sea-sat B, è necessario ancora eseguire molte ricerche e soprattutto eseguire verifiche precise della verità mare.

L'oceanografo interessato a studi accurati della superficie marina e alle interazioni fra i due strati limite aria-mare, troverà il complemento alle sue misure da nave o da stazioni o piattaforme fisse nei telerilevamenti sinottici su larga scala.

Per questa ragione, in due aree modello del Mar Ligure e dell'Adriatico settentrionale si sono eseguiti e proseguono periodicamente rilievi in sito con lo scopo preciso di «tarare» il telerilevamento da satelliti o da aerei in quote diverse.

È prematuro dare dei risultati. Lo studio è alla sua prima fase in tutto il mondo e copre una vasta gamma che va dalla precisa mi-

FIG. 3. - Immagine da Landsat con tipica situazione di trasporto di materiale sospeso di diversa natura dal Po ad Ancona con sovrapposte le aree di lavoro fatto e proposto per il futuro (punti neri).

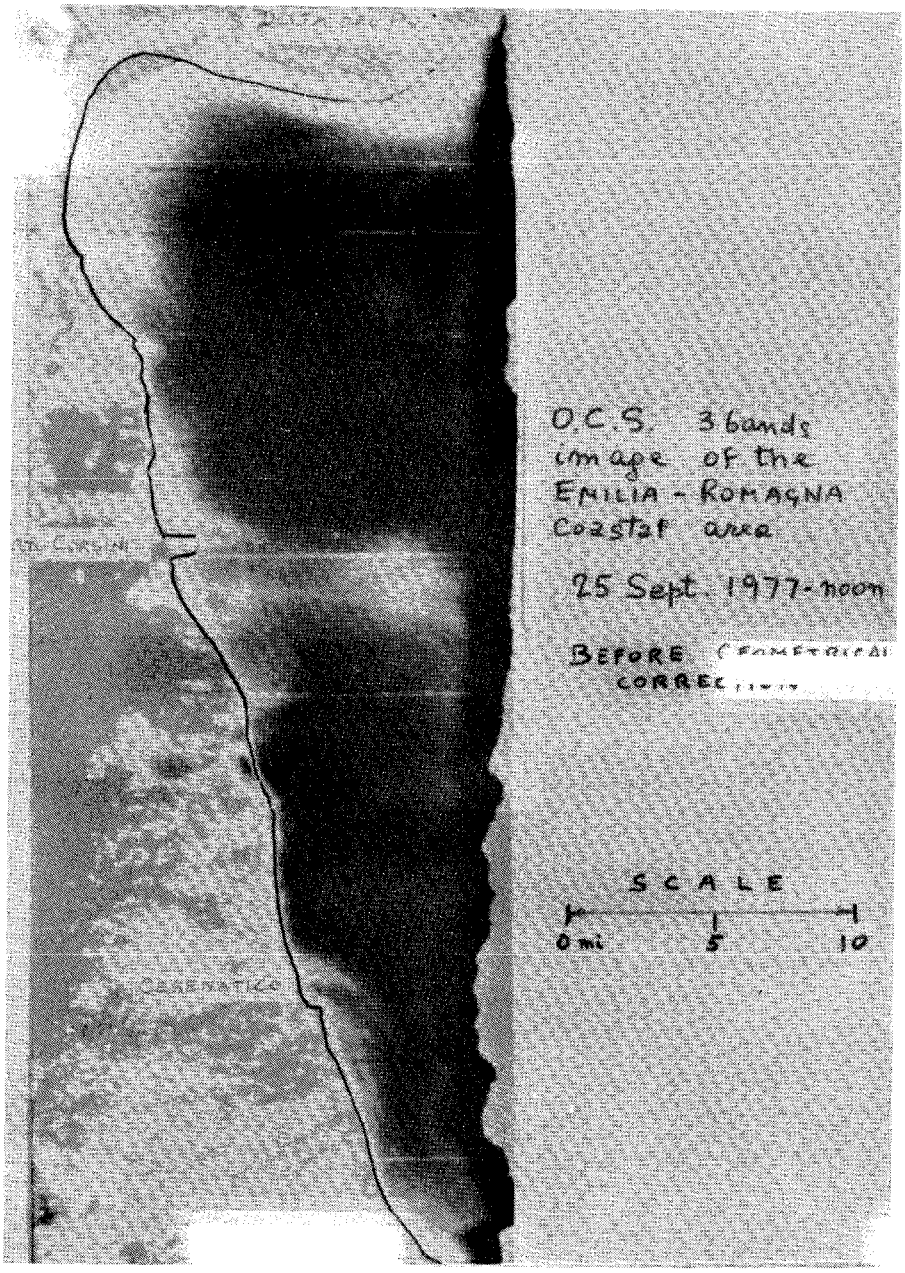


FIG. 4. - Immagine non corretta ricavata da 3 bande dell'OCS dal Po a Rimini.

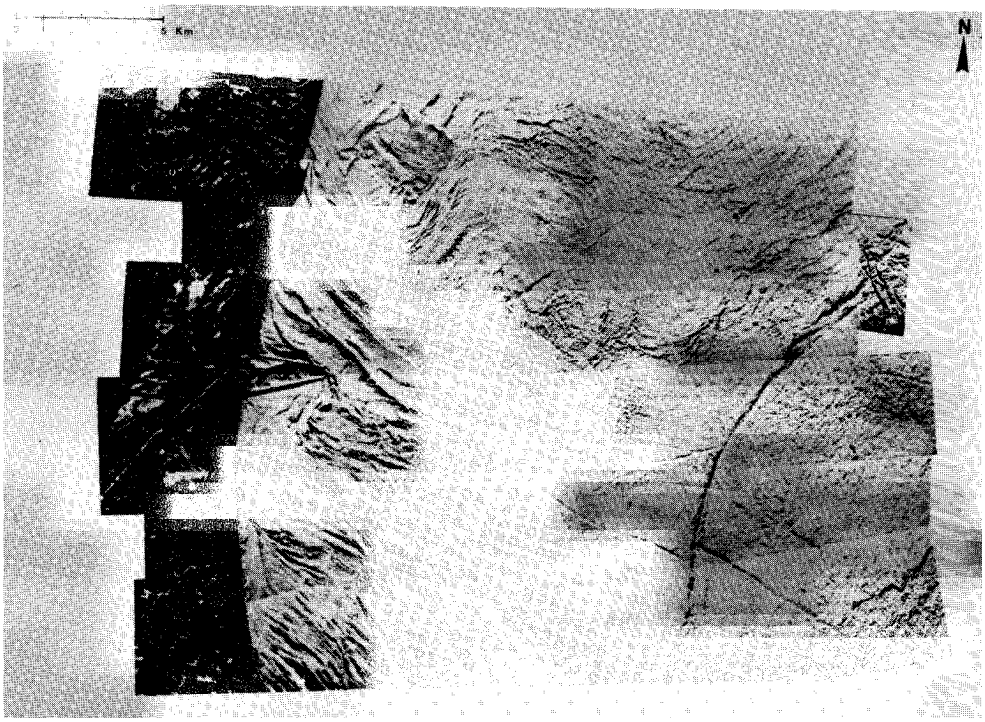


FIG. 5. - Elaborazione con analisi armonica delle immagini termiche da dedalous su aereo a 4.000 metri di quota davanti a Ravenna (quadrato della fig. 1 e 3). Si mettono in rilievo i fronti e le zone di turbulenza termica.

sura in sito e p articolar mente dalle proprietà e condizioni temporali ottiche del mare e dell'atmosfera., agli algoritmi per le correzioni di ogni tipo di disturbo, per rilevare il segnale ed interpretarlo in modo riproducibile e corretto.

Si illustrano alcune diapositive dei rilievi fatti nell'Adriatico e nel Mar Ligure, ed il programma proposto per i prossimi anni.

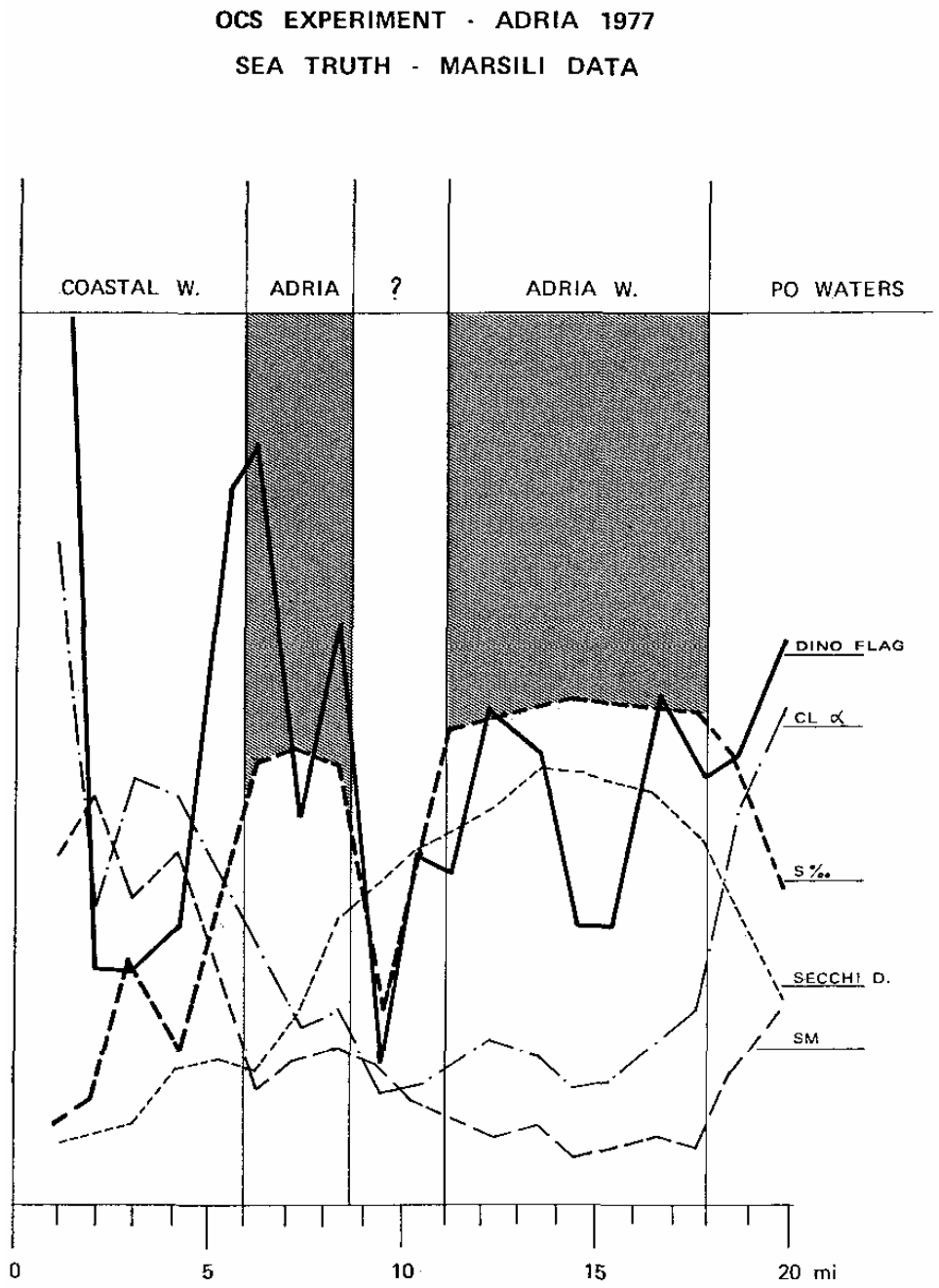


FIG. 6. - Un grafico dei valori (su scala arbitraria) di Clorofilla, disco secchi, dinoflagellati, suspended matter e salinità, presi dalla nave Marsili il 25 settembre 1977 dalla costa a 20 miglia su la normale alla costa a Nord di Ravenna.

DOVE VA L'ACQUA DEL PO?

R. DAZZI*, R. FRASSETTO*, F. MIONI** e M. TOMASINO**
*Consiglio Nazionale delle Ricerche, S. Polo 1364, Venezia.
**ENEL-CRIS, Servizio Idrologico, Mestre-Venezia.

Nel tentativo di valutare le conseguenze dell'inquinamento costiero indotto dal Po sull'Adriatico si è intrapreso lo studio degli spostamenti delle masse liquide nella zona marina antistante le foci del fiume. La prima impostazione dell'indagine è stata affidata ad un modello matematico estremamente semplificato, che ha delineato un primo abbozzo schematico sia dell'influenza delle correnti di marea sulla circolazione geostrofica sia dell'estensione della zona da investigare. Il modello, bidimensionale, ruotante, omogeneo con i termini convettivi e d'acqua bassa, è stato spinto sino ad una distanza dalla propaggine estrema del delta di circa 20 km verso il centro dell'Adriatico e ne ha considerato la zona costiera sino a 15 km a sud (fig. 1). Applicato agli scarichi fluviali del Po (fig. 2) ha fornito risultati validi nel tratto più sottocosta (acqua dolce omogenea), mentre si è dimostrato inadeguato per la zona al largo, a causa del suo schema di calcolo che non tiene conto delle stratificazioni. L'informazione corretta che se ne è ricavata (fig. 2) è stata però quella relativa all'entità delle correnti di marea in tutta la zona modellizzata, il cui effetto nella realtà va a sovrapponi alle residue correnti geostrofiche e di densità (è risaputo che la zona è interessata da correnti prevalentemente indirizzate al sud e rientranti nel quadro della circolazione generale dell'Adriatico).

Dal momento che una precisa valutazione di queste correnti è tuttora mancante, si è dato l'avvio ad una fase conoscitiva di maggior impegno. La fase di indagine sinora espletata ha avuto il suo punto cruciale nella messa in opera di cinque catene correntometriche in corrispondenza dei punti B, C, D, E, F di fig. 1 (ciascuna con stru-

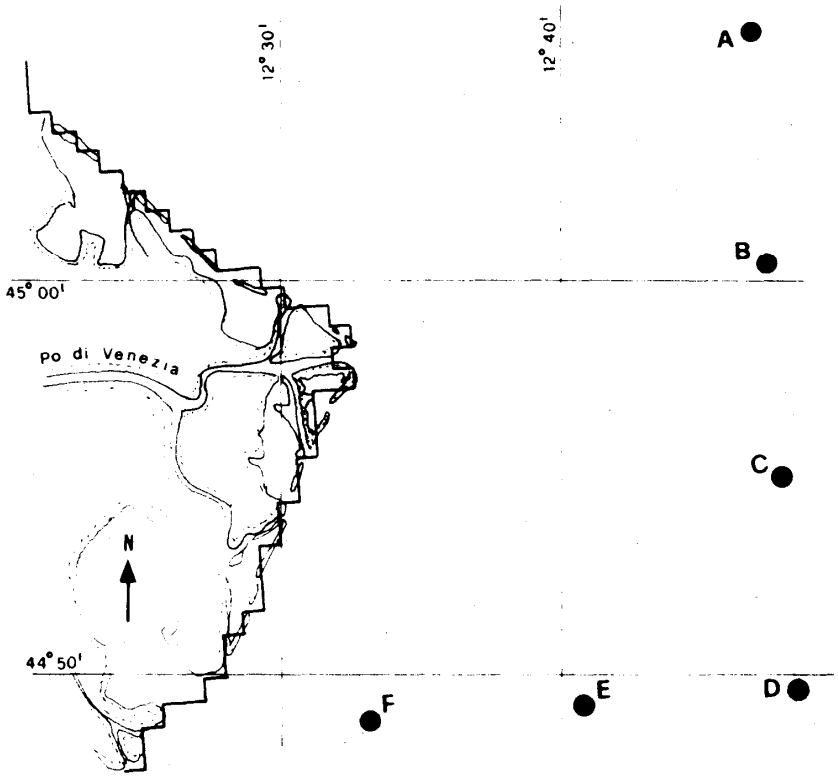


FIG. 1. - Il delta del Po. Zona simulata dal modello ed ubicazione delle catene correntometriche operanti nel giugno 1978. In A e D hanno operato nello stesso periodo 2 sensori di pressione al fondo; in E ed F a 5 metri di profondità 2 sensori di salinità.

menti a 5, 10 e 20 metri di profondità), che hanno operato per 18 giorni consecutivi nel giugno del 1978 (fig. 3). Oltre alle misure correntometriche si sono conseguite misure di temperatura, salinità e di marea in mare aperto e meteorologiche.

L'analisi delle registrazioni è appena iniziata, ma già fin d'ora è apparsa chiara la notevole complessità e difficoltà interpretativa della situazione, causata dalla intersezione tra fenomenologie differenti (marea, geostrofia, correnti di densità, fattori meteorologici). Si è subito evidenziata la componente meridionale geostrofica (fig. 4), attestata per tutti i correntometri, ma su valori bassi (tra 1 e 4 cm/sec per i correntometri più esterni, sino ad un massimo di 15 cm/sec per i più

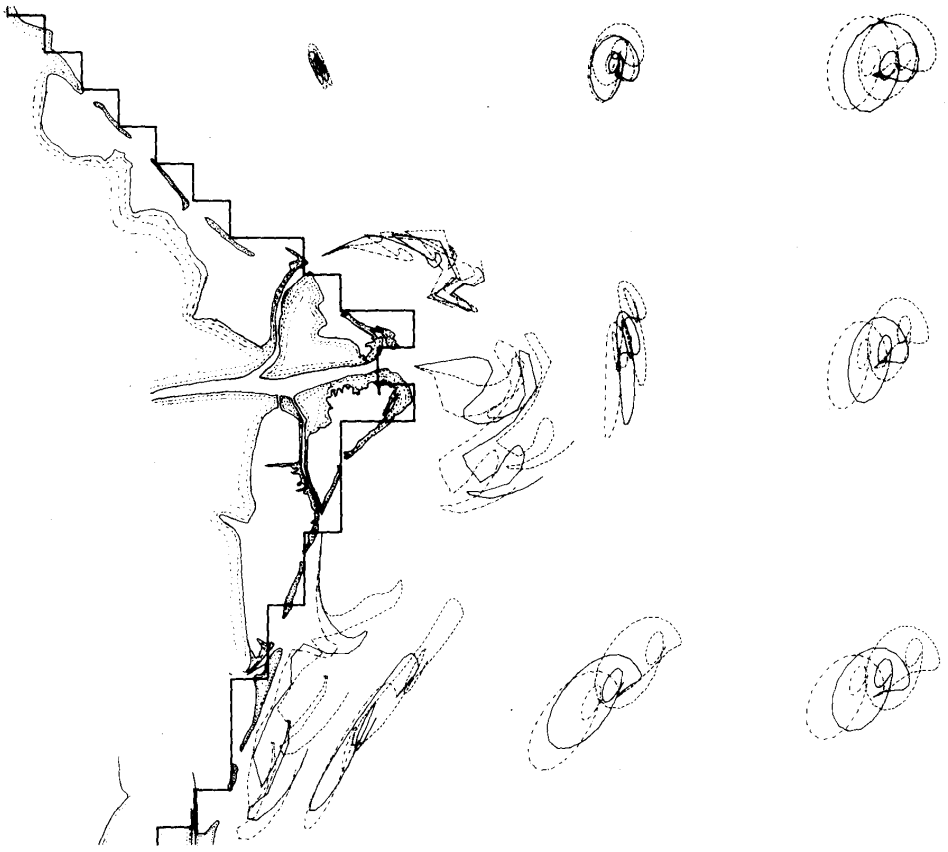


FIG. 2. - Simulazioni di plumes fluviali svolte sul modello matematico semplificato. Si riconoscono, a partire dalla spezzata raffigurante la costa e le uscite d'acqua dei tre rami più esterni del Po. Sono ben evidenziate nella zona più al largo le ellissi di marea.

costieri). Pure immediatamente rilevabile è la pulsazione marcale, sia dall'esame delle registrazioni (fig. 3) che da quello dei diagrammi progressivi di corrente (fig. 4). Altre evidenze qualitative sono la differente velocità degli strati superficiali rispetto ai più profondi (fig. 4) e la presenza di manifestazioni non puramente meteorologiche, probabilmente legate a fenomeni pulsanti di periodo eccedente il marcale (la progressiva di corrente del punto C a 5 metri di profondità ben individua 4 periodi con direzione prevalente diversa).

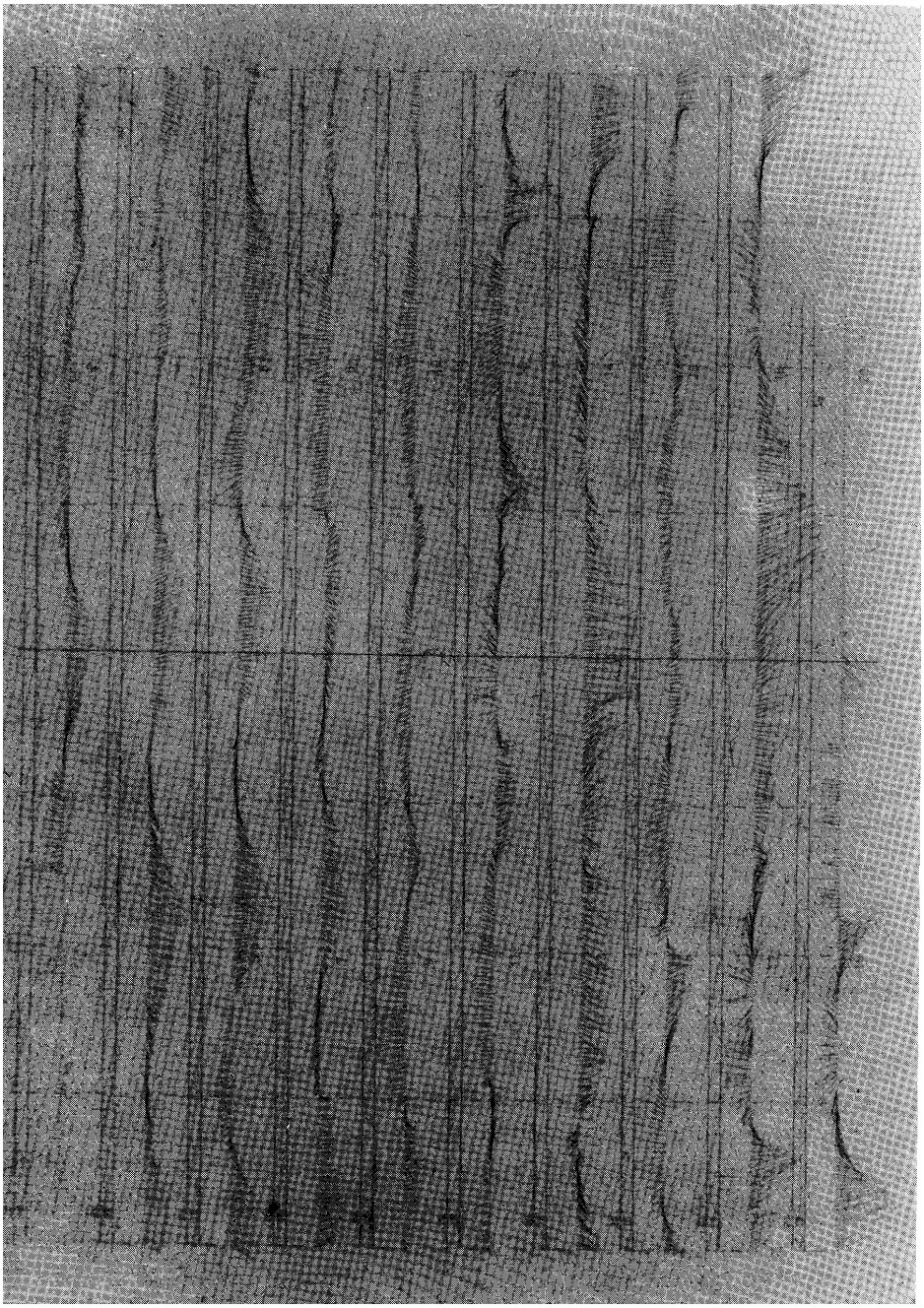


FIG. 3. - Registrazione di corrente e di temperatura dall’ 1 al 19 giugno 1978 La misura si riferisce al punto C di fig. 1 alla profondità di 5 m. I vettori di corrente (ogni 10') sono orientati col nord rivolto verso l'alto. Le velocità sono: inferiori a 10 cm/s il nero, inferiori a 20 cm/s il verde, superiori a 20 cm/s il rosso. I numeri 18 e 20 indicano la scala delle temperature.

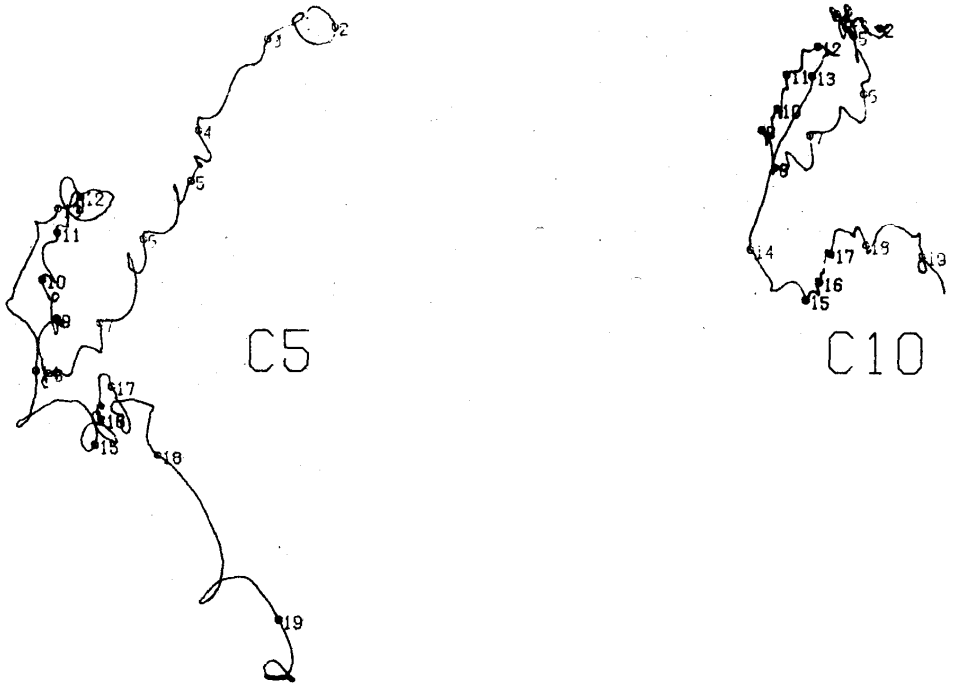


FIG. 4. - Diagrammi progressivi di corrente dall' 1 al 19 giugno. I due diagrammi si riferiscono al punto C di fig. 1 a 5 e 10 m di profondità. I differenti colori indicano: velocità inferiori a 10 cm/s nero, inferiori a 20 cm/s verde e i superiori a 20 cm/s rosso.

L'utilizzazione di questi dati, come si vede, non è che agli inizi, ma la sinotticità che li caratterizza lascia prevedere un approfondimento non meramente qualitativo della dinamica marina di questa zona.

All'indagine puntuale, per quanto estesa, dei correntometri si è affiancato lo strumento sinottico di maggior respiro costituito dal rilievo fotografico da aereo (fig. 5) e da satellite (fig. 6), secondo le tecniche del remote sensing, ponendosi come obiettivo finale l'utilizzazione diretta di questa metodologia per inseguire globalmente gli spostamenti dell'acqua del Po. Un primo tentativo di riconoscere la configurazione del piume fluviale sottoposto agli effetti altalenanti della marea e di verificarne la rispondenza con gli outputs del modello numerico (figg. 2 e 5) appare già promettente, ma anche in questo settore non si è che agli inizi.

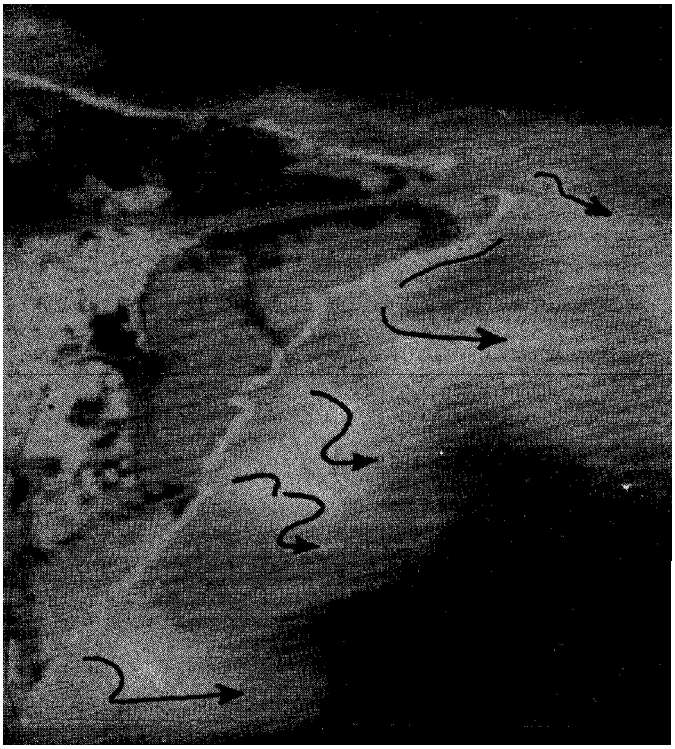


FIG. 5. - Rilievo aereo del delta del Po. Si riconoscono gli andamenti sinuosi dei pennacchi.

Le future linee di sviluppo della ricerca prevedono a breve scadenza:
• a) la realizzazione di un modello numerico idrodinamico bidimen-sionale a due o più strati, analogo a quello usato nell'impostazione di massima, ma in grado di seguire l'evoluzione più rapida dello strato leggero (l'acqua del Po);
• b') l'individuazione del campo di corrente di marea;
• b") la rimozione dal campo di corrente degli effetti meteorologici sporadici e la loro conseguente parametrizzazione;
• b"') l'individuazione del campo di corrente geostrofica residua.

FIG. 6. - Rilievo da satellite (Landsat) dell'Alto Adriatico.

L'obiettivo finale consiste nella valutazione delle condizioni di smaltimento dell'acqua del Po al di fuori della zona investigata in funzione delle sue condizioni di contorno.

Come conclusione sin d'ora traibile da questa nostra esperienza resta comunque assodata l'inutilità di indagini sperimentali affidate a misure sporadiche e casuali scollegate tra loro: si può tranquillamente affermare che uno studio serio della circolazione adriatica costiera va impostato su basi larghe e con impiego di forze notevoli, altrimenti rischia di restare uno sterile dispendio.

Questa ricerca, frutto di una collaborazione tra il Consiglio Nazionale delle Ricerche e l'ENEL, rientra nel progetto finalizzato «Oceanografia», subprogetto «Inquinamento».

GENERALITÀ SUL TRATTAMENTO DI DATI TELERILEVATI: PROCEDURE APPLICATIVE ED UTILIZZAZIONI OCEANOGRAFICHE

M. MASSI*
*Gruppo di Oceanografia - Istituto di Fisica
Università di Roma - Piazzale Moro 5.

Tra gli strumenti tradizionalmente utilizzati dagli oceanografi si va sempre più inserendo una nuova tecnica che, a differenza delle preesistenti, si basa sulla perdita completa del contatto fisico col mezzo marino: la teledetenzione.

La rilevazione a distanza, mediante onde elettromagnetiche, di certi parametri fisici, da una parte permette, proprio perché a distanza, una copertura sinottica di larghe zone, e dall'altra libera i dati raccolti dalla contingenza a cui sono invece legati con i metodi tradizionali, del luogo e del tempo in cui sono stati presi.

Naturalmente ciò non significa che la teledetenzione si ponga come alternativa rispetto agli altri metodi d'indagine, ma al contrario si pone come ad essi complementare.

Rispetto alla temperatura di superficie, ad esempio tale tecnica permette di rilevare fenomeni tipo (1) l'upwelling che si svolgono in tempi troppo brevi per essere studiati con i soliti metodi.

Il (2) telerilevamento interessa il solo strato superficiale del mare e i parametri misurati sono: la temperatura, nel caso di onde elettromagnetiche nella parte infrarossa dello spettro; proprietà ottiche nella parte del visibile.

Si può parlare di telerilevamento anche se il sensore si trova a pochi metri di distanza dall'acqua (ad esempio un radiometro posto a prua di una nave) ma ovviamente i maggiori vantaggi si hanno nel telerile-

II presente lavoro è stato eseguito nell'ambito del P.F. Oceanografia del C.N.R. - Sottoprogetto Inquinamenti Marini Unità Operativa R. Frassetto.

vamento da satellite, per la copertura sinottica e per la ripetitività dell'informazione.

I problemi che sorgono in tal caso sono di diverso tipo; il primo è di natura metodologica, conseguente alla perdita del contatto fisico con l'acqua e alla presenza dell'atmosfera tra il sensore e il mare; il secondo è di natura tecnica, il nuovo tipo di dato necessita di un particolare trattamento finalizzato ad una buona estrazione del contenuto di informazione.

Si seguano, a scopo esplicativo, le varie (3) fasi del trattamento nelle sue linee essenziali, considerando come dati campione quelli di temperatura di superficie presi mediante un radiometro VHRR* imbarcato sul satellite NOAA5**.

La prima fase è relativa alla calibrazione; ad ogni misura (M_p) sono associati, dal sensore, segnali relativi: 1) alla scala di conversione segnale volt, 2) al conto numerico dell'irraggiamento nullo 3} e del corpo nero mantenuto a temperatura costante (circa 290°K) ed infine 4) a tale temperatura.

La legge che permette di passare dall'irraggiamento R alla temperatura T è: $R = \varepsilon T^4 \sigma$ (1)

dove R è l'irraggiamento assoluto dell'oggetto, e la sua emissività, T la sua temperatura e σ è uguale a $5.7\ 10^{-8}$ ($W\ m^{-2}\ sr^{-1}$).

L'emissività è un parametro sconosciuto ma se si fa l'ipotesi che sia identico per la zona da analizzare e il corpo nero (vero al 98,99% per l'acqua) si può scrivere:

$$R_r = \frac{R1}{Rc} = \frac{T1}{Tc} \qquad (2)$$

R_I, R_C, T_C sono rispettivamente l'irraggiamento misurato, quello del corpo nero caldo, la temperatura di quest'ultimo.

Quindi si ottiene: $T_I = T_C \sqrt[4]{Rr}$ (3)

*Very High Resolution Radiometer. Lunghezza d'onda: (10.5-12.5) μm; risoluzione spaziale al nadir: 1 Km; risoluzione radiometrica a 300°K: 0.5; campo coperto da una scansione: 2000 Km; corpo nero caldo a 290°K, corpo freddo: vuoto intersiderale.

**Satellite ad orbita circolare e quasi polare, altitudine: 1500 Km.

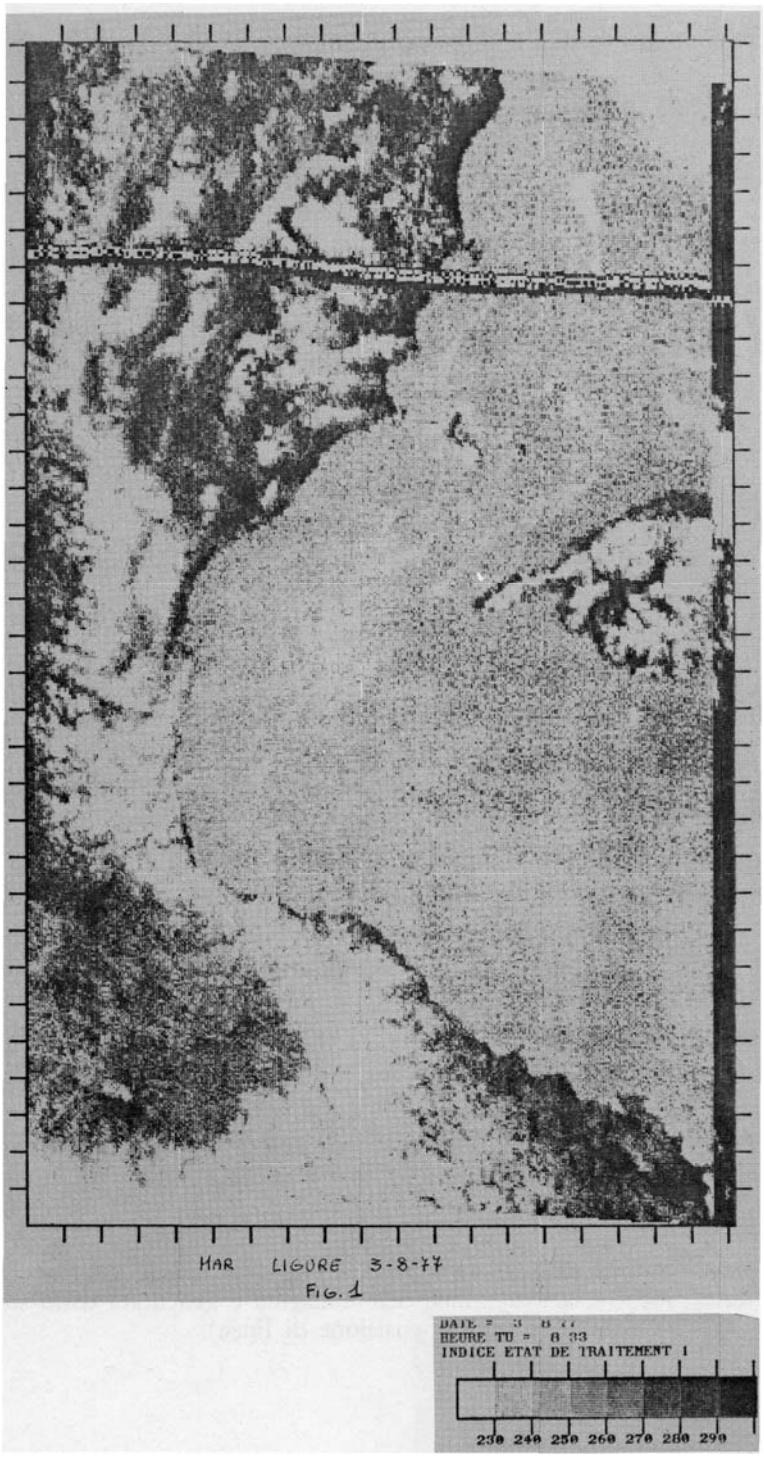

MAR LIGURE 3-8-77
DATE = 3 8 77
HEURE TU = 8 33
INDICE ETAT DE TRAITEMENT 1
230 240 250 260 270 280 290

FIG. 1

Tenendo conto dell'irraggiamento misurato puntando il vuoto intersiderale R_v, R_r diventa: $$R_r = \frac{RI - Rr}{Rc - Rv} \quad (4)$$

e quindi: $$T = T_C \left(\frac{RI - Rr}{Rc - Rv} \right)^{1/4} \quad (5)$$

La relazione tra MP (valore compreso tra O e 255) e l'irraggiamento (espresso in volt) R_I, è lineare $R_I = a\,M_P + b$ (6)
i coefficienti "a" e "b" sono stimati, col metodo dei minimi quadrati, dalle misure di conversione della scala volt.

La stessa formula viene utilizzata per convertire i valori relativi al vuoto intersiderale e al corpo nero caldo in irraggiamento-volt, ottenendo R_v ed R_C.

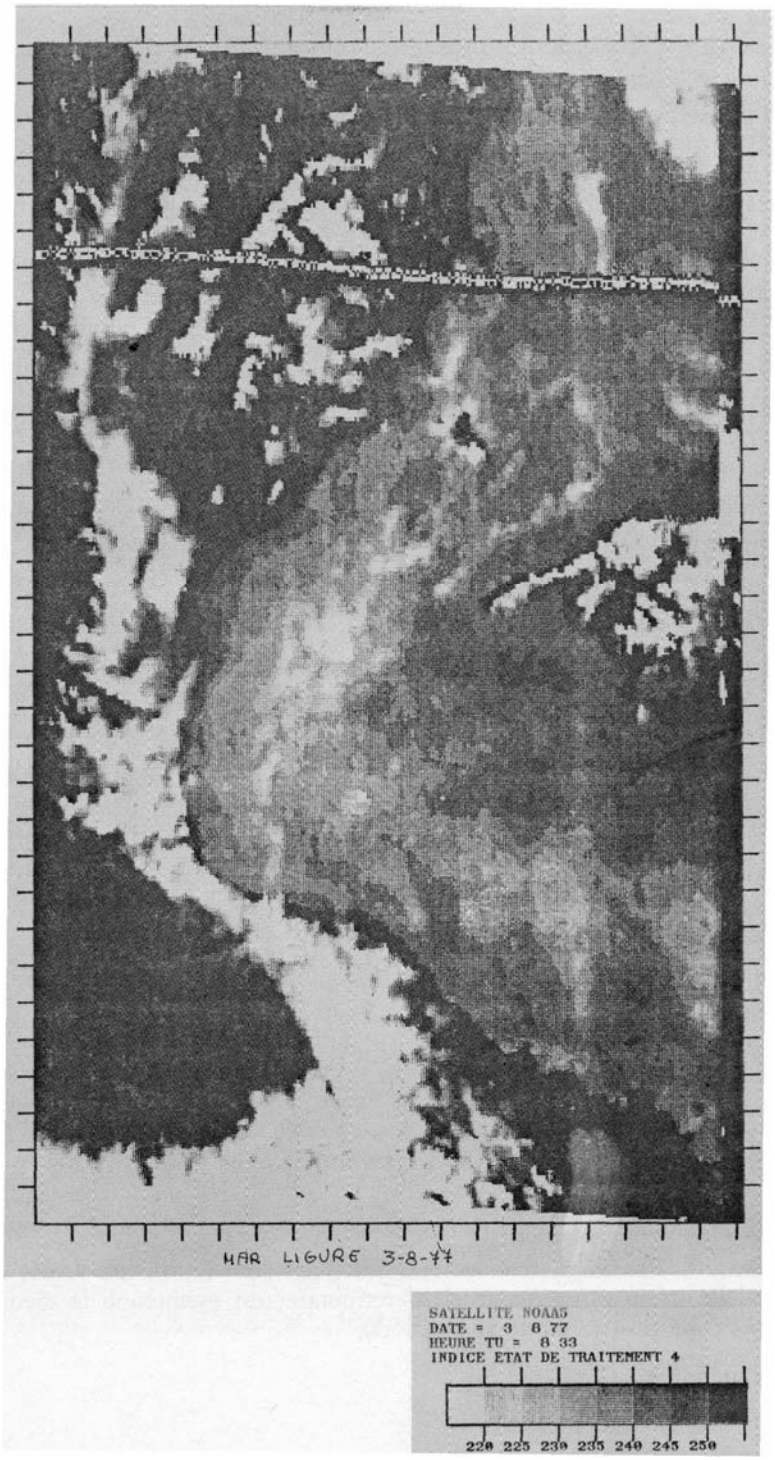
Tutti i valori MP dell'immagine possono quindi essere calibrati in temperatura $$T = Tc \left(\frac{aMp + b - Rv}{Rc - Rv} \right)^{1/4} \quad (7)$$

Una visualizzazione* del dato, procedimento che implica una correzione geometrica delle deformazioni, si rivela a tale stadio del trattamento, notevolmente disturbata ed impossibile da utilizzare per fini oceanografici (vedi fig. 1).

Le possibili fonti di errore sono supposte: 1) una variazione del guadagno nel tempo del radiometro, il cui effetto tipico è una specie di «calo» nelle linee di immagine, 2) un disturbo completamente aleatorio che porta una perturbazione a livello di punti (compaiono. zone picchiettate).

Per eliminare il primo effetto si devono sostituire a tutti i valori T precedentemente calcolati, dei valori T' secondo un modello di raddrizzamento di tipo lineare applicato ad un gruppo di linee da cui vengono estratti un numero sufficientemente rappresentativo di componenti.

*Si ricorda che nel caso del radiometro in questione, una scansione crea una linea, mentre la formazione dell'immagine è assicurata dallo stesso movimento del satellite (giustapposizione di linee).


MAR LIGURE 3-8-77
SATELLITE NOAA5
DATE = 3 8 77
HEURE TU = 8 33
INDICE ETAT DE TRAITEMENT 4
220 225 230 235 240 245 250

Il criterio di scelta di punto più rappresentativo è in continua evoluzione, in quanto se da una parte per questioni di occupazione di memoria del calcolatore si cerca di prendere un numero limitato di componenti, dall'altra si deve mantenere il più possibile fedeltà all'immagine.

Va detto che da una prima scelta della sola media e deviazione standard dei punti di ogni linea, la ricerca si è ora spostata verso la caratterizzazione di una linea attraverso I suoi quantiles che tiene meglio in conto della ripartizione statistica delle misure lungo di essa.

Una tecnica per eliminare il rumore residuo supposto completamente aleatorio ed isotropo è invece quella della media mobile bidi-mensionale: il valore in un plinto è sostituito con una combinazione dei punti vicini.

Qui l'enorme volume di dati pesa sulle dimensioni da scegliere per la «finestra».

Tale filtraggio isotropo può essere iterato finché la qualità dell'immagine non si riveli soddisfacente, nel senso che siano rilevabili gradienti orizzontali di temperatura.

Nella fig. 2 il filtraggio è stato iterato due volte.

In tale figura, nonostante la presenza di nubi, purtroppo ineliminabili a livello di NOAA5 e di radiazioni all'infrarosso, si riscontra una zona centrale nel mar Ligure più fredda, già registrata con i metodi tradizionali ed interpretata con correnti risalenti nella direzione nord-est lungo la Corsica e discendenti nella direzione opposta, lungo la Costa Azzurra.

Nella fig. 3, relativa al mar Tirreno (24-7-77), si possono notare upwellings costieri che come detto precedentemente sono effetti impossibili da rilevare con gli altri metodi dato il piccolo intervallo di tempo in cui si svolgono.

L'individuazione di contrasti marcati tra masse d'acqua di caratteristiche ben definite, tramite l'individuazione dei fronti termici di superficie può avere una applicazione nel campo della pesca.

Il quantile di una distribuzione statistica è il valore limite che divide l'insieme delle misure in percentuali determinate; un esempio è la mediana (il 50% delle misure gli sono inferiori).

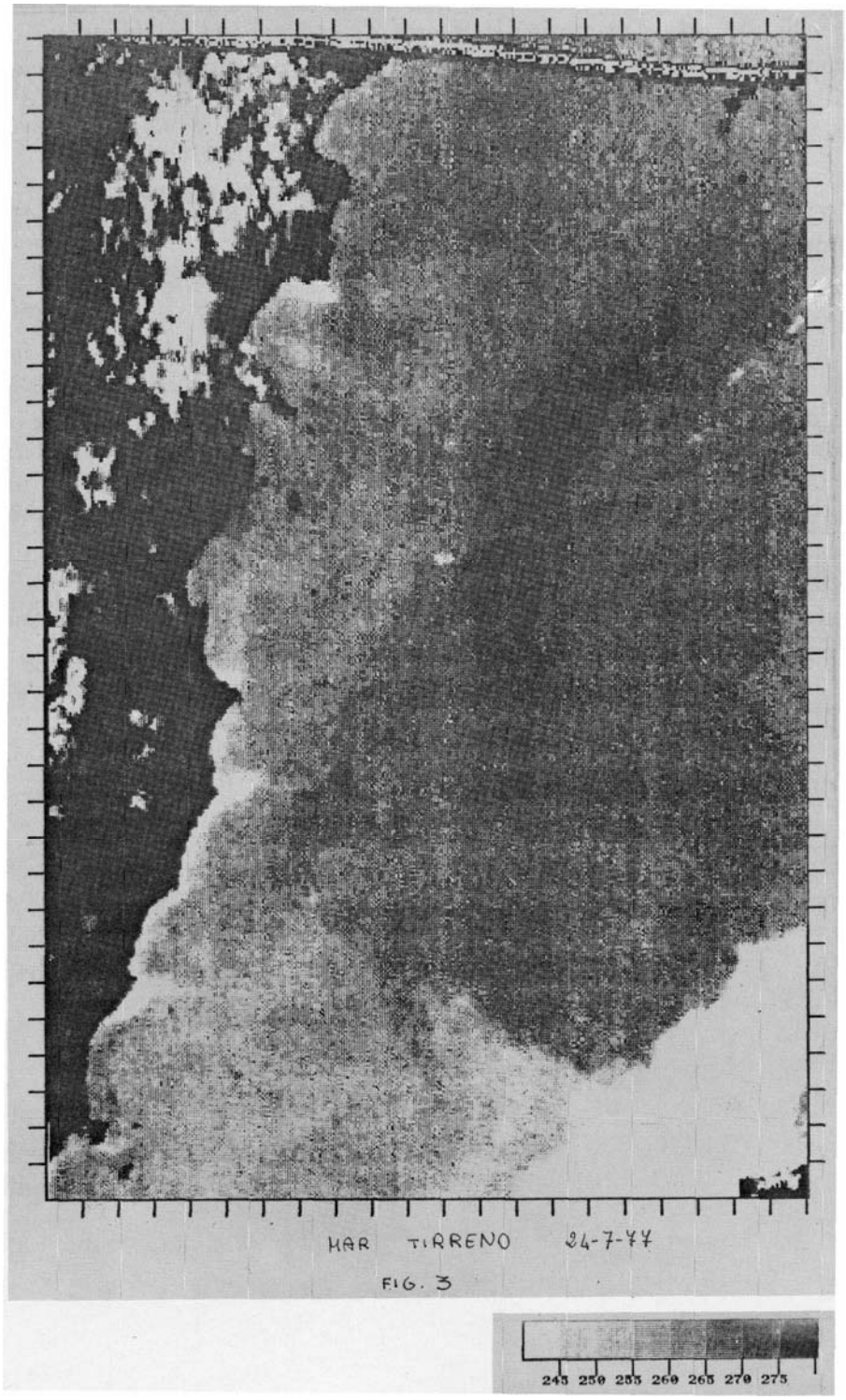


FIG. 3

Si cita a tale proposito la ricerca di J. Noel (4) sui fenomeni di concentrazione dei tonni rapportato a quello di ripartizione termica ottenuto con la teledetenzione.

Le immagini riportate sono state personalmente realizzate presso il «Centre de Télédétection et Analyse des Milieux Naturels» di Sophia Antipolis.

BIBLIOGRAFIA

Albuisson, Crepon, Monget, Millot. Observation with NOAA imagery of transient upwellings in the Mediterranean Sea. Colloque du G.D.T.A. a St. Mandé - Sept. 1977.

Crepon et Deschamps. La Teledection en Oceanographie. Societé Hydro-technique de France XIV0 Journées de l'Hidraulique (Paris 1976).

Albuisson M., Monget J.M. Methodes et moyens utiles pour la mise en forme de donnes de satellites de teledetection application a la cartogra-phie termique. Publ. Sci. Tech. CNEXO: Actes Colloq. ri. 5.

Noel J. Utilisation des donnes thermiques de teledetection pour l'aide a la peche. Publ. Sci. Tech. CNEXO: Actes Colloq., n. 5.

UN CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLA CIRCOLAZIONE NELLE AREE MEDITERRANEE CON UN MODELLO NUMERICO GEOSTROFICO LINEARIZZATO

V. PARISI e E. PASCHINI
Istituto Fisica dell'Atmosfera - CNR – Roma.

In generale il metodo dinamico, che richiede solamente misure termoaline, è, sia pure con le sue intrinseche limitazioni, un utile strumento per l'investigazione delle correnti geostrofiche.

La circolazione marina può verosimilmente essere schematizzata come il movimento di due o più strati sovrapposti, ognuno di essi omogeneo verticalmente e di spessore variabile. Per ogni strato, in-troducendo la «stream function» ed imponendo la stazionarietà delle equazioni di Eulero otteniamo

$$J\left(\frac{\overline{V}.\left(\frac{\overline{\overline{V}}\psi}{h}\right)-f}{h},\psi\right)$$

dove J è l'operatore Jacobiano, $\overline{V}$ è il gradiente, $\overline{\overline{V}}$. è la divergenza, h è lo spessore dello strato, f è il parametro di Coriolis, e la velocità dell'acqua $V = (u, v)$: $\psi_x = - h v$; $\psi_y = h u$;
l'equazione ottenuta è equivalente a:

$$\left(\frac{\overline{V}.\left(\frac{\overline{\overline{V}}\psi}{h}\right)-f}{h}\right) = F(\psi)$$

dove F è una funzione incognita;
linearizzandola otteniamo:

$$F(\psi) = a + b\,\psi$$

Cosi abbiamo una equazione differenziale ellittica lineare che è risolubile con le condizioni al contorno di Cauchy. Per risolvere tale equazione abbiamo usato un metodo numerico originale. Esso fa parte dei metodi alle differenze finite., può usare un retico irregolare ed è di tipo lineare implicito.

Con il duplice scopo di determinare I parametri a e b della linearizzazione, e di non amplificare numericamente gli errori sperimentali, abbiamo fatto un «best-fit» tra i dati sperimentali ed i nostri risultati.

Abbiamo lavorato in una tale direzione con S. Garzoli (Lab. D'Oceanographie Physique, Paris), su i dati presi nella crociera Hydromed II. I dati consistono in circa cinquanta stazioni distribuite nella regione dello stretto di Sardegna. C'è un buon accordo tra i risultati numerici ed i dati sperimentali, considerando un valore di h costante.

Stiamo attualmente lavorando su un valore di h variabile, più realisticamente. Da risultati preliminari pare aversi un certo miglioramento dell'accordo con i dati sperimentali. Applicheremo il nostro metodo ad altri dati per esaminare i risultati in altre regioni ed in differenti stagioni. Stiamo per lavorare su dati presi da R. Frassetto e noi nel mar ligure (crociera ligure 3), nel settembre 1978.

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE E IDROBIOLOGICHE IN UNA VALLE DA PESCA (VALLE ARTALINA) DELLA LAGUNA DI GRADO (ALTO ADRIATICO)

G. OREL**, M. SPECCHI** e R STRAVISI*
**Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Trieste.
*CNR, Istituto Talassografico di Trieste.

INTRODUZIONE

In questa nota si riassumono i risultati di una lunga serie di osservazioni e misure idrologiche e meteorologiche condotte in una valle da pesca della laguna di Grado, all'estremità settentrionale del mare Adriatico.

La ricerca è stata condotta dall'Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata dell'Università di Trieste nell'ambito di una convenzione con la Regione Friuli - Venezia Giulia*, al fine di ottenere una buona conoscenza dell'ambiente vallivo per il miglior sfruttamento delle sue potenzialità di acquicoltura. L'Istituto Talassografico di Trieste ha dato il suo appoggio per quanto riguarda l'esame critico dei dati meteorologici.

La Valle Artalina è situata nella parte orientale della laguna di Grado; ha una superficie di circa 1 km^2, una profondità di circa 1 m, e comunica tramite una chiavica di alimentazione con il canale di Primero, in un punto situato a circa 3 km dal mare.

Alla fine del 1975 è stata iniziata una serie di misure giornaliere di temperatura dell'aria e dell'acqua, accompagnate da prelievi di cam-

(*) Assessorato Industria e Commercio, Rep. 2444.

pioni d'acqua; di questi si è determinata in laboratorio la salinità con un salinometro Beckman Mod. RS 7B e l'ossigeno disciolto con il metodo Winkler. Alla fine del 1976 è stata installata una stazione meteorologica per la registrazione della temperatura e dell'umidità dell'aria, della radiazione solare globale, delle precipitazioni, dell'evaporazione e della velocità e direzione del vento. Due termografi a distanza a due sonde hanno misurato la temperatura dell'acqua in superficie e presso il fondo rispettivamente dentro la valle Artalina ed esternamente a questa, nel canale di Primero, in prossimità della chiavica di alimentazione.

In alcuni periodi significativi del 1976 e 1977 sono state effettuate misure di temperatura, ossigeno e salinità dentro e fuori della valle ogni tre ore nell'arco di tutta la giornata.

CARATTERISTICHE AMBIENTALI E POSSIBILITÀ PRODUTTIVE

La Valle Artalina risente, dal punto di vista termico, dell'influenza della retrostante pianura friulana con la quale è in aperta comunicazione; il mare, vicino ma poco profondo, ha qui un'azione termostatizzante minore di quella esercitata a Trieste.

La temperatura dell'aria in valle è in media inferiore a quella di Trieste di 0.6°C; tale differenza sale a circa 1° nei mesi invernali, e si annulla a fine estate-inizio autunno.

La temperatura dell'acqua nella valle da pesca presenta un marcato gradiente verticale (fig. 1) nei mesi invernali, con temperature superficiali inferiori di circa 4° rispetto a quelle del fondo dove la temperatura si mantiene superiore di 2° a quella dell'aria.

L'acqua in valle passa dunque da una forte stratificazione termica inversa durante l'inverno ad una quasi omotermia estiva, o meglio ad un lieve sovrariscaldamento dello strato superficiale. La temperatura dell'acqua in valle, media tra superficie e fondo, è uguale alla temperatura dell'aria in inverno, ed è più elevata di circa 2° nelle rimanenti stagioni. Confrontando la temperatura media nella valle con la temperatura media del mare a Trieste (fig. 1), si vede come la prima sia più elevata di circa l°-2° in primavera-estate, e più fredda di 2°-5° in inverno. Questo comportamento termico è logico, dal momento che l'acqua in valle, poco profonda e con scarsa circolazione, si trova soggetta

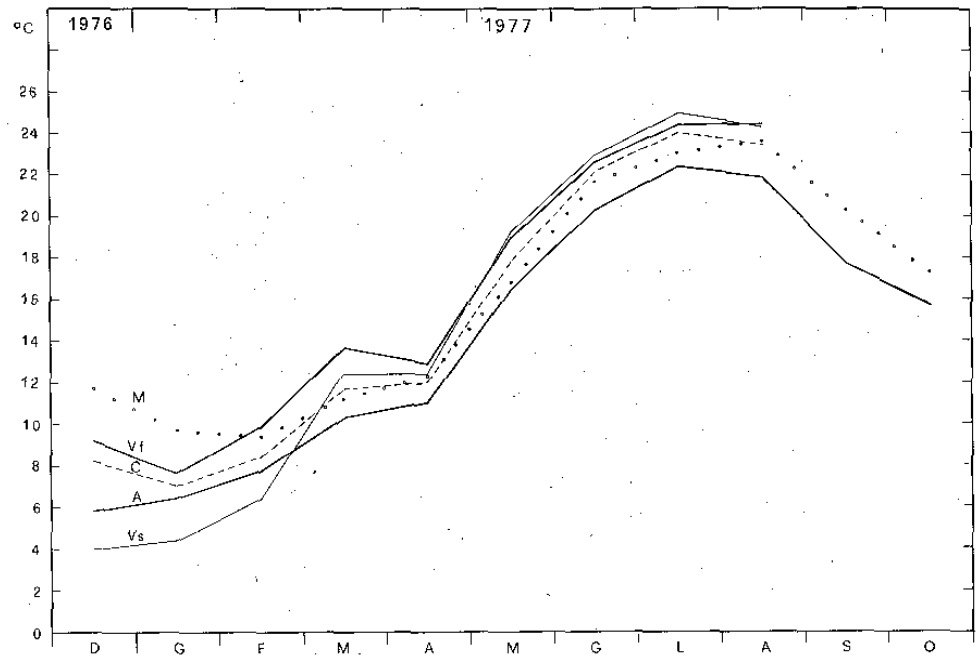


FIG. 1. - Valle Artalina: valori medi mensili della temperatura dell'aria (A), dell'acqua superficiale in valle (Vs), dell'acqua di fondo in valle (Vf), del canale di Primero (C), del mare a Trieste (M).

d'inverno a forte raffreddamento per effetto combinato dell'irraggiamento notturno e dell'evaporazione, mentre d'estate prevale il riscaldamento conseguente all'assorbimento della radiazione solare. L'onda termica, propagandosi nella massa d'acqua, subisce un'attenuazione d'ampiezza ed un ritardo di fase: il mese più freddo (fig. 1) è stato dicembre per l'aria e per lo strato superficiale dell'acqua in valle, gennaio per lo strato di fondo in valle, febbraio per il mare. Analogo sfasamento si ha nel massimo estivo. L'escursione giornaliera media, che è di circa 6° nell'aria, si riduce in valle a circa 4° alla superficie e a 1.5° sul fondo.

Le caratteristiche termiche dell'acqua che fluisce nel canale di Primero esternamente alla Valle Artalina sono intermedie tra quelle dell'aria e quelle della valle stessa (fig. 1). In valle l'acqua è mediamente più fredda di 1° in inverno, più calda di circa 1° nelle altre stagioni. L'escursione giornaliera media nel canale, normalmente sui

3°, scende a 2° nei mesi freddi. Le forti correnti di marea presenti nel canale mantengono l'acqua molto ben mescolata dal punto di vista termico.

I valori giornalieri della salinità nel canale di Primero, esternamente alla valle, presentano escursioni piuttosto ampie, in media 16‰ - 34‰, caratteristiche dell'ambiente lagunare. Le salinità estreme osservate sono state 8.29‰ e 38.97‰. Tali variazioni sono strettamente correlate all'ingresso dell'acqua marina con la marea ed all'apporto di acque fluviali nonché, in misura minore, con l'evaporazione e con le precipitazioni.

I valori medi dell'ossigeno disciolto nelle acque della valle sono piuttosto elevati, spesso vicini alla solubilità.

La radiazione solare globale sulla Valle Artalina è risultata superiore a quella di Trieste di circa il 3-6% da giugno ad ottobre, inferiore di circa il 3-8 % nei rimanenti mesi dell'anno; ciò è probabilmente dovuto ad una maggiore opacità dell'aria sopra la città, compensata nel mesi freddi da una maggiore umidità al suolo sopra la valle. L'energia giornaliera media nel 1977, incidente su di una superficie orizzontale, è stata di 230 cal/cm^2.

La velocità media del vento è praticamente uguale a quella di Trieste, ma il regime dei venti presenta notevoli differenze. La Valle Artalina è più aperta ai venti sciroccali, ed è in media leggermente marginale per quanto riguarda la traiettoria della bora (ENE), che vi arriva con caratteristiche di minor turbolenza e con velocità ridotta rispetto a Trieste. Il regime di brezza è ben marcato, specie nella stagione estiva: dalla tarda mattinata al tramonto soffia una brezza tesa da WSW, con velocità tipiche sui 5 m/sec; durante le ore notturne prevale la brezza dal secondo quadrante, di minore intensità. La velocità giornaliera più frequente (29%) è tra 1.5 e 2.0 m/sec, pari a circa 150 km di vento filato nella giornata.

Le escursioni giornaliere (tab. 1) della temperatura, della salinità e dell'ossigeno disciolto possono essere piuttosto ampie tanto all'interno quanto all'esterno della Valle Artalina.

Queste variazioni dei parametri ambientali ed ancor più i massimi ed i minimi annuali danno il limite delle possibilità produttive di questa e probabilmente di altre valli delle lagune di Grado e di Marano.

Data	Temperatura aria (°C)	Temperatura acqua (°C)		Salinità (‰)		Ossigeno disciolto (cc/1)	
		Int.	Est.	Int.	Est.	Int.	Est.
13-14/12/1975	3.0	2.5	2.0	1.30	13.96	0.54	1.17
31/1 e 1/2/1976	2.0	4.5	4.5	13Ì63	14.04	3.07	2.27
15-16/7/1976	11.5	4ÌO	2.0	2.74	2.83	5.22	4.54
12-13/8/1976	7.0	4.0	2.0	1.14	4.42	2.38	1.60
11-12/9/1976	6.5	3.0	4.0	3.10	12.17	3.42	2.95*
19-20/10/1976	4.5	2.5	3.1	0.47	7.80	1.93	1.94
17-18/2/1977	6.0	2.6	0.9	1.28	16.79	1.49	1.70

TAB. 1. - Escursioni nelle ventiquattro ore dei principali parametri considerati all'interno e all'esterno della Valle Artalina.

I valori estremi delle variabili ambientali hanno infatti in biologia maggiore importanza rispetto alle medie. Ad esempio, per ciò che concerne la temperatura, lo svernamento delle specie allevate in una valle da pesca ha costituito da sempre uno dei più gravi problemi della vallicoltura in Alto Adriatico. Le maggiori difficoltà nel superare l'inverno riguardano *Sparus aurata* (Orata) ed in ordine decrescente le diverse specie di Mugilidi (il più resistente è Mugil *saliens*, Verzelata, detto anche «magna jazo»), *Dicentrarchus Labrax* (Branzino) e *Anguilla anguilla* (Anguilla) (Ravagnan, 1978).

L'orata da segni di sofferenza quando l'acqua scende al di sotto dei 5°C e spesso in queste condizioni è soggetta a piccole ferite che, una volta infettate, tardano a rimarginare (Mozzi, 1967). Come risulta dalle rilevazioni fatte in Valle Artalina nel corso delle 24 ore (tab. 1), e dai dati di temperatura registrati, per due o tre mesi all'anno anche in annate non particolarmente rigide come il 1975 e il 1976 la temperatura si mantiene attorno ai 5°C. Probabilmente ciò accade anche in altre valli della zona ed in particolare in quelle più esposte alla bora della parte meridionale della laguna di Grado dove si possono verificare per brevi periodi temperature inferiori a quelle di congelamento dell'acqua di mare (Marina di Macia, 29-1-1976: —2°C a S = 34.80‰. Per queste ragioni la coltura dell'orata nelle nostre lagune è stata spesso un fatto aleatorio risolto soltanto di recente con l'adozione di peschiere da sverno coperte. Per i Cefali, Branzino e Anguilla, queste condizioni risultano meno severe .(ad esempio il Branzino resiste bene a temperature di 2-3°C e l'Anguilla, quando la temperatura scende vicino a 0°, si seppellisce nel fango).

Tuttavia è da tener presente che nella prospettiva di allevamenti intensivi per tutte queste specie compresa l'orata, l'assunzione di cibo diventa ottimale soltanto a 22°-24°C e continua fino a 30°C circa. Ciò indica che la stagione di accrescimento nelle nostre valli è piuttosto ristretta, in quanto la temperatura dell'acqua si mantiene superiore a 10°C per 6 o 7 mesi soltanto. La temperatura dell'acqua potrebbe infine costituire un problema per il lancio di novellarne di Branzino che a due mesi e mezzo di vita (2 cm circa) esige una temperatura superiore a 12°-14°C, limite non sempre raggiunto dalle acque della laguna di Grado e di Marano in aprile al momento della semina. È noto che tutte le funzioni biologiche hanno il miglior rendimento al centro di un certo intervallo di temperatura e di altre condizioni ambientali e decadono ai due estremi. Ciò risulta evidente per le specie considerate finora e vale anche per i Molluschi. I filtratori quali *Mytilus galloprovincilis*, *Ostrea edulis* e *Crassostrea gigas*, in particolare, rallentano e talvolta cessano la loro attività filtrante alle basse temperature. Ad esempio, in *Mytilus* la filtrazione è massima tra 23° e 28°C, a 18°C è buona, mentre è decisamente scarsa tra 14° e 10°C (Renzoni, 1961). Nelle condizioni riscontrate in laguna è presumibile che si verifichi una diminuzione del tasso di filtrazione che, aggiunto ad altri fattori negativi, si esprime in un accrescimento rallentato e perciò nella necessità di prolungare la durata dell'allevamento per avere un prodotto di pezzatura paragonabile a quella che si ottiene in mare. Ciò era già noto per la laguna veneta dove i banchi di mitilicoltura sono localizzati prevalentemente in corrispondenza ai porti canali.

Basse temperature in concomitanza con tempi di bora sono ancora più temibili se agiscono durante le basse maree invernali, quando i parchi ostreicoli e le mitilicolture su strutture fisse possono rimanere completamente o parzialmente allo scoperto: il vento aumentando l'evaporazione, determina infatti disidratazione e un ulteriore abbassamento della temperatura sulle superfici umide.

L'azione delle alte temperature tra 24° e 30°C non è tanto preoccupante quanto quella delle basse temperature, ciò almeno per quanto riguarda la loro azione diretta. Il Branzino, ad esempio, non solo non rivela sofferenza, ma accetta ancora il cibo attorno ai 30°C (Ravagnan, 1978).

Le temperature elevate possono però costituire un problema in-

diretto per le colture lagunari favorendo o accentuando epidemie oppure infestazioni parassitarle come quella di *Argulus* che si riproduce e provoca i danni maggiori a temperature superiori a 23°-25°C. Una efficace difesa può essere attuata immettendo negli ambienti di coltura acqua a basse temperature e salinità elevate fatto che, se agevole negli altri mesi, si presenta di qualche difficoltà soprattutto in luglio, quando, pur disponendo di acque a salinità confacenti, queste sono però troppo calde. Le temperature elevate, soprattutto in concomitanza con una forte produzione vegetale, si accompagnano spesso a brusche cadute delle quantità di ossigeno disciolto alle quali è molto sensibile l'Orata.

Le variazioni di salinità non sono tali da creare problemi per la vallicoltura se non quando questa debba appoggiarsi, come è necessario per la coltura intensiva, sulla riproduzione artificiale e quindi abbia bisogno di acqua a salinità ben precisa. Ad esempio l'Orata, ma anche altre specie vallive, esige allo sviluppo embrionale salinità superiori al 38‰ difficilmente disponibili in laguna.

In conclusione gli ambienti lagunari da noi studiati presentano condizioni medie abbastanza favorevoli allo sviluppo della acquicoltura ed al suo progresso su nuovi modelli. Tuttavia ì valori estremi rilevati per alcuni parametri ambientali debbono indurre alla prudenza nella programmazione di nuovi impianti e di nuovi tipi di acquicoltura salmastra, anche in relazione all'influenza che le acque reflue da questi impianti potrebbero avere sull'ambiente lagunare.

Risposte a questi problemi potranno venire dalla prosecuzione di queste ricerche.

BIBLIOGRAFIA

Istituto Talassografico di Trieste 1978. Annuario 1977 con i dati meteorologici di Trieste. N. 538.

Mozzi C. 1967. Alcuni tentativi di allevamento intensivo .dell'orata (*Sparus auratus* L.). *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 15 (sup.pl): 287-293.

Ravagnan G. 1978. *Vallicoltura moderna*. Edagricole, Bologna.

Renzoni A. 1961. Comportamento di *Mytilus galloprovincialis* Lmk ed *Qstrea edulis* L. (larve ed adulti) in differenti condizioni naturali e sperimentali. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 16/1.

ECOLOGIA E BIOLOGIA DEI PORTI DEL MAR LIGURE E ALTO TIRRENO. 8. POPOLAMENTO ZOOPLANCTONICO (OTTOBRE-NOVEMBRE 1974)

M.P. BASSO, N. DELLA CROCE e P. PICONE
Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura - Università di Genova.

La presente ricerca si inquadra nella tematica affrontata in precedente indagine (Picone e Coll., 1978) relativa alle caratteristiche fisiche e chimiche delle acque ed alla fisionomia e alla densità del popolamento zooplanctonico dei bacini portuali dell'arco costiero ligure - toscano. Questi studi intendono definire le caratteristiche delle acque dei porti ed accertare l'esistenza o meno, tra loro, di gradienti di affinità (Della Croce e Coll, 1971; Della Croce e Coll, 1973; Zunini Sertorio e Coll., 1977).

METODICHE

Le osservazioni e le raccolte effettuate in autunno (dal 26 ottobre all'8 novembre 1974) dalla N./O. «Bannock» hanno interessato i porti di San Remo, Porto Maurizio, Oneglia, Savona, Genova, Rapallo, La Spezia, Carrara, Viareggio e Livorno.

Il numero delle stazioni, i metodi di prelievo planctonico e di campioni d'acqua a profondità standard, nonché gli strumenti per le misure «in situ» sono gli stessi usati nel periodo estivo (Picone e Coll., 1978). In questo momento stagionale si è inoltre provveduto alla determinazione dei nitriti, nitrati, fosfati e silicati (Capelli e Coll., 976; Fabiano e Coll., 1978).

Tutti gli organismi presenti negli ottantacinque campioni raccolti e fissati in formalina al 4 % sono stati esaminati.

CARATTERISTICHE AMBIENTALI

I dati idrologici, a causa di difficoltà strumentali, sono stati raccolti solo in parte. Questo limita 1' «istantanea» della situazione ambientale durante il periodo autunnale nei singoli bacini e il confronto con quella estiva (tab. 1).

TAB. 1. - Caratteristiche dei porti e dati idrologici rilevati tra il 26 ottobre e l'8 novembre 1974.

PORTI	Superf. km	Prof. m	No. Staz.	Temp. °C	Sal. ‰	Ossigeno ml/l	Disco Secchi m
San Remo	0,07	8	1	14,6	—	5,6	2,5
Porto Maurizio	0,08	9	1	13,9	—	5,0	3,0
Oneglia	0,10	10	1	13,6	—	4,7	4,0
Savona*	0,41	10	3	13,5	—	4,4	3,7
Genova	2,18	19	3	16,4	37,8	4,3	3,1
Rapall	0,24	5	1	—	—	5,1	2,5
La Spezia*	12,53	13,5	9	—	—	4,8	3,8
Carrara	0,49	10	1	—	—	5,4	1,1
Viareggio*	0,27	8	3	—	—	4,8	1,8
Livorno*	1,86	12	5	15,2	—	4,3	1,5

*I valori di temperatura, salinità, ossigeno rappresentano la media tra i dati ottenuti alle quote di campionamento delle diverse stazioni. 11 valore di trasparenza è la media tra quelli rilevati nelle singole stazioni.
— Dati mancanti a causa di un improvviso guasto del salinometro Beckman RS 5-3.

Le temperature medie dei bacini portuali ubicati sulla riviera di ponente, incluso quello di Genova, denotano condizioni pressoché omotermiche a Porto Maurizio, Oneglia e Savone rispetto alle più elevate temperature riscontrate a San Remo e Genova. Questa situazione appare piuttosto singolare in quanto il porto di San Remo presenta caratteristiche di bacino simili a quelle di Porto Maurizio e Oneglia; d'altra parte la temperatura più elevata di San Remo (14,6°C) risulta sempre inferiore alla minima riscontrata nella colonna 'd'acqua a Genova (16,1°C).

Le concentrazioni di ossigeno in estate erano più elevate (5,3-5,6 ml/1) a San Remo, Porto Maurizio, La Spezia e Carrara; meno elevate (4,2 - 4,9 ml/1) a Oneglia, Savona, Genova, Rapallo, Livorno e assai modeste {2,5 ml/1) a Viareggio. In autunno la situazione risulta

modificata solo a La Spezia, dove la disponibilità di ossigeno è minore, e a Viareggio, dove risulta nettamente superiore.

I modesti valori di trasparenza osservati nei diversi porti indicano un marcato assorbimento della luce tra la superficie e 4 m di profondità, con valori minimi — come in estate — a Viareggio e Livorno. Nonostante specifiche differenze a livello dei singoli bacini, la trasparenza dei porti in esame risulta mediamente pressoché costante nel momento estivo (2,4 m) ed in quello autunnale (2,7 m).

Le concentrazioni dei sali nutritivi mettono in luce in questo momento stagionale in tutti i porti condizioni vicine, in diverso grado, a quelle di mare aperto, tranne a Savona, Viareggio e Livorno. A causa dei bassi valori del rapporto N:P, che indicano la presenza di acque fosforo eccedenti, i bacini in esame dovrebbero presentare modificazioni del loro grado di trofia (Fabiano e Coll., 1978).

ASPETTI QUALITATIVI E QUANTITATIVI DEL POPOLAMENTO ZOOPLANCTONICO

Lo studio dei campioni zooplanctonici raccolti con rete e con bottiglia ha permesso di osservare che in autunno, come in estate, i Copepodi — con i generi *Acartia, Oithona, Centropages* ed *Euterpina* — risultano essere in tutti i porti la componente di base del popolamento planctonico. In questo momento stagionale tale popolamento si arricchisce dei generi *Clausocalanus* e *Paracalanus*.

Il genere *Acartia* è presente in ogni bacino in esame con diverse specie. *Acartia clami* e *A. latisetosa* possono considerarsi comuni a tutti i bacini portuali, anche se *A. latisetosa* non è stata raccolta in quelli di Genova e Rapallo. *A. italica* e *A. negligens*, non ritrovate in estate, sono segnalate in autunno nel settore sud-occidentale dell'arco ligure-toscano : la prima a San Remo, Porto Maurizio, Oneglia e Savona, la seconda soltanto a Oneglia (*).

Per contro *A. discaudata* e la varietà mediterranea sembrano limitare la loro presenza al settore sud-orientale di tale arco in quanto, se si esclude il reperto della varietà mediterranea a Rapallo, tutti gli altri ritrovamenti interessano i porti di Carrara, Viareggio e Livorno.

(*) E da segnalare che *A. italica* è stata raccolta anche a Rapallo.

II genere *Oithona* con le specie *O. nana* e *O. plumifera* caratterizza tutti gli ambienti portuali; *O. helgolandica* è stata raccolta solo ad Oneglia, Savona, Genova e Livorno.

Il genere *Euterpina*, con le forme giovanili ed adulte di *E. acutifrons*, costituisce assieme ad *Acartia* ed *Oithona* un elemento costante della fisionomia del popolamento a Copepodi.

Clausocalanus arcuicornis e *C. furcatus*, assenti in estate in tutti i porti, riconfermano ancora in autunno la loro assenza nei bacini di San Remo, Oneglia e Porto Maurizio.

Paracalanus parvus è risultato presente in tutti i porti tranne Rapallo, Oneglia e Porto Maurizio.

Altre forme quali *Calanus* sp., *Calocalanus contractus*, *Parapontella brevicornis*, *Acartia negligens* e *Lucicutia flavicornis* suggeriscono apporti di acque costiere e d'altura, mentre la presenza a Viareggio di *Calanipeda aquae dulcis* testimonia immissione di acque dolci.

Il carico medio zooplanctonico per me è assai vario nei diversi bacini:

San Remo	$14{,}6 \cdot 10^3$	Rapallo	$3{,}2 \cdot 10^3$
Porto Maurizio	14,6	La Spezia	14,9
Oneglia	8,1	Carrara	6,2
Savona	19,5	Viareggio	4,5
Genova	5,2	Livorno	2,2

Si osserva che la densità media di popolamento per me in autunno ($9{,}3 \cdot 10^3$) è inferiore a quella estiva ($23{,}9 \cdot 10^3$) e decresce in diverso grado in ogni bacino, salvo a La Spezia e Savona, dove in estate le corrispondenti densità erano di 9,6 e $14{,}9 \cdot 10^3$.

Anche in questo momento stagionale i Copepodi risultano essere quantitativamente la componente dominante del popolamento zooplanctonico portuale di cui costituiscono 1' 80-92%, tranne a Livorno ed a La Spezia dove rappresentano rispettivamente il 66 e il 70%.

In questi due bacini partecipano a definire il quadro zooplanctonico soprattutto Appendicolarie, larve di Policheti e di Molluschi.

La struttura quantitativa del popolamento a Copepodi è affidata per la massima parte — come nel momento estivo — ai generi *Oithona* (45%), *Acartia* (30%) ed *Euterpina* (11%). È da notare che questi

generi rappresentavano in estate il 72, il 6 e 1' 8% della popolazione a Copepodi. Si osserva inoltre che nel momento autunnale *Acartia* prevale su *Oithona* solo nei bacini di Porto Maurizio, Oneglia e Rapallo, caratterizzati da una minore ricchezza qualitativa.

La densità per me dei generi dominanti *Oithona eAcartia* denota in autunno — rispetto al momento estivo — una marcata diminuzione del carico biologico a livello del popolamento a Copepodi, sebbene le densità di *Acartia* risultino più elevate che in estate:

	Oithona	*Acartia*		*Oithona*	*Acartia*
San Remo	$0,8 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$	Rapallo	$— \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$
Porto Maurizio	0,2	1,5	La Spezia	5,1	1,2
Oneglia	0,6	1,3	Carrara	1,6	1,2
Savona	7,1	3,4	Viareggio	0,1	0,1
Genova	1,5	0,3	Livorno	0,3	0,2

Le altre componenti che caratterizzano quantitativamente lo zooplancton sono le larve di Policheti, le Appendicolarie, le larve di Molluschi e di Cirripedi (*).

La maggiore ricchezza qualitativa si è osservata, nell'ordine, nelle acque dei porti di Livorno, La Spezia, Savona, Genova, San Remo e Viareggio; negli altri porti la ricchezza qualitativa non supera il 58% di quella riscontrata a Livorno. In questo momento stagionale, come in estate, sono ancora pertanto gli stessi bacini portuali (eccezione fatta per San Remo) a presentare una maggiore varietà di forme. È tuttavia da segnalare che di massima in autunno lo zooplancton è caratterizzato qualitativamente dagli elementi del popolamento a Copepodi, mentre in estate era caratterizzato da altre forme olo e mero-planctoniche.

ASPETTI DEL PLANCTON PORTUALE IN DIVERSI MOMENTI STAGIONALI

Limitatamente alle osservazioni condotte si è in grado di ritenere che le forme elettivamente tipiche della struttura qualitativa della po-

(*) Dal punto di vista qualitativo i bacini portuali risultarono in autunno caratterizzati anche dalla presenza dei Chetognati.

polazione zooplanctonica portuale siano in estate ed in autunno i Copepodi *Acartia clami*, *A. latisetosa*, *Oithona nana* ed *Euterpina acutifrons*, e, tra gli altri organismi, le larve di Policheti, di Cirripedi, di Crostacei Decapodi, di Lamellibranchi e le Appendicolarie. Le variazioni qualitative osservate non evidenziano un'azione selettiva nei confronti delle singole specie tale da fare intravvedere un gradiente di affinità tra le acque dei bacini portuali.

In entrambi i momenti stagionali la struttura quantitativa del popolamento a Copepodi risulta composta massivamente dai generi *Acartia*, *Oithona* ed *Euterpina*; le altre componenti zooplanctoniche presentano scarse densità di popolamento, ad eccezione delle larve di Molluschi e di Cirripedi che si ritrovano numerose nelle acque di alcuni porti solo nel periodo estivo.

Sebbene il carico medio zooplonctonico delle acque portuali risulti più elevato in estate (23,9 - 10^3 individui/mc) che in autunno (9,3 • 10^3 individui/mc), a Savona, Genova e La Spezia il popolamento raggiunge nel momento autunnale densità assai vicine a quelle riscontrate negli stessi porti nel periodo estivo.

BIBLIOGRAFIA

Capelli R., Contardi V., Fabiano M., Zanicchi G., 1976. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 2. Sali nutritivi e rapporto O:N:P. IIIes *Journées Etud. Pollutions*, Split, C.I.E.S.M,, 175-181.

Della Croce N., Calieri G,, Semeria V., 1971. Caratteristiche ecologiche e popolamento zooplanctonico del Porto di Genova. 1. Caratteristiche ecologiche. *Catt. Idrob. e Pesc. Univ. Genova*, Rapp. Tecn., 1, 1-38.

Della Croce N,, Drago N., Salemi Picone P., Zinini Sertorio T., 1973. Caratteristiche ecologiche e popolamento zooplanctonico del Porto di Genova. 2. Popolamento zooplanctonico. *Catt. Idrob. e Pesc. Univ. Genova*, Rapp. Tecn., 3, 1-36.

Fabiano M., Contardi V., Zinini Sertorio T., 1978, Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 1. Osservazioni sulle concentra-zioni di PO_4''', NO_3', NO_2' e SiO_3''. *Atti 2° Congresso Ass. I tal. Oceanol. e Limnol.*, Genova (29-30 Novembre 1976), 175-180.

Picone P., Della Croce N., Basso M.P., 1978. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 7. Popolamento zooplanctonico (Luglio 1972). *Atti 2° Congresso Ass. Ital. Oceanol. e Limnol*., Genova (29-30 Novembre 1976), 217-222.

Zunini Sertorio T., Picone P., Della Croce N., 1977. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 5. Composizione dello zooplancton del Porto di Genova. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 24 (10), 107408.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova».
Contratto di ricerca C.N.R. n. 73.00401.04/115.907.

PRIME RICERCHE SULLA DISTRIBUZIONE DI FUNGHI IN ALCUNI MARI ITALIANI

S. GENOVESE*, S. GRASSO*, V. CUOMO** e E. VANZANELLA**
*Istituto di Idrobiologia dell'Università di Messina.
**CIBA GEIGY - Torre Annunziata.

INTRODUZIONE

Come è noto, e come è stato puntualizzato di recente anche da uno di noi (Genovese e Bruni, 1975; Genovese, 1977), il complesso delle attività biochimiche degli ambienti marini e la loro produttività in particolare sono regolate dall'insieme dei microorganismi presenti nell'acqua e nei sedimenti, quali batteri, funghi e lieviti che pertanto giocano, a livello di sutura fra la componente organica e quella inorganica, un determinante ruolo ecologico.

L'Istituto di Idrobiologia persegue da più anni ricerche sull'attività batterica in mare ed in ambienti salmastri, con particolare riferimento al ciclo dello zolfo e dell'azoto. L'apparente contraddizione che si riscontra a volte fra dati chimico-fisici di un ambiente ed attività bat-teriche, ci ha indotto ad estendere l'indagine ad altri microorganismi quali i funghi.

In collaborazione con la CIBA GEIGY abbiamo approntato pertanto un programma di ricerca sulla distribuzione e sull'attività di questi organismi negli ambienti marini e salmastri italiani, meridionali in particolare, nell'intento di apportare un contributo alla conoscenza di questi microorganismi e della loro importanza nel determinismo dei processi biochimici ambientali.

I funghi marini, il cui ruolo significativo come decompositori e come convertitori è stato ampiamente accertato, appartengono alle classi degli Ascomiceti, dei Deuteromiceti e dei Basidiomlceti (higher

fungi), dei Ficomiceti e dei Biflagellati (lower fungi) (Jones, 1976). In base all'attività possiamo dividere questi funghi in due grossi gruppi: saprofiti e parassiti o patogeni fjohnsons e Sparrow, 1961; Jones, 1971; Hughes, 1975).

La nostra attenzione è rivolta soprattutto allo studio degli higher fungi, di cui i lignicoli rappresentano la maggior parte. Questi funghi, appartenenti agli Ascomiceti e Deuteromiceti, svolgono un rilevante ruolo nella decomposizione del materiale lignicolo (Booth, 1971; Kohlmeyer e Kohlmeyer, 1964-1968; Meyers, 1971).

Il modo di attacco e di colonizzazione del materiale legnoso avviene normalmente in tre modi:

— penetrazione diretta attraverso la parete cellulare e sviluppo negli elementi legnosi;

— penetrazione e ramificazione all'interno dello strato secondario delle cellule cribriformi;

— penetrazione trasversale del legno attraverso i raggi dello xilema.

Altro tipico attacco dei funghi marini è chiamato soft-rot. In questo caso si ha uno sviluppo sulla superficie del legno il quale assume un aspetto spugnoso (Fazzani et al., 1971; Byrne e Jones, 1974; Brooks et al., 1972; Henningsson, 1974).

MATERIALI E METODI

La ricerca viene condotta mediante prelievi ogni sei settimane per la durata di due anni, in vari tratti delle coste ioniche, tirreniche e adriatiche meridionali, di campioni d'acqua, pezzi di legno naturalmente presenti (drift wood) e pezzi di legno artificialmente sommersi (baits) (Tubaki, 1968; Bandoni et al., 1975). Su questi campioni viene determinata la popolazione funginea eventualmente presente. Le tecniche impiegate sono quelle normalmente in uso per la raccolta, l'isolamento e lo studio dei funghi lignicoli marini. Inizialmente sono state usate in confronto tecniche di isolamento per funghi terrestri (Kirk, 1969; Goidanich, 1964; Lilly, 1965; Eltringham, 1971).

RISULTATI

I risultati delle ricerche relative ai primi prelievi effettuati in aprile e maggio del corrente anno, sono condensati nelle tabelle 1 e 2.

TAB. 1. - Funghi imperfetti isolati da campioni d'acqua.

TIRRENO	IONIO	ADRIATICO
Aspergillus	*Aspergillus*	*Aspergillus*
Penicillium	*Penicillium*	*Penicillium*
Alternaria	*Asteromyces'*	*Alternaria*
Fusarium	*Fusarium*	*Trichoderma*
Trichoderma	*Trichoderma*	*Helicoma*
Verticilllum	*Verticillium*	*Gliomastix*
Humicola	*Humicola*	*Vertidllium*
Stachybotrys	*Trichothecium*	*Stachybotrys*
Phoma	*Pithomyces*	*Gliocladium*
Gliocladium	*Phoma*	*Phoma*
Cephalosporium	*Cephalosporium*	*Leptographium*
Phialophora	*Papularia*	*Cephalosporium*

Nella tabella 1 sono riportati in particolare i risultati degli isolamenti effettuati su campioni di acqua raccolti, come si è detto, in vari tratti delle coste dei mari Tirreno, Jonio e Adriatico, impiegando però le normali tecniche (filtrazione dell'acqua e piastramenti su terreni usuali quali il Sabouraud) che mettono in evidenza i funghi *imperfecti*, in massima parte di provenienza terrestre. Come si può rilevare dalla tabella, i generi più largamente ed abbondantemente riscontrati sono *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*. Si tratta ancora di prove preliminari per cui è impossibile stabilire se esistono differenze significative fra i tre bacini esaminati. Tuttavia si fa rilevare che *Asteromyces*, *Pithomyces*, *Papularia* sono stati riscontrati solo nello Jonio. Qualche altro genere come *Gliomastix* e *Leptographium* figurano solo fra i reperti adriatici. Di particolare rilievo è la presenza nei campioni di acqua prelevati in questo mare di *Helicoma*, fungo *imperfecto*, che da Kohlmeyer è incluso fra quelli tipicamente marini. Pertanto, se è indubbio che con tale metodologia vengono evidenziati in massima parte funghi di provenienza terrestre, il reperto di *Helicoma* ci conferma la possibilità di poter isolare, anche con questo metodo, alcuni funghi marini.

TAB. 2. – Funghi marini lignicoli isolati su pezzi di legno.

	TIRRENO	IONIO	ADRIATICO
		Stachybotrys	*Alternaria salina*
		Diplodia	*Diplodia*
		Piricauda	
		Humicola	
		Pithomyces	
FUNGHI IMPERFETTI		*Speira (Dictyosporium)*	*Haligena*
	Corollospora	*Corollospora*	*Torpedospora*
	Haligena	*Lulworthia*	*Pharcidia*
ASCOMICETI	*Torpedospora*	*Leptosphaeria*	
	Halosphaena	*Haligena*	
		Halosphaena	
BASIDIOMICETI	*Nia vibrissa*		
MICELI STERILI	*Papulospora halima*		

Nella tabella 2 sono riportati i risultati di isolamenti di funghi lignicoli marini da pezzi di legno, sia raccolti lungo le coste, sia esposti artificialmente secondo la «baiting technique». Come si può rilevare il quadro sistematico è differente ed i generi che si riscontrano con questa metodologia sono, nella maggior parte dei casi, diversi e, si ha ragione di credere, decisamente marini. Fra gli Ascomiceti i più fre-

quenti ed abbondanti sono stati i generi *Corollospora*, *Haligena* e *Lulworthia*, anche se quest'ultimo genere è stato riscontrato, in queste prove preliminari, su pezzi di legno provenienti dal Mar Jonio. Fra i Basidiomiceti, che peraltro sono in scarsa quantità rispetto agli Ascomiceti, è stata rilevata la presenza di *Nia vibrissa* in pezzi di legno provenienti dal Mar Tirreno.

In conclusione questi primi risultati ci hanno consentito di confermare la validità della «baiting technique» per la messa in evidenza e per l'isolamento dei funghi marini, la cui attività principale è quella di attaccare e degradare substrati legnosi e fibrosi. C'è addirittura una spiccata tendenza a definire i funghi marini in rapporto a questa loro specifica attività biochimica.

L'importanza di portare avanti tali ricerche riveste un particolare significato ove si pensi al notevole danno economico a cui si va incontro per il deterioramento dei manufatti in legno e dei cordami immersi in acqua. È da rilevare altresì che un più accurato studio della microflora fungina lignicola può contribuire alla migliore conoscenza dei meccanismi di attacco del materiale legnoso da parte di organismi superiori quali Teredini e Limnorie. Sembra accertato infatti che tale attacco sia tanto più valido quanto più efficiente è l'attività precedente o contemporanea dei funghi lignicoli, come è stato puntualizzato anche da Kohlmeyer. Da segnalare infine l'utilità, ai fini ecologici, di conoscenze più approfondite sui tempi e sui meccanismi di sopravvivenza in mare e negli ambienti acquatici in generale di corpi fruttiferi e di spore fungine di provenienza terrestre. Gli studiosi dell'inquinamento del mare dovranno sempre più in futuro tener conto anche di questa componente, considerata peraltro l'estrema diffusione di malattie da funghi a carico di bagnanti e di frequentatori delle spiagge.

RIASSUNTO

Nella presente nota vengono riferiti i primi risultati delle ricerche sulla flora fungina svolte dall'Istituto di Idrobiologia dell'Università di Messina in collaborazione con la CIBA-GEIGY di Torre Annunziata (Napoli).

Vengono discusse le differenti metodologie adottate che comportano terreni di coltura diversificati. Con un primo metodo, applicato

a campioni prelevati lungo le coste joniche e tirreniche siciliane e adriatiche meridionali, vengono evidenziati esclusivamente funghi terrestri pervenuti in mare; una seconda metodologia prevede l'ubicazione in mare di sistemi di colonizzazione di funghi esclusivamente marini. In atto tale procedura viene impiegata nello Stretto di Messina e nel lago di Faro.

SUMMARY

First results of research on fungal flora carried out by the Institute of Hydrobiology of Messina University in cooperation with CIBA-GEIGY of Torre Annunziata (Naples) are referred.

The adopted different methods which involve differentiate culture media are discussed. With a first method., applied to samples collected along the Jonian and Tyrrhenian sicilian coasts and southern Adriatics, are exclusively shown terrestrial fungi reaching the sea; a second method implies the localization in the sea of only marine fungi colonization systems. This procedure is at present employed in the Straits of Messina and in Lake Faro.

BIBLIOGRAFIA

Bandoni R.J., Parsons J.D. and Redhead S.A. 1975. Agar baits far the collections of aquatic fungi. *Mycologia*, 67, 1020-1024.

Byrne PJ. and Jones E.B.G. 1974. Lignicolous marine fungi. *Veroff. Inst. Meeresforsch. Bremerh*. suppl. 5, 301-320.

Booth C. 1971. Culture Media. In: *Methods in Microbiology*. Vol. IV, 49-94, Ed. C. Booth, Academic Press, London.

Brooks R.D., Groos R.D. and Sieburth J. McN. 1972. Infestation of the surface and interior vessels of freshly collected driftwood. *Mar. Biol*., 16, 274-283.

Eltringham S.K. 1971. Marine borers and fungi. In: *Marine borers, fungi and fouling organisms of wood*. Ed. E.B.G. Jones and S.K. Eltringharn, O.E.C.D., Paris.

Fazzani K., Furtado S.E.J., Eaton R.A. and Jones E.B.G. 1971. Biodeterioration of timber in aquatic environments. *Mycologia*, 63, 39-58.

Genovese S. 1977. Inquinamento microbico e processi di autodepurazione. *Aspetti scientifici dell'inquinamento dei mari italiani*. Atti convegni Lincei. 31, 289-314.

Genovese S. e Bruni V. 1975. Attività microbica mineralizzante nel lago di Faro. *Boll. Pesca Piscic. idrobiol*., 30, 39-56.

Goidanich G. 1964. *Manuale di patologia vegetale*. Vol. II Edizioni Edagricole, Bologna.

Henningsson M. 1974. Aquatic lignicolous fungi in the Baltic and along the West Coast of Sweden. *Svenks Bot. Tidekr.*, 68, 401-425.

Hughes G.C. 1975. Studies of fungi in oceans and estuaries since 1961. I. Lignicolous, caulicolous and follicolous species. *Oceanogr. mar. A. Rev.*, 13, 69-180.

Johnsons T.W. and Sparrow F.K. 1961. *Fungi in Oceans and Estuaries.* J. Cramer, "Weinheim (Germany).

Jones E.B.G. 1971. Aquatic fungi. In: *Methods in Microbiology* vol. IV, 335-365. Ed. C. Booth, Academic Press, London.

Joens E.B.G. 1976. Recent advances in aquatic mycology. Chap. I. Ed. Jones E.B.G., Elek. Science, London.

Kohlmeyer J. and Kohlmeyer E. 1964-1968. *Icones fungorum maris*. J. Crainer, Weinheim (Germany).

Kirk P.W. Jr. 1969. Isolation and culture of lignicolous marine fungi. *Mycologia*, 61, 1974-1976.

Lilly V.G. 1965. The chemical environment for fungal growth. I. Media, macro- and micronutrients. In: *The Fungi*, vol. I, The fungal cell. Ed. G.C. Ainsworth and A.S. Sussman, 465-478, Academic Press, London.

Meyers S.P. 1971. The biology of filamentous marine fungi. In: *Marine borers fungi and fouling organisms of wood*. Ed. E.B.G. Jones and S.K. Eltringham, O.E.C.D., 217-234.

Tubaki K. 1968. On Japanese lignicolous marine fungi. *Bull. Misaki mar. biol. Inst*., 12, 195-202.

PRIME RICERCHE SUL BATTER IOPLANCTON PSICROFILO IN ACQUE COSTIERE DELL'ITALIA MERIDIONALE

L.S. MONTICELLI
Istituto di Idrobiologia - Università di Messina.
Consejo Nacional de Investigaciones Cientìficas y Técnicas
de la Repùblica Argentina.

INTRODUZIONE

La gran parte delle ricerche di batteriologia marina sono state principalmente orientate alla determinazione della popolazione batte-rica, di qualche attività fisiologica o delle caratteristiche tassonomiche e solo pochi studi sono stati orientati alla comprensione dei fattori ambientali che possono influenzare la popolazione batterica stessa. Ricerche di Kriss (1962), Siebutrh (1967), Taga (1968) e di Norkrans e Stehn (1978) hanno evidenziato la relazione tra le caratteristiche idrologiche di diversi corpi d'acqua e alcune particolarità delle rispettive popolazioni batteriche.

La temperatura, pur non presentando nel Mar Mediterraneo la sua massima escursione, è sempre un parametro variabile e sufficiente per influenzare lo sviluppo batterico. L'escursione termica delle acque mediterranee è generalmente compresa entro una decina di gradi centigradi anche se in talune zone, come il Mar Adriatico, questa escursione è maggiore raggiungendo circa 20°C (Franco, 1970 e 1972), Cicatelli e Falcioni (1972). Pertanto si è creduto utile studiare anche nei mari italiani l'influenza della temperatura sulla distribuzione delle popolazioni microbiche.

Oggetto della presente nota è lo studio della distribuzione di due tipi termici (capaci di crescere a O e 20°C) nella popolazione batterica di tre ambienti marini con caratteristiche idrologiche differenti.

Vengono anche cercate le relazioni tra batterioplancton totale e psicrofilo e particolari fenomeni idrologici che caratterizzano gli ambienti studiati.

Nel presente lavoro vengono considerati psicrofili quegli organismi capaci di crescere bene e svilupparsi in terreni solidi formando una colonia facilmente visibile a occhio nudo dopo due settimane di incubazione a 0°C. (Ingraham e Stokes, 1959). Una discussione più dettagliata sulle diverse definizioni impiegate per caratterizzare questo gruppo, la sua fisiologia e la sua ecologia si può trovare in Ingraham e Stokes (1959), Ingraham (1962), Stokes e Redmond (1966), Druce (1970), Merita (1966, 1968 e 1975} e Inniss (1975).

MATERIALI E METODI

I campioni sono stati prelevati durante campagne di studio effettuate dall'Istituto di Idrobiologia nel Mare Adriatico Meridionale, da nord di Brindisi a Capo Otranto (il 5-6 di maggio e 2-3 di agosto del 1978), lungo le coste tirrenica messinese e jonica dello Stretto di Messina (nei giorni 13 e 29 di luglio e 17 di agosto del 1978) (fig. 1). Per quanto riguarda la descrizione delle zone studiate si rimanda a quanto riferito in precedenza da Genovese, Bruni e Buzzanca (1967) e De Domenico E. e De Domenico M. (1974) per lo Stretto di Messina. Per il Mare Adriatico si fa riferimento a quanto reso noto da Franco (1970 e 1972), Cicatelli e Falcioni (1972) e Buljan e Zore-Armanda (1976) in mancanza di dati diretti per la nostra zona.

L'acqua prelevata direttamente a 20 cm di profondità e mediante bottiglia Van Dorn alle quote più profonde è stata raccolta in recipienti sterili di vetro. I campioni profondi (50 e 100 m) provengono esclusivamente dalle stazioni più esterne del Mare Adriatico. I campioni sono stati conservati a circa 4°C e seminati in laboratorio entro 2-4 ore quelli prelevati nella zona messinese, mentre 12-20 ore sono trascorse per l'acqua proveniente dall'Adriatico.

La quantificazione del batterioplancton è stata effettuata mediante membrane filtranti di 0,45 mm (HAWG 047 SE-MILLIPORE) su pads (MILLIPORE) impiegando Marine Broth 2216 (Difco) come terreno di coltura. Per le diluizioni è stata adoperata acqua di mare sterile (pH7,6-7,8). Per la carica totale sono state filtrate in duplicato

Aliquote di campione da 10,1 e 0,1 ml ed i filtri sono stati incubati a 20 ± 1°C per sette giorni mentre per la carica in psicrofili furono filtrati in doppio aliquote di 10 e 1 ml, incubando i filtri a 1 ± 1°C per due settimane. È stato impiegato un normale frigorifero da laboratorio previamente regolato e controllato giornalmente mediante termometro a massima e minima.

Per i batteri psicrofili sono state seguite le raccomandazioni di Brock e Rose (1969) e Merita (1975) applicando particolare cura per evitare perdita di vitalità in cellule particolarmente termosensibili. A tal fine tutto il materiale necessario è stato previamente refrigerato.

Per evitare l'essiccamento durante l'incubazione tutte le piastre sono state sigillate con Parafilm «M».

Per facilitare il conteggio delle colonie sviluppate è stato impiegato uno stereomicroscopio (6X). I risultati dei conteggi batteriologici sono espressi in numero di batteri • ml^{-1}; è stata anche determinata la percentuale della popolazione psicrofila rispetto al numero dei batteri sviluppati a 20°C. In accordo alla definizione di Ingraham e Stokes (1959) precedentemente ricordata sono state escluse dal conteggio della popolazione psicrofila le colonie molto piccole, visibili solamente al microscopio, che sporadicamente si sono sviluppate sui filtri.

Da alcune piastre è stato effettuato l'isolamento di colonie per successivi studi fisiologici e tassonomici.

Le relazioni esistenti tra i parametri batteriologici e la temperatura, la salinità e la densità in situ (σt) sono state studiate mediante il coefficiente di correlazione (r) e la regressione lineare. Per lo Stretto di Messina è stata anche considerata la corrente dominante all'atto del prelievo.

I dati fisici e chimici relativi ai campioni d'acqua esaminati sono stati forniti dal laboratorio di chimica dell'Istituto.

RISULTATI

Mare Adriatico: da un punto di vista idrografico sono stati evidenziati due strati nettamente distinti, uno superficiale (0-30 m) ed uno profondo (> 30-40 m).

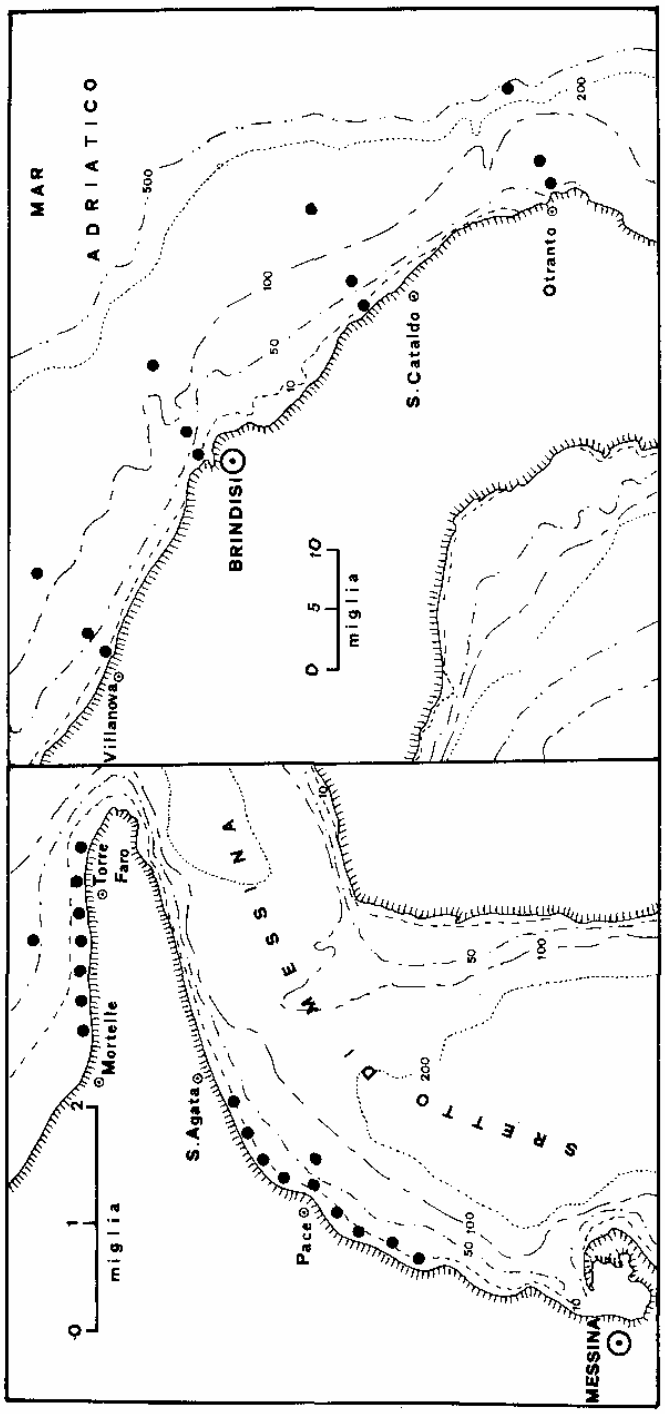


FIG. 1. – Ubicazione delle stazioni di prelievo.

Caratteristiche marcatamente differenti esistono tra i campioni di maggio e di agosto. Nel mese di maggio la temperatura può considerarsi biologicamente omogenea su tutta la colonna d'acqua, mentre la salinità e la densità sono rimaste comprese rispettivamente tra 36,69 e 38,63‰ e 27,52 e 29,99 (σt). La popolazione batterica totale è rimasta compresa fra 5 e 56 batteri • ml^{-1} e la percentuale psicrofila varia da 4 a 10 %.

La popolazione psicrofila ha presentato una correlazione significativa sia con la salinità (r-0,66) sia con la densità (r-0,65). Correlazioni più strette sono state riscontrate tra la percentuale della popolazione psicrofila e la salinità (r-0,72) e la densità (r-0,76) (figg. 2 e 3). Tali indici negativi mostrano chiaramente la maggiore incidenza della popolazione psicrofila nelle acque meno dense e meno salate. La popolazione batterica totale non ha presentato correlazioni significative con i parametri idrologici studiati essendo distribuita più o meno omogeneamente nella colonna d'acqua.

Nel corso dei prelievi d'agosto la temperatura, insieme alla salinità e alla densità, contribuiscono a caratterizzare l'ambiente profondo con valori medi compresi tra 14,4 e 24,7°C per la temperatura, 37,07 e 38,61‰ per la salinità e infine tra 25,058 e 28,900 per la densità (σt). La popolazione batterica totale varia tra 16 e 410 batteri • ml^{-1} e la percentuale psicrofila è compresa tra 0,1 e 13,1 ‰. Non sono stati ottenuti indici di correlazione significativi tra fattori microbici e idrologici (figg. 2 e 3). La popolazione psicrofila sia come quantità, sia come percentuale presenta una distribuzione abbastanza omogenea lungo la colonna d'acqua mentre la popolazione batterica totale mostra nelle acque superficiali un incremento di circa il 300% rispetto allo strato profondo.

Stretto di Messina - costa tirrenica: questi ambienti studiati simultaneamente hanno presentato alcune differenze. La salinità ha mostrato una distribuzione omogenea (tra 37,59 e 37,70 ‰) mentre la temperatura ha presentato valori superiori da 1 a 3°C nelle acque della costa tirrenica. La densità quindi, ha presentato valori legger-mente superiori nello Stretto (26,066 rispetto a 25,372). Nel corso del prelievo del 13 luglio del 1978 il batterioplancton totale ha mostrato valori compresi tra 17 e 1.500 batteri • ml^{-1} nel Tirreno e tra 4 e 75 batteri • ml^{-1} nello Stretto. La percentuale di psicrofili nella popolazione microbica incideva nelle acque tirreniche da 0,3 a 7,3%

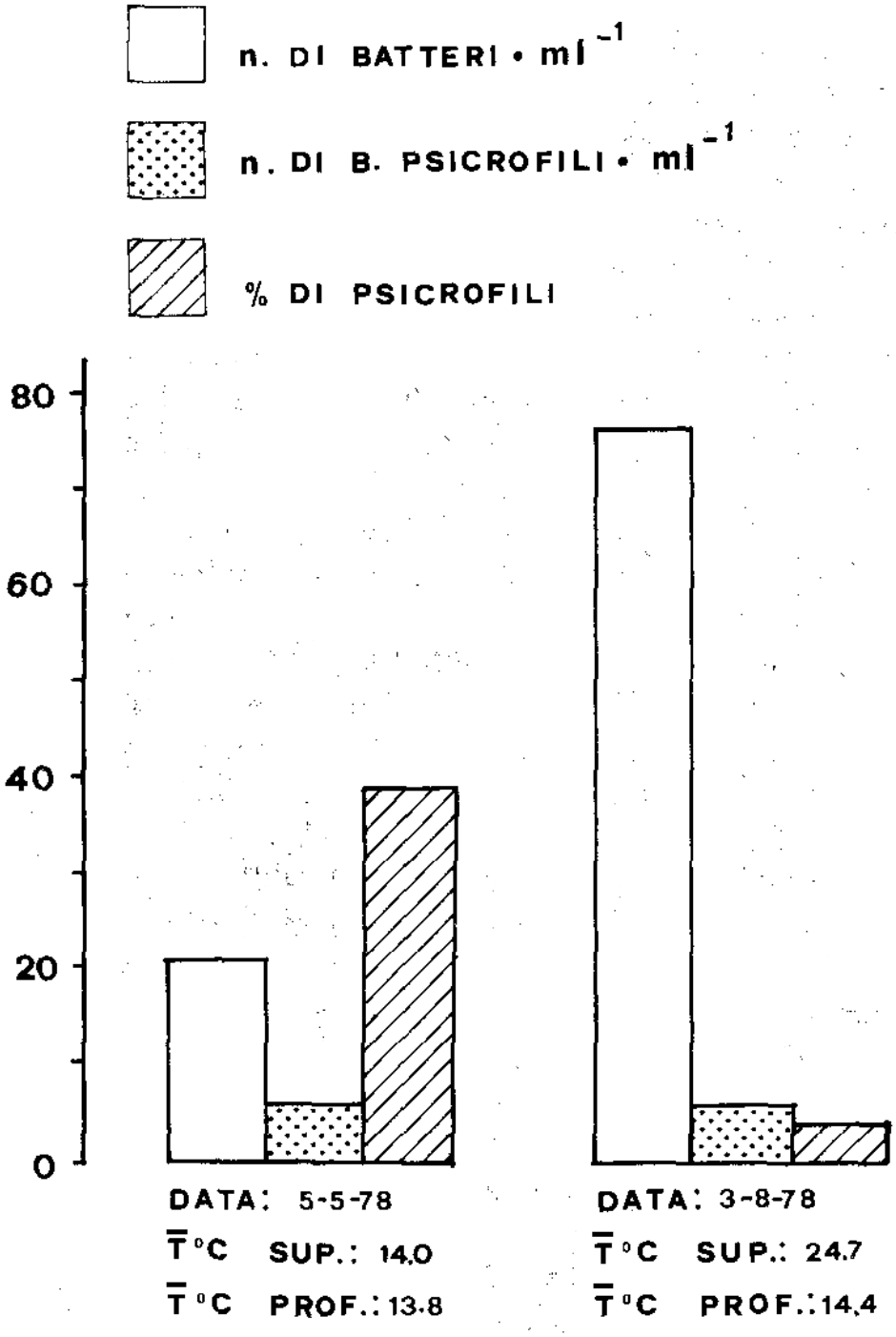


FIG. 2. - Mar Adriatico. Valori medi della popolazione batterica totale, della popolazione batterica psicrofila e della percentuale di psicrofili in due serie di prelievi.

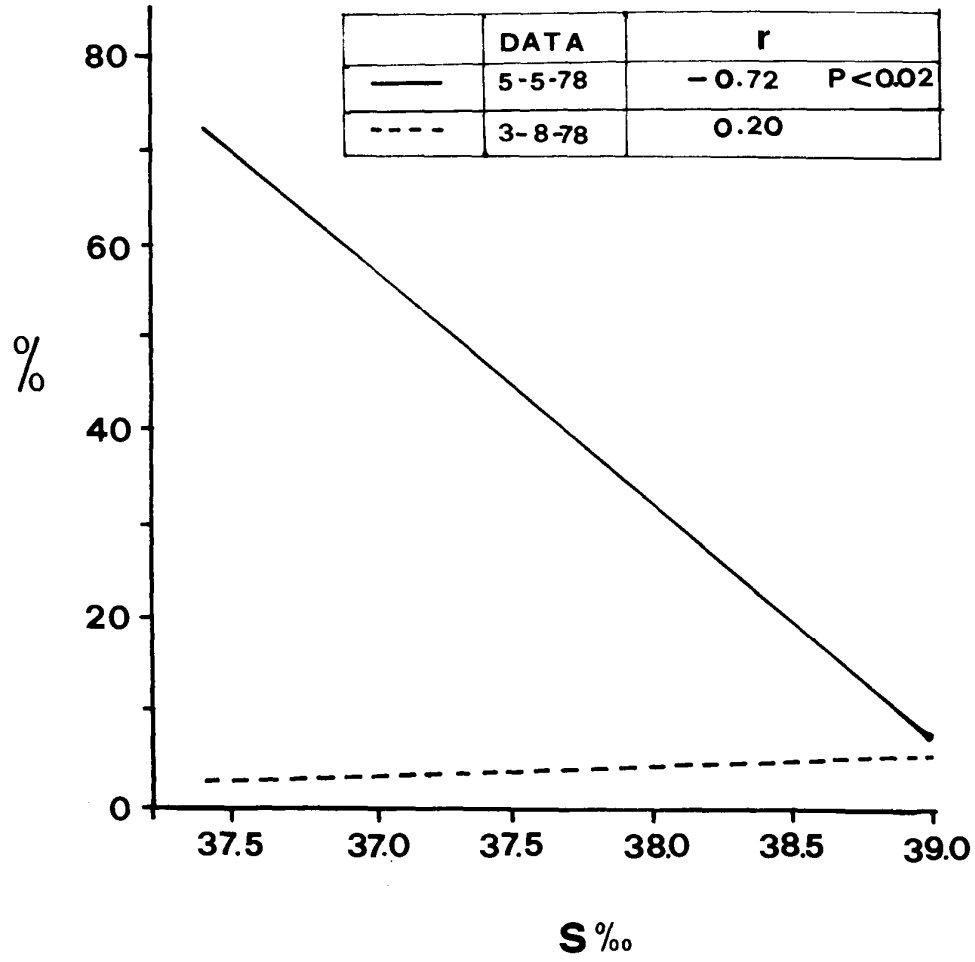


FIG. 3. - Mar Adriatico. Relazioni tra la percentuale di batteri psicrofili e la salinità in due serie di prelievi.

mentre nello Stretto tale percentuale variava da 1 a 90,6‰ Successivamente, il 17 agosto del 1978, la carica totale batterica è rimasta compresa fra 16 e 79 batteri • ml^{-1} nelle acque tirreniche e tra 30 e 50 batteri • ml^{-1} nello Stretto. In questa occasione i batteri psicrofili hanno inciso sulla popolazione totale con valori compresi tra 0,6 e 21% per il Tirreno e tra 4 e 33% per lo Stretto (fig. 4). Le relazioni tra le comunità batteriche e i fattori idrologici sono state molto variabili e correlazioni significative sono state ottenute in poche occasioni. Nel corso dei prelievi del 13 luglio del 1978 effettuati con corrente «stanca» nello Stretto non è stato possibile ottenere relazioni significative tra i parametri studiati, mentre con i campioni del 17 agosto

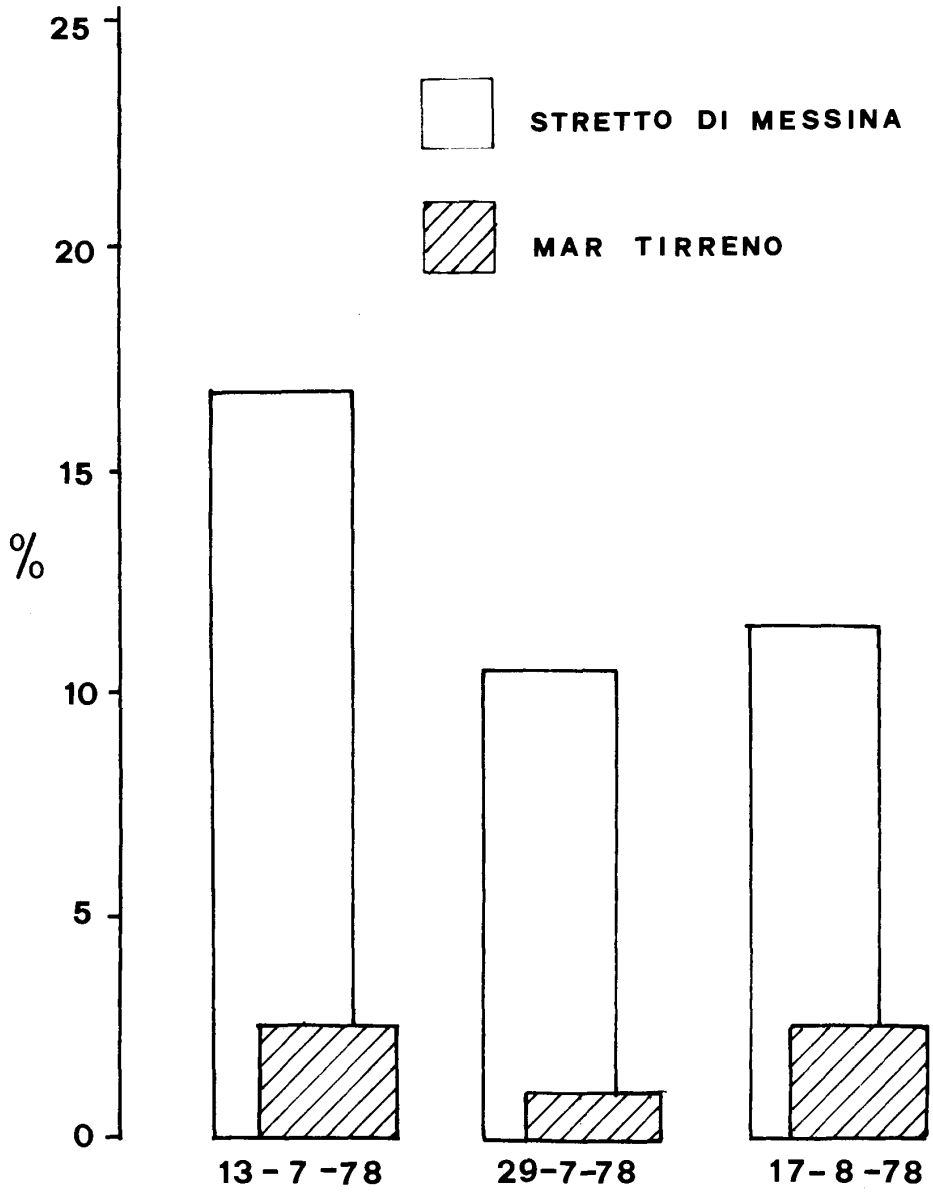


FIG. 4. - Stretto di Messina - Costa Tirrenica. Valori medi della percentuale di batteri psicrofili in tre serie di prelievi.

del 1978, raccolti con corrente «montante» nello Stretto, fu possibile evidenziare marcate correlazioni (fig. 5). La salinità ha presentato relazioni significative con la popolazione totale (r-0,85), con la popolazione psicrofila (r-0,63) e con la percentuale di psicrofili (r-0,64).

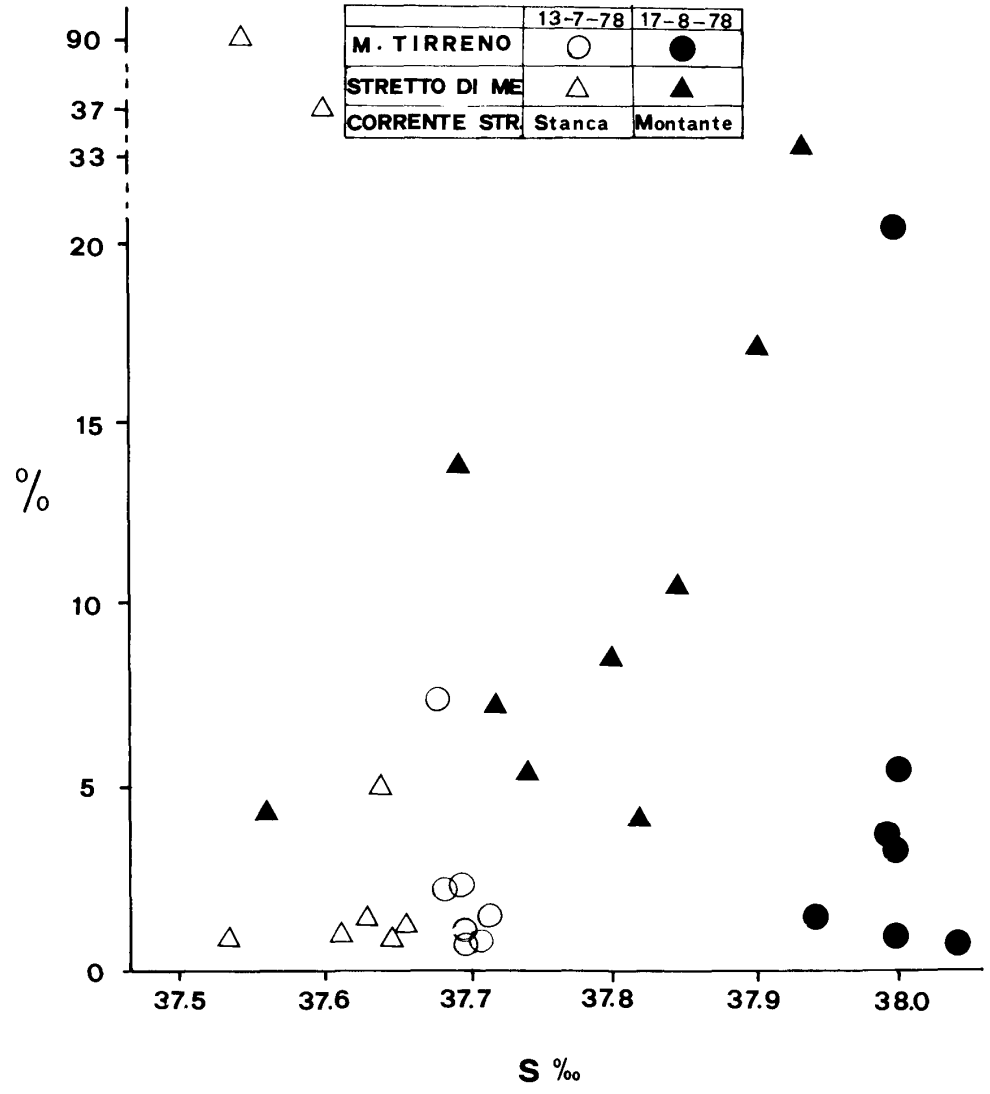


FIG. 5. - Stretto di Messina - Costa Tirrenica. Distribuzione della percentuale di batteri psicrofili rispetto alla salinità in due serie di prelievi.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Già Monta (1975) aveva indicato la facilità con cui si isolano bat-teri psicrofili dall'ambiente marino. Nella presente ricerca è stata riscontrata nella maggioranza dei campioni la presenza di una popolazione batterica psicrofila considerevolmente superiore a quanto da noi atteso nelle acque «calde» del Mediterraneo. Non esiste una costante relazione tra la popolazione batterica totale e quella psicrofila. Ciò induce a pensare che tali popolazioni siano tra loro più o meno indipendenti nei confronti dei fattori ecologici.

Nel Mar Adriatico l'andamento dei parametri batteriologici ha contribuito a caratterizzare i due strati d'acqua, superficiale e profondo. Come è noto in Adriatico si verifica un flusso d'acqua meno salata verso sud e quindi la notevole correlazione negativa riscontrata in maggio tra la popolazione psicrofila e i caratteri idrologici indicherebbe la storia « fredda » dello strato superficiale. In altri termini queste acque sarebbero state esposte a basse temperature negli ultimi mesi, in accordo a quanto riscontrato da Sieburth (1967) nella Baia di Narragansett dove la variazione stagionale della temperatura delle acque produce una lenta selezione nella popolazione batterica con un andamento similare ma ritardato di due mesi. In agosto invece la storia «calda» dell'acqua superficiale sarebbe responsabile dell'incremento nella popolazione batterica totale mentre la popolazione psicrofila si è mantenuta intorno ai valori riscontrati in maggio. Sembra che l'incremento termico dello strato superficiale interessi solo lo sviluppo della popolazione totale e per questo sono variati i valori percentuali di psicrofili ma non il loro numero m assoluto.

Per quanto si riferisce alla zona Stretto di Messina - costa tirrenica la situazione riscontrata è diversa e fino ad ora non molto chiara. Infatti la costa tirrenica presenta relazioni tra parametri idrologici e microbiologici molto raggruppate e senza correlazioni significative. Nello Stretto invece sono state finora riscontrate due distinte situazioni: durante la corrente montante la relazione tra psicrofili (%) e salinità presenta valori molto dispersi mentre durante la fase di stanca della corrente tali valori si presentano più raggruppati. Questo andamento potrebbe essere la conseguenza della natura idrologica particolarmente complessa dello Stretto di Messina, come già segnalato in altre ricerche anche microbiologiche (Genovese, Bruni e Buzzanca,

1967; De Domenico E. e De Domenico M., 1974). Inoltre, in base ai dati raccolti, si può dire che la caratteristica di questa zona è data dalla maggiore percentuale di psicrofili nelle acque dello Stretto di Messina rispetto alla costa tirrenica.

Le ricerche, tuttora in corso, proseguiranno, sia estendendo le zone di studio, sia aumentando le quote di prelievo. Lo studio batteriologico proseguirà con la tipizzazione fisiologica e tassonomica dei ceppi di batteri psicrofili isolati dai diversi campioni nell'intento di meglio valutare le implicazioni ecologiche ed oceanologiche legate a questo gruppo batterico.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Direttore dell'Istituto di Idrobiologia Prof. S. Genovese per i validi consigli ed il costante incoraggiamento, la Dott. G. Pulicanò per i dati sulle caratteristiche fisico-chimiche dei campioni, il Dott. E. De Domenico per i suggerimenti e la revisione del manoscritto, e la Sig.na G. Cortese per la realizzazione dei disegni.

RIASSUNTO

Nella presente nota vengono riferiti primi risultati sullo studio della distribuzione temporale e spaziale del batterioplancton eterotrofico aerobio sia totale sia psicrofilo in tre aree a caratteristiche idrologiche differenti: mare Adriatico meridionale, costa tirrenica messinese, e Stretto di Messina.

I risultati ottenuti sembrano indicare la esistenza d'una relazione tra la frazione psicrofila percentuale della popolazione batterica totale e le caratteristiche oceanografiche dei campioni.

La ricerca proseguirà fino a completare un ciclo annuale di osservazioni, estendendo lo studio alla tipizzazione fisiologica e tassonomica di ceppi isolati dai diversi campioni, nell'intento di meglio valutare le implicazioni ecologiche e oceanologiche legate a questo particolare gruppo di batteri.

SUMMARY

In this note, preliminary results on the study of total and psycrophilic bacterioplankton and its relation with hydrological phenomena in three marine zones of Southern Italy are reported.

BIBLIOGRAFIA

Brock, T.D. e Rose A.H. 1969. Psichrophiles and thermophiles. p. 161-168 in J.R. Norris e D.W. Ribbons (ed), *Methods in microbiology*, vol. 3 B Academic Press Inc. London.

Buljan M. e Zore-Armanda M. 1976. Oceanographical properties of the Adriatic Sea. *Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev.* 14, 11-98.

Cicatelli Scaccini M. e Falcioni M. 1972. Condizioni idrologiche delle acque marine ad un miglio al largo di Fano dal 1967 al 1971. *Note del Laboratorio di Biologia Marina e Pesca - Fano*. Vol. IV (6), 113-152.

De Domenico E. e De Domenico M. 1974. Annual Cycle of Physical, Chemical and Microbiological Determinations in the Straits of Messina. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.* tomes XXXV-XXXVI, 257-277.

Druce R.G. e Thomas S.B. 1970. An Ecological Study of the Psychrotrophic Bacteria of Soil, Water, Grass and Hay, *J. appl. Bact*. 33, 420-435.

Franco P. 1970. Oceanography of Northern Adriatic Sea. I. Hydrologic Features: Cruises July-August and October-November 1965. *Archo. Océanogr. Limnol*. 16 suppl., 1-93,

Franco P. 1972. Oceanography of Northern Adriatic Sea. II Hydrologic Features: Cruises January-February and April-May 1966. *Archo. Océanogr. Limnol*. 17 suppl., 1-97.

Genovese S., Bruni V. e Buzzanca E. 1967. Ulteriori Osservazioni sulle Condizioni Microbiologiche dello Stretto di Messina. *Atti Soc. Peloritana Sc. fis. mat, nat.* 13, 93-108.

Ingrahm J.L. 1962. Temperature relationships, p. 265-296. In I.C. Gunsalus e R.Y. Stainer (ed). *The Bacteria*, vol. 4. Academic Press Inc. New York.

Ingraham J.L. e Stokes J.L. 1959. Psychrophilic Bacteria. *Bacteriol. Rev*. 23, 97-108.

Inniss W.E. 1975. Interaction of temperature and Psychrophilic Micro-organisms. *Ann. Rev. Microbiol.* 29, 445-465.

Kriss A.E. 1962. *Marine Microbiology*. Oliver e Boyd (ed). Edinburgh and London. 536 pp.

Morita R.Y. 1966. Marine Psychrophilic Bacteria. Océanogr. *Mar. Biol. Ann. Rev.* 4, 105-121.

Morita R.Y. 1968. The Basic Nature of Marine Psychrophilic Bacteria. *Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ.* 12, 163-177.

Morita R.Y. 1975. Psychrophilic Bacteria. *Bacteriol. Rev*. 39, 144-167.

Norkrans B. e Stehn B.O. 1978. Sediment Bacteria in the Deep Norwegian Sea. *Marine Biol*. 47, 201-209.

Sieburth J. McN. 1967. Seasonal Selection of Estuarine Bacteria by water Temperature. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 1, 98-121.

Stokes J.L. e Redmond M.L. 1966. Quantitative Ecology of Psychrophilic Microorganisms. *Appl. Microbiol.* 14, 74-78.

Taga N. 1968. Some ecological aspects of Marine Bacteria in the Kuroshio current. *Bull. Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ*. 12, 65-76.

DISTRIBUZIONE DI SOSTANZE OLEOSE E BATTERI OSSIDANTI IDROCARBURI LUNGO LE COSTE SICILIANE E CALABRESI *

E. DE DOMENICO, M. DE DOMENICO, G. PULICANO'
Istituto di Idrobiologia - Università di Messina.

INTRODUZIONE

La distribuzione in acque marine di idrocarburi e di microorganismi capaci di ossidarli è da tempo studiata nell'Istituto di Idrobiologia dell'Università di Messina (De Domenico E., De Domenico M., 1974; Genovese, De Domenico E., 1974; De Domenico M., 1975; De Domenico M., Lombardo, 1976; Genovese, 1977). Si è creduto opportuno quindi inserire tra i parametri da esaminare nelle acque costiere siciliane e calabresi nell'ambito del P.F. «Promozione della Qualità dell'Ambiente» la determinazione delle sostanze oleose e grasse e dei batteri ossidanti gli idrocarburi.

L'esame è stato portato sia a zone notoriamente contaminate da idrocarburi, quali Milazzo ed Augusta, sia a zone quasi esenti da contaminazione diretta quali le coste tirreniche calabresi e la costa jonica settentrionale siciliana. Da notare che una vera indagine sistematica sulla distribuzione di olii e grassi e batteri ossidanti idrocarburi era stata condotta in passato solo nello Stretto di Messina, mentre le altre zone erano state studiate solo in parte e sporadicamente.

(*) Lavoro svolto con contributo del CNR (Contratti n. 77.00461.90 e 76.00947.90) nell'ambito del P.F. «Promozione della Qualità dell'Ambiente».

MATERIALI E METODI

I campioni sono stati prelevati {fig. 1) nella Baia di Milazzo nei giorni 8-7-76, 16-7-76 e 2-2-77; nella Rada di Augusta il 13 ed il 27 gennaio 1977; nel Golfo di S. Eufemia il 25-6-77; nel Golfo di Gioia il 22-7-77; lungo le coste joniche settentrionali siciliane il 23-7-77. In totale sono stati esaminati 87 campioni d'acqua e 31 di sedimento di fondo.

Le modalità di prelievo da noi seguite (campione d'acqua raccolto direttamente in superficie con bottiglia di vetro a collo largo preventivamente lavata in etere di petrolio 40-60°C e campione di sedimento prelevato con benna Van Veen ed immediatamente trasferito in scatola Petri in vetro) alla luce dell'ampia letteratura esistente sono certamente criticabili. Però nelle nostre condizioni di lavoro (condizioni meteo-marine non sempre favorevoli, ampie zone e numerosi parametri da esaminare in un limitato arco di tempo) e per la finalità del nostro studio, tali modalità di prelievo erano le uniche possibili. In funzione di ciò i risultati ottenuti sono espressi per unità di volume o di peso e non in unità di superficie.

Da notare a questo proposito che Hardy, Mackie e Whittle (1977) in un'ampia rassegna sugli idrocarburi nell'ecosistema marino sottolineano che non esiste un metodo semplice per la loro determinazione accurata in mare aperto.

Per quanto riguarda il contenuto in sostanze oleose e grasse nelle acque di superficie, un litro di campione acidificato è stato estratto per tre minuti con due aliquote da 50 mi di etere di petrolio. L'estratto etereo è stato essiccato con sodio solfato anidro, il solvente evaporato su bagnomaria a 60°C ed il residuo determinato gravimetricamente. Per i sedimenti, aliquote dei campioni sono state essiccate in stufa a 60°C e porzioni pesate del residuo secco sono state estratte in Soxolet con 200 mi di etere di petrolio per due ore. L'estratto etereo è stato successivamente trattato come per i campioni d'acqua. In pratica è stato seguito il metodo riferito negli Standard Methods (1965) già applicato in altre ricerche precedentemente ricordate.

A proposito della metodologia analitica impiegata è giusto sottolinearne le limitazioni: la impossibilità a discernere i vari componenti della frazione oleosa, l'esclusione della frazione basso bollente (60°C) e per i sedimenti in particolare le perdite delle frazioni più leggere

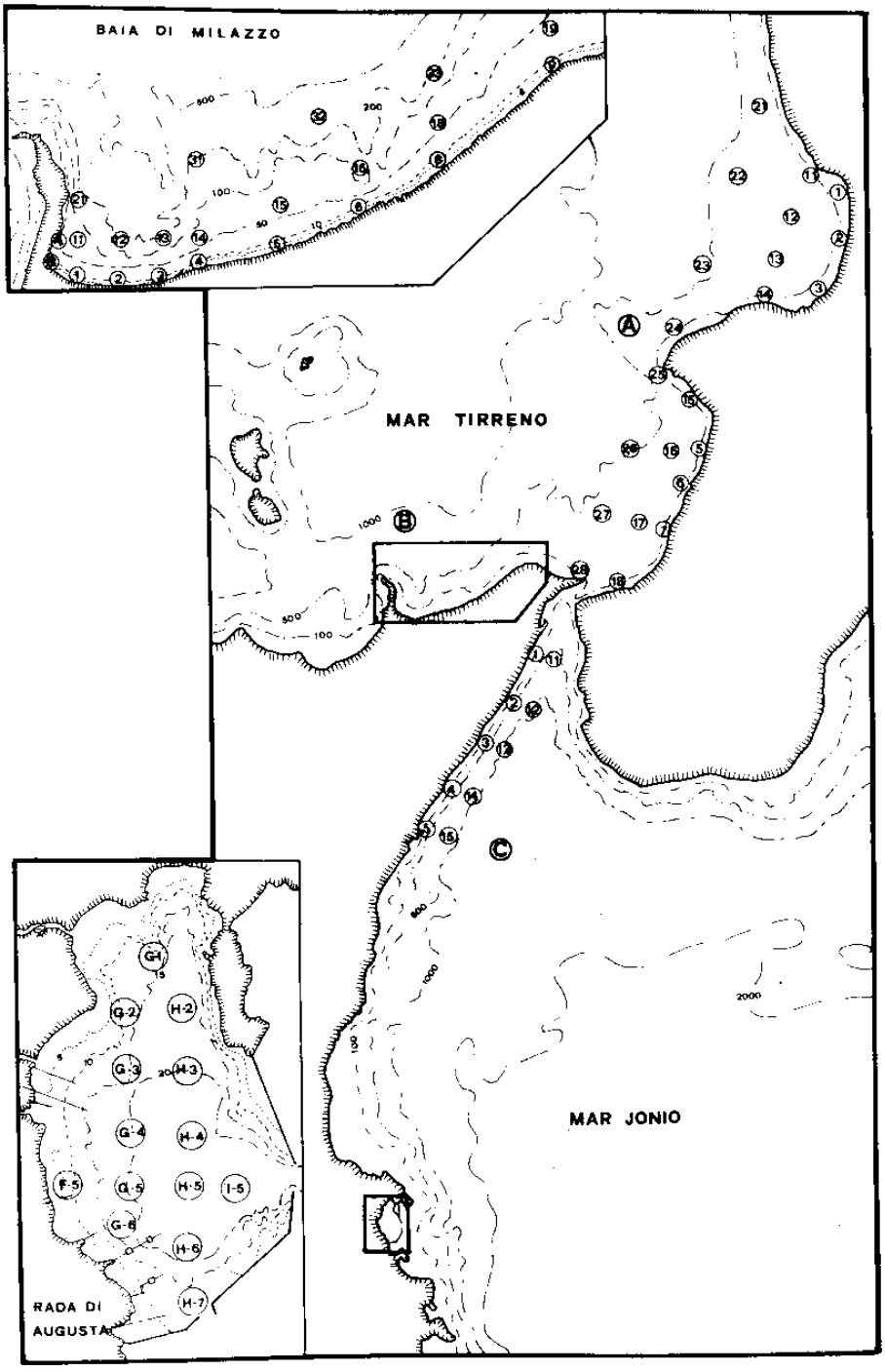


FIG. 1. - Ubicazione delle stazioni di prelievo.

durante l'essiccamento. Tuttavia, tale classica metodica ha permesso l'esame di numerosi campioni in tempi relativamente brevi e con attrezzature di laboratorio molto semplici.

Per le ricerche microbiologiche è stata applicata in alcune zone una metodologia lievemente modificata rispetto a quella di Mironov (1970), impiegata in precedenti ricerche, al fine di quantificare almeno approssimativamente la carica in microorganismi capaci di degradare il gasolio. In particolare, in sostituzione della serie di tubi in doppio che prevedono l'aggiunta a 10 ml del campione di 1 ml di terreno minerale, contenente per litro di acqua 2 g di K_2HPO_4, 2 g di KH_2PO_4, 2 g di NH_4NO_3, e 0,02 ml di gasolio o petrolio grezzo precedentemente sterilizzati in autoclave, sono stati allestiti 3 tubi da 1 ml d'acqua campione, 3 da 10 ml ed una beuta da 50 ml contenenti quantità di terreno minerale e gasolio proporzionali alle concentrazioni precedentemente riferite per litro. La positività delle colture è stata valutata dalla loro torbidità entro 40 giorni dalla semina ed il MPN di batteri ossidanti idrocarburi è stato calcolato secondo le classiche tabelle di Me Grady. Questo metodo, dopo un breve periodo, è stato abbandonato per le limitazioni proprie del MPN e per la quantità di materiale che per tempi cosi lunghi veniva impegnato, considerato che il dato ottenuto con tale metodo era sempre discutibile e con una escursione di valori decisamente limitata, soprattutto nel caso di flore microbiche fortemente attive su gasolio, anche impiegando il MPN con quattro tubi per diluizione ed aumentando il numero delle stesse {Calassi e Canzonier, 1977). Tutti i metodi di conta diretta dei batteri che ossidano idrocarburi prevedono la dispersione dell'idrocarburo stesso nel mezzo di coltura, non facile a realizzarsi considerate le caratteristiche fisiche dell'idrocarburo. Quindi si è pensato di aggirare il problema valutando la quantità di gasolio utilizzato, piuttosto che il numero di batteri interessati in questa attività. Ricerche attualmente in corso nel nostro Istituto prevedono la valutazione dell'attività microbica su idrocarburi mediante determinazione a tempi prefissati del gasolio residuo nelle colture per via gas-cromatografica. Un ulteriore tentativo di conteggio diretto sarà fatto mettendo a punto una metodica che utilizzi membrane filtranti in modo da poter trattare molti campioni, anche su grosse aliquote, in tempi relativamente più brevi.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I dati riferiti in tabella 1 mostrano chiaramente come il livello maggiore di olii si riscontri sia nei sedimenti sia nelle acque delle due zone (Milazzo ed Augusta) sottoposte direttamente al carico contaminante legato all'industria petrolchimica.

Infatti nella Baia di Milazzo il contenuto in olii nelle acque superficiali raggiunge i 2,6 mg/l (St. 1 il 8-7-76) pur riscontrando numerose stazioni con valori negativi. Per i sedimenti i valori sono compresi tra 369,1 mg/Kg (St. B; 8-7-76) e 20,3 mg/Kg (St. 5; 16-7-76). La Rada di Augusta ha presentato i valori più elevati dell'intera zona esaminata con un massimo per le acque di 10,1 mg/1 (St. G-2; 27-1-77). Da rilevare che il 27-1-77 non sono stati riscontrati valori inferiori a 1,2 mg/l mentre il 13-1-77 in molti campioni non sono state riscontrate sostanze oleose. È probabile che le intense piogge e le condizioni generali meteorologiche dei giorni precedenti il prelievo abbiano contribuito a disperdere gli inquinanti oleosi o comunque a spostarli in zone da noi non esaminate. Per i sedimenti, prelevati solo il 27-1-77, il valore massimo (21.154 mg/Kg) è stato riscontrato alla stazione F-5 ed il minimo (448 mg/Kg) si è avuto alla stazione H-3.

Per quanto concerne la distribuzione delle sostanze oleose lungo le coste tirreniche calabresi e joniche siciliane le acque hanno presentato un massimo di 2,5 mg/1 alla St. 1 il 25-6-77 nel Golfo di S. Eufemia mentre nella gran parte delle stazioni al largo gli olii non sono stati rilevati. I sedimenti di fondo, esaminati solo in prossimità delle coste, hanno presentato un contenuto massimo (246 mg/Kg) alla St. 5 nel Golfo di Gioia il 22-7-77 ed un valore minimo (8,0 mg/Kg) alla St. 14 nel Golfo di S. Eufemia il 25-6-77. In effetti il valore massimo (750 mg/Kg) è stato ottenuto su un campione prelevato il 25-6-77 nel Porto di Vibo Marina che però è da considerarsi separatamente dagli altri risultati ottenuti lungo le coste calabresi poiché si tratta di ambiente soggetto a contaminazione diretta da idrocarburi a causa del movimento di prodotti petroliferi legato ai depositi costieri di carburante che in questo porto hanno sede.

Da notare inoltre per il Golfo di S. Eufemia che nei giorni immediatamente precedenti i prelievi una macchia di idrocarburi molto vasta aveva interessato le acque del golfo per essere successivamente deposta lungo il litorale, come segnalato dalla stampa locale e come

TAB. 1. - Risultati delle determinazioni effettuate.

			ACQUA			SEDIMENTO	
Data	Località e crociera	Stazione	Sostanze estraib.	microrganismi ossidanti		Profondità	Sostanze estraibili
			mg/1	gasolio	grezzo	m	rng/Kg
8-7-76	Baia di	A	0,6			13	136,9
	Milazzo	B	0,0			12	369,1
	(MIL-I)	1	2,6			6	65,2
		2	0,0			10	51,5
		3	0,0			8	30,7
		4	1,2				
		11	2,0				
		12	0,0				
		13	0,3				
		21	0,3				
16-7-76	Baia di	5		0,3		6	20,3
	Milazzo	6		0,3		7	51,0
	(MIL-II)	8		0,4		6	35,1
		9		1,1			
		15		0,3			
		16		0,0			
		18		1,1			
		31		0,9			
		32		0,0			
		33		0,2			
13-1-77	Rada di	F5	0,5	> 180	+		
	Augusta	G1	0,0	> 180	—		
	(A-I)	G2	0,2	+	—		
		G3	0,4	+	—		
		G4	0,0	+	+		
		G5	0,7	130	+		
		G6	0,0	+	+		
		H2	0,2	> 180	+		
		H3	0,0	> 180	+		
		H4	/	> 180	+		
		H5	0,2	> 180	+		
		H6	0,1	130	+		
		H7	0,0	> 180	—		
		I5	0,2	> 180	+		
27-1-77	Rada di	F5	7,6	+	+	6	21.145,0
	Augusta	G1	6,2	+	+	11	2.216,3
	(A-II)	G2	10,1	+	—	10	6 055,5
		G3	6,2	+	+	13	1.253,3
		G4	5,5	+	+	20	3.202,0
		G5	3,0	+	—	16	1.236,0
		G6	9,4	+	+	18	11.098,0
		H2	7,6	+	+	19	6.512,0
		H3	3.1	+	+	20	448,0
		H4	7,0	+	+	17	2.268,0
		H5	3,3	+	+	25	8.222,2
		H6	1,2	+	+	25	8.550,0

			ACQUA			SEDIMENTO	
Data	Località e crociera	Stazione	Sostanze estraib. mg/1	microrganismi ossidanti gasolio	grezzo	Profondità m	Sostanze estraibili mg/Kg
2-2-77	Baia di	B	0,2	> 180	—		
	Milazzo	1	0,4	> 180	+		
	(MIL-III)	2	0,0	25	—		
		3	0,1	50	—		
		4	0,3	25	—		
		11	2,0	> 180	—		
		12	0,9	25	—		
		13	0,0	25	—		
		14	0,2	1	—		
		21	0,1	25	—		
25-6-77	Golfo di	A	0,4	35	+	12	749,7
	S. Eufemia	1	2,5	25	+	24	28,9
	(V-II)	2	2,1	1	+	33	56,6
		3	0,3	25	+	33	11.4
		11	0,4	25	—	33	24,8
		12	0,4	3	—		
		13	0,6	5	—		
		14	0,2	8	+	26	8,0
		21	0,3	25	+	35	12,0
		22	0,5	25	—		
		23	0,5	1	+		
22-7-77	Golfo di	5	0,0	+	+	47	246,0
	Gioia	6	0,4	+	—	32	100,0
	(V-III)	7	0,3	H	+		
		15	0,0	+	—	49	135,7
		16	0,0	+	+		
		17	0,0	+	+		
		18	0,0	+T	—		
		24	0,0	+	+		
		25	0,0	+	+		
		26	0,3	+T	—		
		27	0,0	+T	—		
		28	0,4	+T	—	13	55,3
23-7-76	Coste	1	0,4	+T	—		
	joniche	2	0,0	+T	—		
	setten.	3	0,8	+	+		
	siciliane	4	0,7	+T	—		
	(G-I)	5	0,7	+T	—		
		11	0,9	+	+		
		12	0,0	+	+		
		13	0,5	+	+		
		14	0,8	+T	—		
		15	0,4	+T	—		

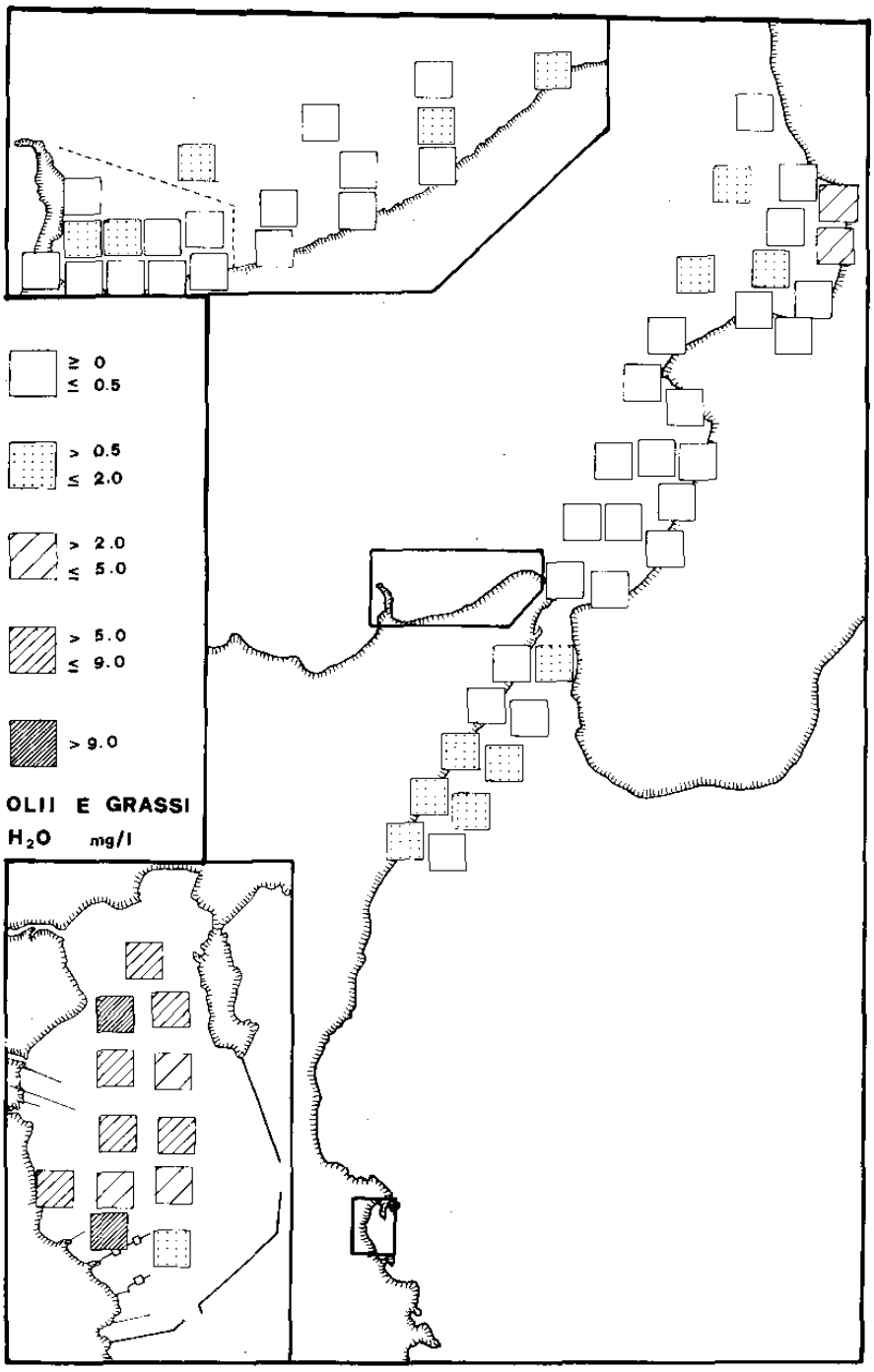


FIG. 2. - Distribuzione di sostanze oleose e grasse estraibili in etere di petrolio nelle acque di superficie delle stazioni esaminate.

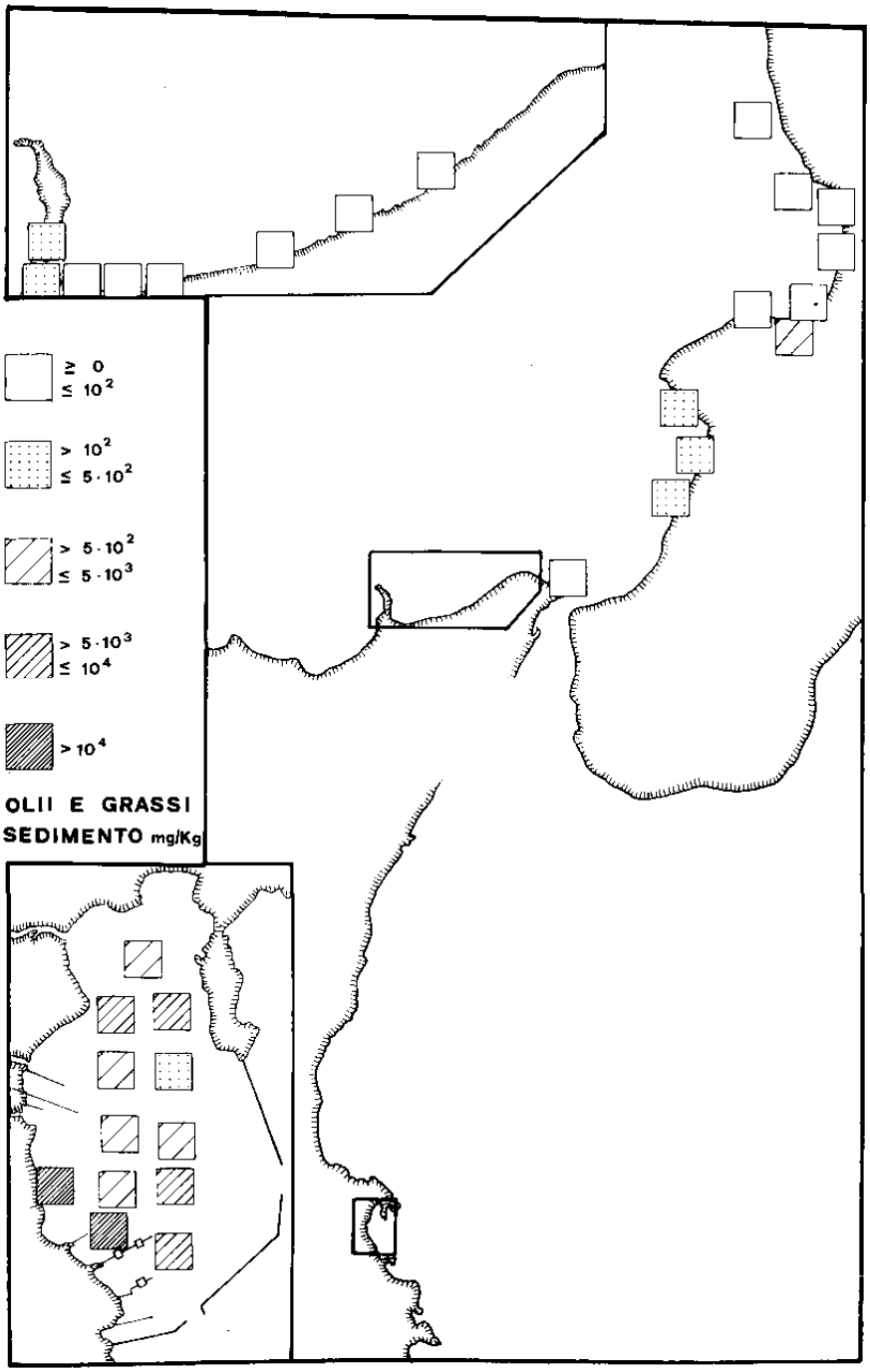


FIG. 3. - Distribuzione di sostanze oleose e grasse estraibili in etere di petrolio nei sedimenti di fondo delle stazioni esaminate.

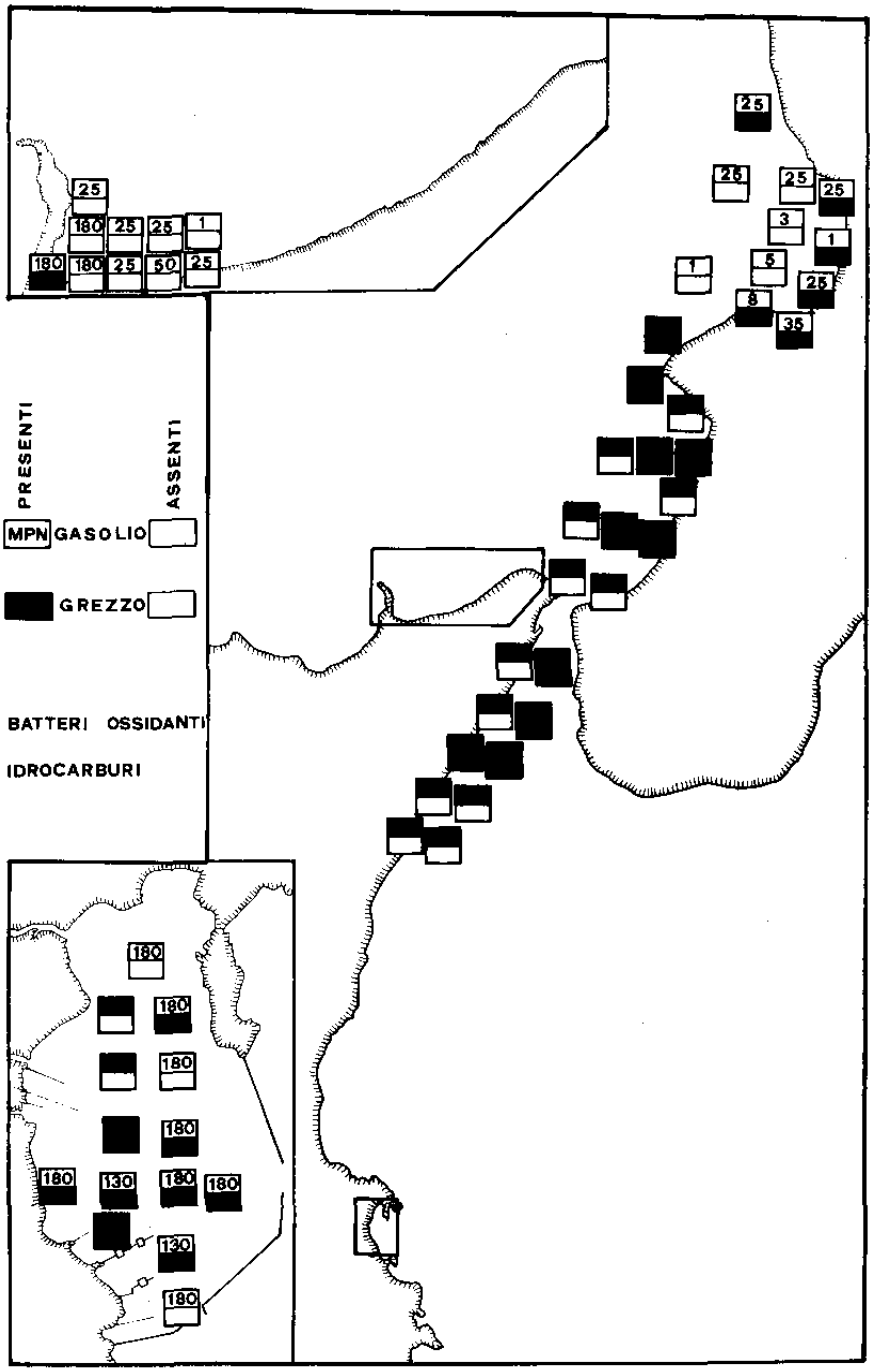


FIG. 4. – Distribuzione di batteri ossidanti idrocarburi nelle acque di superficie delle stazioni esaminate.

a noi direttamente comunicato dalla Capitaneria di Vibo Marina. L'origine di tale contaminazione può essere ascritta solo al traffico navale, anche lontano, e dovuta a dolo o incuria, poiché in quei giorni non sono stati segnalati collisioni o accidenti nel Basso Tirreno.

I batteri capaci di degradare idrocarburi hanno presentato un andamento eterogeneo non sempre collegabile direttamente alla distribuzione delle sostanze oleose. I maggiori MPN di batteri degradanti il gasolio si sono avuti nella Rada di Augusta e nella Baia di Milazzo. In particolare ad Augusta i valori sono compresi tra > 180 e 130 MPN /100 mi mentre a Milazzo, anche in funzione della differente geomorfologia dell'ambiente i valori sono compresi tra > 180 e 1 MPN/100 ml. Nel Golfo di S. Eufemia sono stati ottenuti valori più bassi, compresi tra 35 e 1 MPN/100 ml. I saggi qualitativi effettuati nelle rimanenti zone hanno presentato una netta positività su gasolio in tutti i campioni esaminati.

Per quanto concerne l'attività microbica su petrolio grezzo solo parte dei campioni ha dato esito positivo. Nella Rada di Augusta la gran parte dei campioni presentava una popolazione microbica attiva su grezzo ma questa capacità non era ubiquitaria. Nella Baia di Milazzo, solo 1 campione su 10 è stato positivo su grezzo mentre per i Golfi di S. Eufemia e Gioia è stata riscontrata attività su petrolio grezzo in circa metà dei campioni esaminati. Lungo le coste joniche della Provincia di Messina meno della metà dei campioni esaminati (4 su 10) ha presentato una flora microbica ossidante petrolio greggio.

In conclusione, mentre il 100% dei campioni saggiati ha mostrato una flora batterica capace di crescere in terreno arricchito con gasolio, solo il 55% dei campioni ha presentato una flora microbica attiva su petrolio grezzo, ed escludendo la Rada di Augusta la percentuale scende a 42%.

Una visione generale dei dati conseguiti nell'area di studio è mostrata nelle figure 2, 3 e 4, rispettivamente per gli olii nelle acque superficiali, gli olii nei sedimenti e i batter! idrocarburo-ossidanti nelle acque superficiali.

CONCLUSIONI

Dall'insieme dei dati esposti è possibile affermare che non sono state riscontrate relazioni dirette tra contenuto in sostanze oleose e

attività microbiche su idrocarburi nelle zone studiate. La flora microbica attiva su gasolio è stata presente in tutti i campioni saggiati mentre il petrolio greggio non è stato ossidato in modo altrettanto marcato anche in zone notoriamente sottoposte a contaminazione di tale genere, in accordo al differente grado di ossidabilità dei diversi idrocarburi presenti in mare (Genovese, 1977).

Per quanto concerne le zone di mare aperto, la distribuzione sia delle sostanze oleose sia dei microorganismi capaci di crescere utilizzando idrocarburi come fonte di carbonio ha presentato un andamento vario proprio della distribuzione in mare degli inquinanti oleosi, già segnalata in particolare per il Mar Jonio (De Domenico E., De Domenico M., 1978).

Per i sedimenti le quantità di sostanze oleose e grasse hanno meglio identificato il carico inquinante relativo alle singole zone che può essere direttamente correlato con le attività antropiche legate all'industria petrolchimica (Barletta e Marchetti, 1971).

In definitiva la Rada di Augusta, la parte occidentale delle coste della Baia di Milazzo e il Porto di Vibo, mostrano segni chiari di contaminazione da idrocarburi, proporzionale ai rispettivi carichi inquinanti mentre le rimanenti zone di mare esaminate, prive di fonti di contaminazione diretta possono considerarsi esenti da tale problema. Particolare attenzione deve essere posta a forme accidentali e saltuarie di contaminazione da idrocarburi che possono raggiungere ed interessare zone esenti da contaminazione diretta.

RIASSUNTO

Vengono riferiti i risultati di ricerche svolte lungo le coste joniche e tirreniche della Sicilia e della Calabria sulla distribuzione nelle acque e nei sedimenti di microorganismi ossidanti idrocarburi in rapporto al contenuto in olii e grassi estraibili in etere di petrolio.

In particolare sono stati esaminati 87 campioni d'acqua e 31 di sedimento nei golfi di Milazzo, S. Eufemia, e Gioia, nella Rada di Augusta e lungo la costa jonica messinese.

Come attendibile le maggiori quantità di sostanze estraibili in etere di petrolio e le più intense attività microbiche su idrocarburi sono

state riscontrate, sia per le acque ma soprattutto per i sedimenti, nelle zone, quali Augusta e Milazzo, che risentono direttamente delle attività legate all'industria petrolchimica.

SUMMARY

The results of researches carried out along jonian and thyrrenian coasts of Sicily and Calabria are referred. Hydrocarbonoclastic micro-organisms distribution in sea water is related to petroleum ether extractables oil and grease. Also bottom sediments are examined.

Particularly, 87 water and 31 bottom samples in Milazzo Bay, S. Eufemia Gulf, Gioia Gulf, Augusta Roadstead and along jonian coasts of Sicily are examined.

The highest amounts of oil and grease and thè highest microbial activities on hydrocarbons were obtained both in sediments and waters in areas as Augusta and Milazzo which are affected directly by petrochemical works.

BIBLIOGRAFIA

A.P.H.A. 1965. *Standard Methods for Water and Wastewater*. APHA (Ed.).

Barletta G.,, Marchetti R. 1971. L'inquinamento delle acque costiere italiane. *Quaderni IRSA*, 9.

De Domenico M. 1975. Prime ricerche sulla distribuzione in mare di microrganismi ossidanti idrocarburi. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 30 (2): 157-176.

De Domenico E., De Domenico M. 1974. Annual cycle of physical, chemical and microbiological determinations in the Straits of Messina. *Rev. Intern. Oceanogr. Med*., 36: 257-277.

De Domenico E., De Domenico M. 1978. Determinations phisiques, chimiques et microbiologiques dans certaines eaux joniennes superfidelles (mars-juillet 1974). *Rev. Intern. Oceanogr. Med.*, 51: 1-13.

De Domenico M., Lombardo A. 1976. Primi dati sulla distribuzione nella Laguna di Venezia e nell'alto Adriatico di microrganismi ossidanti idrocarburi. Atti 7° Congresso Soc. Ital. Biol. Marina. Venezia, maggio 1975. *Archo Oceanogr. Limnol*, 18 (suppl. 3): 507-514.

Galassi S., Canzonier W.J. 1977. Applicazione di un nuovo metodo per la determinazione di batteri che degradano idrocarburi nel bacino meridionale della Laguna Veneta- *Atti Ist. Veneto Sci.*, 135: 157-167.

Genovese S. 1977. Inquinamento microbico e processi di autodepurazione. *Atti Convegni Lincei*, 31: 289-314.

Genovese S., De Domenico E. 1974. Su un caso di inquinamento accidentale da idrocarburi nello Stretto di Messina. *Atti Soc. Peloritana*, 19: 157-172.

Hardy R., Mackie P.R., Whittle K.J. 1977. Hydrocarbons and petroleum in the marine ecosystem - A review. *Rapp. P. - v. Reun. Cons. Int. Ex-plor. Mer*, 171: 17-26.

Mironov O,G. 1970. Microrganisms growing in oil and oil products in western and central regions of the Mediterranean Sea. *Rev. Intern. Oceanogr. Med.*, 17: 79-85.

INDAGINE QUALITATIVA E QUANTITATIVA SU DUE BIOCENOSI DELLA PLATEA CONTINENTALE LIGURE

G. ALBERTELLI, M. CATTANEO e N. DRAGO
Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura dell'Università - Genova.

Al fine di ottenere una prima stima della produzione dei fondali della piattaforma continentale ligure è iniziata nell'ottobre 1977 una serie di prelievi su base mensile su due stazioni ubicate al largo di Chiavari.

In questa nota si riportano i primi risultati relativi alla composizione faunistica ed alla biomassa delle popolazioni macrobentoniche.

Le stazioni (St. 1, 44°14'.2N-09°15'.9E prof. 200 m; St. 2 44°17'.8N-09°18'.2E prof. 45 m) sono state campionate per oltre un ciclo annuale (ottobre 1977 - ottobre 1978) con una benna van Veen mediante l'impiego di un battello appositamente attrezzato; su ogni stazione si sono effettuati 7 prelievi per una superficie pari a 0.5 mq.

Dopo aver raccolto gli organismi per dilavamento del sedimento su setacci di 1.8 mm di maglia, si è provveduto alla determinazione sistematica ed alla valutazione dalla biomassa come peso umido e peso secco; per ottenere il peso secco i campioni sono stati posti in termostato a 60°C fino al raggiungimento del loro peso costante.

La biomassa è stata calcolata separatamente per i gruppi dei Policheti, Crostacei, Molluschi, Echinodermi e degli Altri Organismi, suddividendo ogni gruppo secondo i livelli trofici dei predatori, detri-tivori e sospensivori. Si sono inoltre calcolati il peso umido ed il peso secco di alcune tra le specie più rappresentative.

Prima delle determinazioni ponderali i Molluschi sono stati privati della conchiglia tramite immersione in acido cloridrico diluito (Guille et Soyer, 1968; Masse, 1970-1971).

In base alla classificazione ed ai significati binomoci attribuiti agli

organismi raccolti (Pérès et Picard, 1964) si è potuto riferire la stazione 1 ad una biocenosi di fango profondo (VP) e la stazione 2 ad una di fango terrigeno costiero (VTC).

Sulla stazione dei 200 m il popolamento è caratterizzato, nell'arco dell'anno, dalla presenza quasi costante di 13 specie di cui 6 di Policheti, 3 di Crostacei, 3 di Echinodermi ed una sola di Molluschi; la stazione dei 45 m è invece caratterizzata dalla presenza di 21 specie di cui 8 di Policheti, 8 di Crostacei, 3 di Echinodermi e 2 di Molluschi (tab. 1).

TAB 1. - Elenco delle specie presenti nel corso dell'anno con frequenza superiore al 60%.

STAZIONE 1	STAZIONE 2
	Policheti
Clymene (Praxillella) gracilis (Sars)	Chaetozona setosa Malmgren
Lumbrineris emandibulata mabili Ramos	Glycera rouxii Aud. and M. Edw.
Maldane glebifex Grube	Lumbrineris emandibulata mabiti Ramos
Marphisa kinbergii Mc Int.	Nephthys hystricis Mc Int.
Nephthys incisa (Malmgren)	Notomastus latericeus Sars
Notomastus latericeus Sars	Prionospio pinnata Ehlers
	Sternaspis scutata (Ranzani)
	Terebcllides stroemi Sars
	Crostacei
Ampelisca massiliensis Bell. Sant. Kaim M.	Alpheus glaber (Olivi) Apseudes
grossimanus Norman and Steb.	Ampelisca diadema (Costa)
Eriopisa elongata Bruzelius	Ampelisca pseudospinimana Bell. Sant. Kaim M.
	Ampelisca tenuicornis Lilljeb.
	Ampelisca lypica (Bate)
	Apseudes echinatus Sars Goneplax rhomboides (L.) Maera sodalis Karaman e Ruffo
	Echinodermi
Amphilepis norvegica Ljiung	Amphiura chiajei Forbes
Amphiura filiformis (O.F. Muller)	Amphiura filiformis (O.F Muller)
Ophiocten abyssicokim Mar	Eabidoplax digitata (Mont.)
	Molluschi
Abra longicallus (Scacchi)	Nucula cf turgida Leck. and Marsh.
	Turritella communis Risso

Dai punti di vista qualitativo e quantitativo la stazione 2 risulta durante tutto l'anno più ricca della stazione 1 come numero di specie (in media 37 nella stazione 2 e 25 nella stazione 1) e soprattutto come numero di organismi fin media 142 nella stazione 2 e 51 nella stazione 1). Tale maggiore ricchezza si riflette anche sui valori della biomassa (fig. 1-A) che nella stazione 1 varia da un minimo di 0.237 gr di peso secco/mq — ottobre 1977 — ad un massimo di 3.383 gr/mq registrato nell'agosto 1978, mentre nella stazione 2 presenta un minimo di 4.024 gr/mq in febbraio e due massimi di pari valore a gennaio e giugno (7.983-7.918). Si può quindi notare che anche i minimi della stazione 2 sono superiori ai valori massimi della stazione 1 che in media presenta una biomassa inferiore di ca 3 volte.

Da un confronto effettuato risulta che in media la biomassa della stazione 2 è anche notevolmente superiore a quella segnalata per le coste francesi su fondali simili per popolazione, profondità e tipo di substrato (Guille et Soyer, 1971) (*).

Per quanto concerne le variazioni stagionali sembra prematuro individuarne almeno per le biocenosi nel loro insieme. Invece per il gruppo predominante, quello dei Policheti (fig. 1-B), è possibile rilevare per la stazione costiera un andamento periodico evidenziato nel grafico da un tracciato a dente di sega. Si può notare che i tre massimi, in corrispondenza dei mesi di febbraio, giugno e settembre, presentano valori decrescenti con impressione di regolarità; identico andamento si registra per i tre minimi di marzo, luglio ed ottobre. È interessante notare come la caduta del valore della biomassa avvenga bruscamente (oltre il 50% in un mese), mentre i massimi si ottengono con un tasso di crescita della curva piuttosto regolare in periodi di tempo man mano decrescenti (4-3-2 mesi).

Analogo andamento, anche se non sottolineato da altrettanta regolarità, si può individuare nella stazione 1, dove tuttavia i massimi ed I minimi risultano sfasati nel tempo rispetto a quelli della stazione 2.

Sempre nell'ambito dei Policheti (fig. 2), si può osservare che il

(*) Per mancanza di dati paragonabili non sono stati possibili confronti con la biomassa della stazione 1.

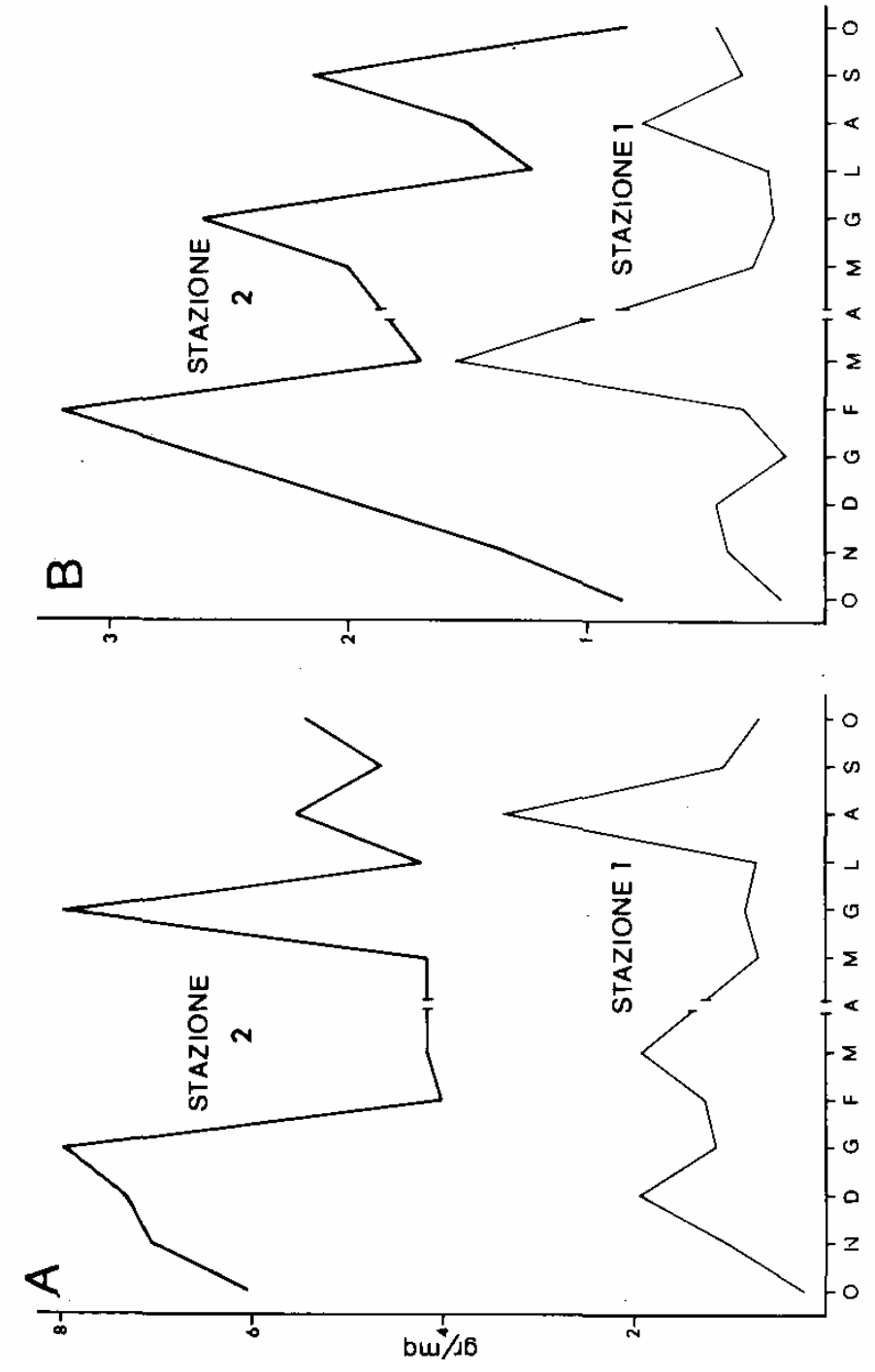


FIG. 1. - Valori della biomassa (peso secco) sulle stazioni 1 e 2 nel corso dell'anno (A) del popolamento macrobentonico (Policheti, Crostacei, Molluschi ed Echinodermi); (B) del popolamento dei Policheti.

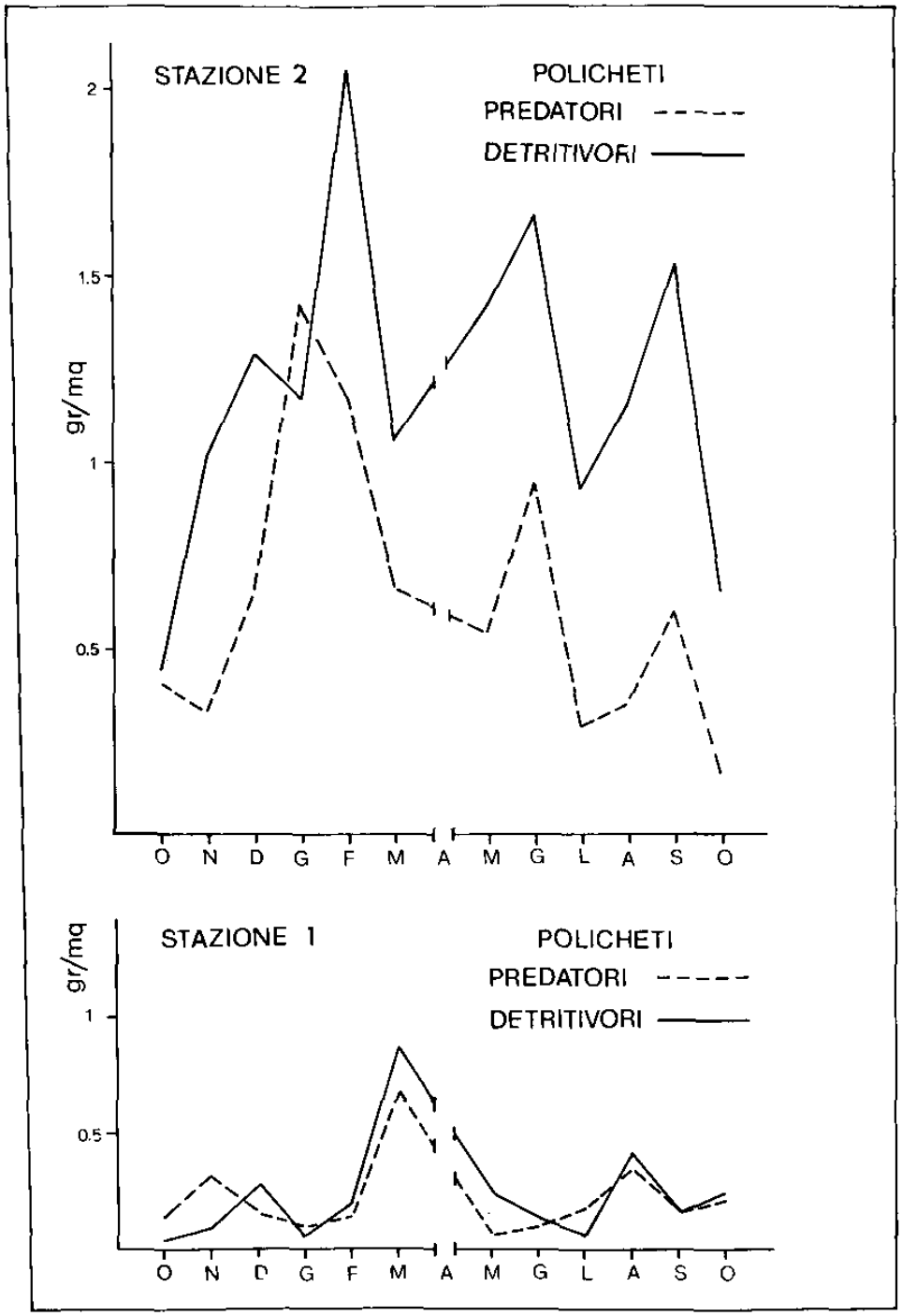


FIG. 2. - Valori della biomassa (peso secco) del popolamento dei Policheti suddivisi in predatori e detritivori nel corso dell'anno sulle stazioni 1 e 2.

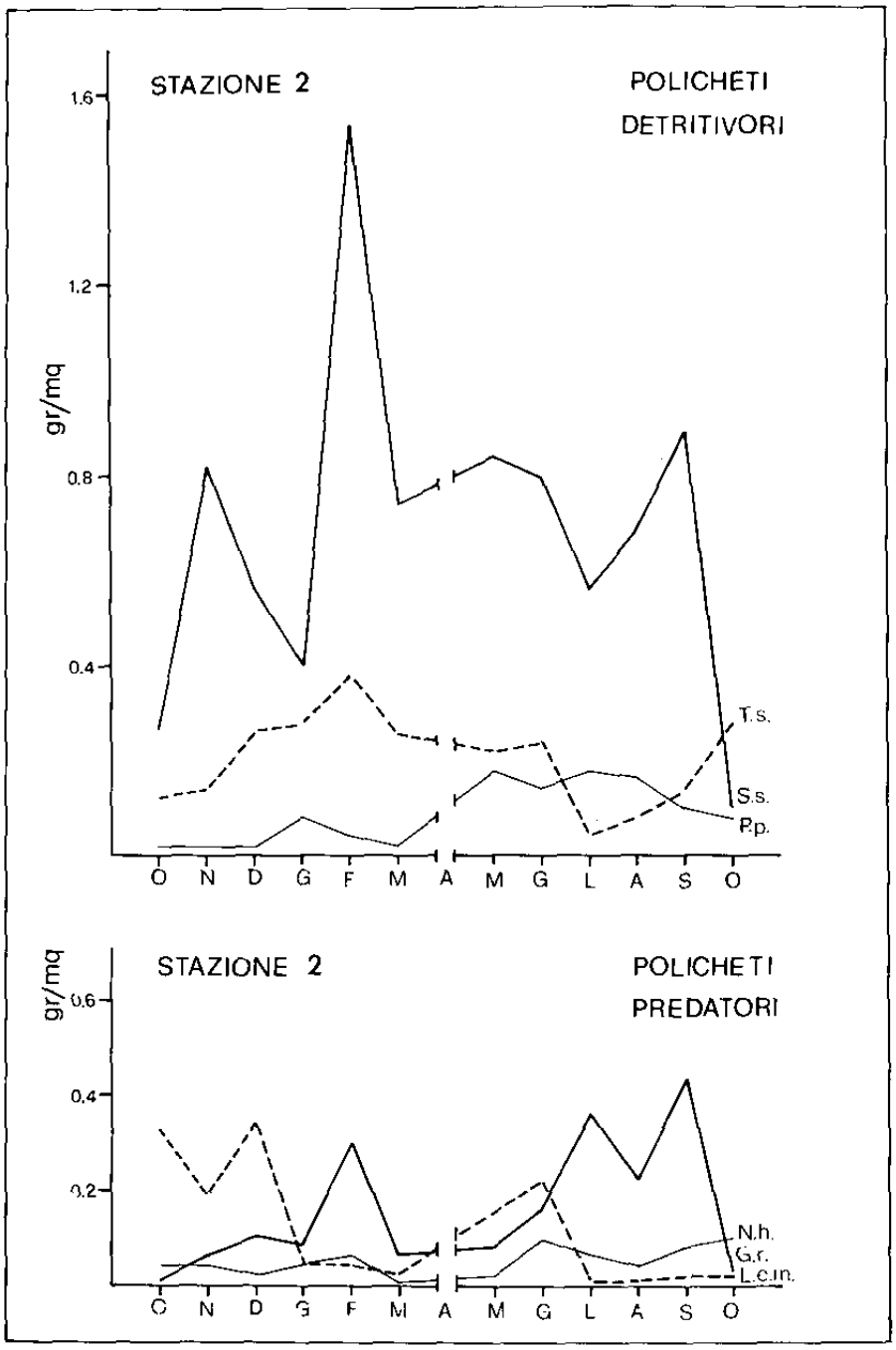


FIG. 3. - Valori della biomassa (peso secco) di alcune specie di Policheti della stazione 2 (P.p. = *Prionospio pinnata*; S.s. = *Sternaspis scutata*; T.s. = *Terebellides stroemi*; G.r. = *Glycera rouxii*; L.e.m. = *Lumbrineris emandibulata mabiti*; N.h. = *Nephthys hystricis*).

grafico della popolazione, suddivisa in predatori e detritivori (*), denota una predominanza netta dei detritivori nella stazione 2 mentre nella stazione 1 i due livelli trofici sono pressoché ugualmente rappresentati.

La predominanza dei detritivori nella stazione 2 è legata soprattutto alla presenza del polichete *Sternaspis scutata* (fig .3) che è la specie numericamente e ponderalmente più rappresentata, raggiungendo valori di biomassa pari al 50% dell'intera popolazione dei Policheti.

Tra i predatori è singolare l'alternanza delle due specie più significative: si hanno infatti due periodi di prevalenza della *Glycera rouxii*, da gennaio a marzo e da luglio ad ottobre, e due della *Nephthys hystricis*, da ottobre a dicembre e da maggio a giugno. L'andamento della curva della biomassa di queste due specie nonché i valori dei massimi e dei minimi sono molto simili ma risultano sfasati nel tempo; sembrerebbe quindi di poter individuare per queste due specie una competizione alimentare.

Una eventuale conferma dei risultati esposti in questa comunicazione ed un loro ampliamento potranno venire, limitatamente alla stazione 2, dalla prosecuzione del campionamento per un nuovo ciclo annuale.

(*) II livello trofico dei sospensivori è presente solo occasionalmente e con individui di taglia molto piccola.

BIBLIOGRAFIA

Guille A. et Soyer J. 1968. La faune benthique des substrats meubles de Banyuls-sur-Mer. Premières données qualitatives et quantitatives. *Vie Milieu*, 19 (2B): 323-359.

Guille A. et Soyer J. 1971. Contribution a l'étude comparée des bio-masses du macrobenthos et du meiobenthos de substrat meublé au large de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, suppl. 22 (I): 15-28.

Masse H. 1970 (1971). Contribution a l'étude de la macrofaune des peu-iplernents des sables fins infralittoraux des cótes de Provence. I. La baie de Bandol. *Téthys*, 2 (4): 783-820.

Pérès J.M. et Picard J. 1964. Manuel de bionomie benthique de la mer Mediterranee. *Rec. Trav. St. Mir. Endoume*, 47 (31): 1-122.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova».
Contratto di Ricerca C.N.R. n. 77.01032.88/115.0907.

MACROBENTHOS DEI FONDI DELL'ISOLA DI PIANOSA

N. DRAGO, G. ALBERTELLI e M. CATTANEO
Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura dell'Università - Genova.

Le ricerche sugli organismi macrobentonici delle piattaforme insulari, iniziate nel 1976 con lo studio dell'isola di Capraia (Cattaneo, Albertelli e Drago, 1978; Drago, Albertelli e Cattaneo, 1978), sono proseguite con l'esame preliminare delle biocenosi della platea di Pianosa.

Il campionamento, eseguito nel giugno del 1977 con la N. O. «L.F. Marsili», ha interessato 18 stazioni (fig. 1) poste su sei profili trasversali all'isola ed è stato eseguito secondo le metodiche già impiegate sulla piattaforma dell'isola di Capraia.

I fondi presi in esame hanno rivelato, tra le isobate dei 30 e dei 100 m, la presenza di tre fasce concentriche che presentano gH elementi di quattro biocenosi.

Nella prima fascia, fino a 40 m circa, si trovano vaste praterie di *Posidonia* inframmezzate da fondi misti Sabbia ad Anfiosso-Detritico Costiero. Tali praterie, particolarmente estese nella regione meridionale ed in quella situata a Nord-Ovest dell'isola, risultano essere rigogliose anche a 35 m di profondità e si spingono verso costa fino a raggiungere in alcune zone la superficie (Cinelli, 1970).

I fondi misti Sabbia ad Anfiosso-Detritico Costiero, caratteristici dell'isola di Capraia e di alcune zone (Bocche di Bonifacio, dintorni della Giraglia) della Corsica (Bellan, 1964) sono stati ritrovati a Pianosa anche nella seconda fascia campionata (60-70 m) dove tuttavia presentano una maggiore componente fangosa. Le specie tipiche di tali fondali ritrovate a Pianosa sono *Dentalium inaequicostatum*, *Ditrupa arietina*, *Euthalenessa dendrolepis*, *Tellina* (*Moerella*) *donacina*.

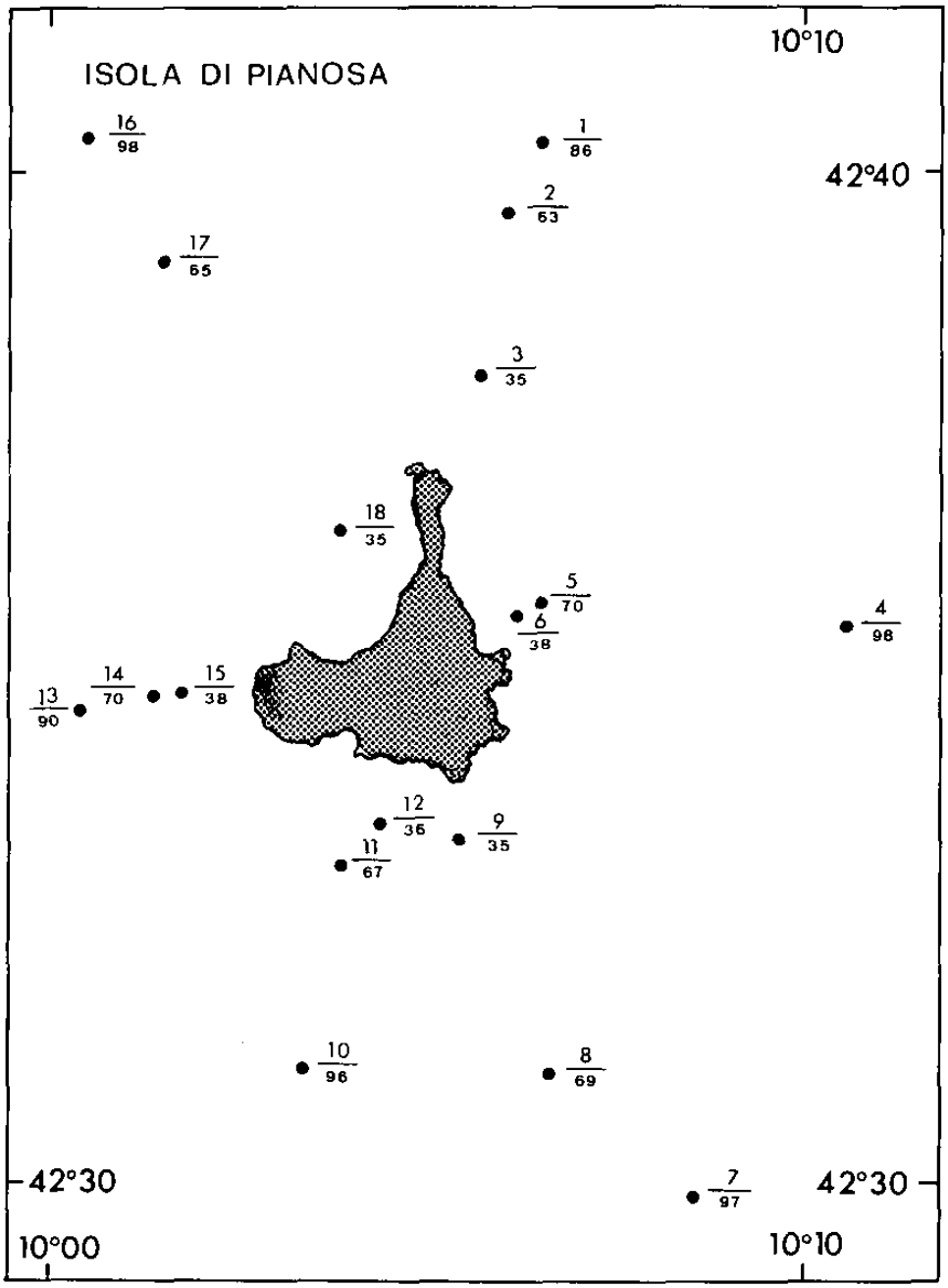


FIG. 1. - Posizione delle stazioni di campionamento. Numero progressivo (numeratore) e relativa profondità (denominatore).

Nella terza fascia (85-100 m), il cui sedimento risulta costituito da fango con ricca componente detritica organogena, si ritrovano alcuni organismi tipici delle biocenosi del Detritico Costiero e del Fango Profondo (*Conilera cylindracea*, *Dentalium inaequicostatum*, *Eriopisa elongata*, *Limea loscombei*, *Qphiocten abyssicolum* e *Qphiura grubei*) unitamente ad un elevato numero di specie senza significato ecologico preciso.

Le stazioni 13 e 14 rivelano invece l'esistenza di un'area di accumulo di residui vegetali ad occidente dell'isola: infatti la quasi totalità del prelievo è costituita da fibre e resti di fronde di *Posidonia* in macerazione; è presente solo una piccola quantità di ghiaia fine e grossolana. In questo biotopo sono state ritrovate solo poche specie (*Acar pulchella*, *Ampelisca sarsi*, *Bathyarca* cf *frielei*, *Glycera convoluta*, *Hesiospina similis*, *Hyalinoecia tubicola*, *Laonice cirrata*, *Nebalia geoffroyi*, *Pherusa fucicola* e Pleustidae) tra cui di particolare interesse faunistico e zoogeografico risulta essere il polichete *Hesiospina similis* (Hessle). Tale polichete, tipico delle acque giapponesi e precedentemente ritrovato a Capraia, è presente con diversi esemplari di dimensioni notevolmente superiori a quelle massime riportate dalla letteratura (Imajima and Hartman, 1964).

Caratteristica comune ai popolamenti di tutta la platea di Pianosa è la grande povertà sia qualitativa che quantitativa: solo 130 specie per un totale di 361 organismi. Il popolamento dei policheti risulta quello quantitativamente più importante a tutti i livelli saggiati nonostante decresca regolarmente con l'aumento della profondità (fig. 2).

Un confronto con il popolamento dei fondali dell'isola di Capraia, campionati con lo stesso metodo e che presentano caratteristiche apparentemente analoghe, mette ancora una volta in evidenza la singolare povertà del benthos della platea di Pianosa (fig. 2), che risulta quantitativamente inferiore di circa tre volte rispetto a quello dell'isola di Capraia.

L'elevato numero di specie senza significato ecologico preciso in rapporto alla scarsità di specie caratteristiche esclusive denota una situazione quasi generale di instabilità. Si ha quindi l'impressione, dopo quest'esame preliminare dei fondi di Pianosa, di trovarsi di fronte a fenomeni edafici di natura particolare che il metodo di campionamento impiegato è insufficiente a chiarire.

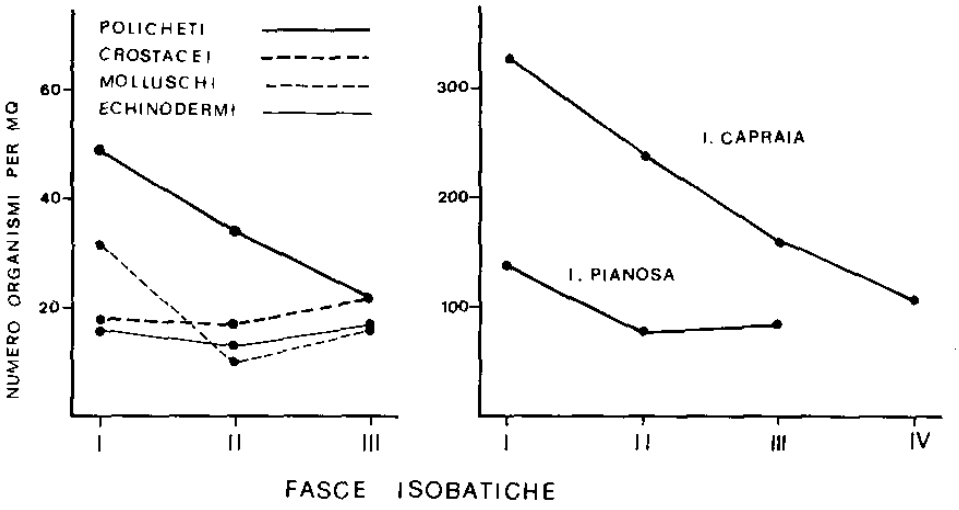


FIG. 2. - Variazione con la profondità del numero di organismi/m^2 per i principali gruppi sistematici a Pianosa ed in totale a Pianosa e Capraia.

È singolare a questo proposito il ritrovamento di alcuni esemplari di una varietà di *Ampelisca brevicornis* comune solo nei fanghi sottoposti ad apporti fluviali (Kaim-Malka comunicazione personale).

In conclusione, tenendo conto che i fondali dell'isola di Pianosa sono praticamente immuni da modificazioni dirette di origine antropica (ad es. l'esercizio della pesca non è consentito nella quasi totalità dell'area esaminata), sarebbe certamente di grande interesse uno studio più approfondito del fenomeno che questa indagine preliminare ha messo in luce.

BIBLIOGRAFIA

Bellan G. 1964. Contribution a l'étude systematique bionomique et écologique des Annélides Polychètes de la Mediterranee. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume,* 33 (49): 1-371.

Cattaneo M., Albertelli G. e Drago N. 1978. Macrobenthos dei fondi dell'isola di Capraia. *Atti 2° Congresso Associazione Italiana Oceanologia e Limnologia*, S. Margherita Ligure (29-30 novembre 1976): 145-149.

Cinelli F. 1970. Alcuni aspetti della vegetazione marina attorno all'isola di Pianosa nel Mar Tirreno. In: *Parco nazionale insulare di Pianosa nel Mar Tirreno*. Gruppo ricerche Sci. Tec. Subac. Firenze: 45-48.

Drago N., Albertelli G. e Cattaneo M. 1978. Osservazioni faunistiche sul benthos dell'isola di Capraia. *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova*. 82: 72-77.

Imajima M. and Hartman O. 1964. The Polychaetus Annelids of Japan, part I. *Allan Hancock Found. Publ.*, 26: 1-452.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova».
Contratto di Ricerca C.N.R. n. 77.01043.88/115.1276.

ANALISI GRANULOMETRICA E DINAMICA DEI LITORALI SABBIOSI (**)

S. EVANGELISTA, G.B. LA MONICA e B. LANDINI (*)
(*) Istituto di Geologia e Paleontologia - Università degli Studi di Roma.

Le analisi granulometriche costituiscono una indagine di routine ogniqualvolta nella ricerca si abbia a che fare con sedimenti o rocce detritiche più o meno coerenti. Se diversa, anche in funzione del tipo e delle caratteristiche del materiale, è la strumentazione usata (setacciatore, cilindro o bilancia di sedimentazione, aerometro, pipette dì diverso modello etc.) resta costante il tipo di rappresentazione dei dati mediante una funzione frequenza - classi dimensionali presenti.

Questo tipo di rappresentazione permette di descrivere in modo sufficientemente accurato i diversi campioni che poi, però, devono essere confrontati fra loro. È indubbio infatti che in molti campi di ricerca l'aspetto preminente non è quello dell'esatta definizione tessiturale del campione, ma piuttosto determinare le variazioni della tessitura nello spazio in un dato momento o nel tempo per un determinato punto. Questo al fine di trarre informazioni sulle direzioni di spostamento del materiale o sulle variazioni di ambiente nello spazio e nel tempo, solo per citare pochi esempi.

Poiché risulta estremamente difficile confrontare le distribuzioni granulometriche, talora complesse, di molteplici campioni, si è sempre scelta la strada di effettuare questo confronto analizzando i parametri statistici derivati dalle curve di distribuzione di frequenza, instaurando quindi una funzione spazio (o tempo) - parametri statistici. Questa soluzione può, però, portare ad inconvenienti in quanto i pa-

(**) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato «Conservazione del Suolo», Sottoprogetto «Dinamica dei Litorali». Contratto 78.00708.87, Responsabile Prof. G.B. La Monica.

rametri non sempre sono effettivamente rappresentativi della distribuzione granulometrica di un campione; infatti essi trascurano le « code » di una distribuzione e quelle differenze che, solo apparentemente modeste, potrebbero essere estremamente significative.

Una possibile soluzione del problema, lasciando ai parametri statistici il loro significato ad esempio per l'interpretazione dell'ambiente di deposizione (Sahu, 1962, 1964 a, 1964 b) o per la distinzione di ambienti diversi (Friedman, 1961) o per la definizione della tendenza evolutiva di una spiaggia (Dal Gin, 1968), potrebbe essere quella di confrontare le distribuzioni granulometriche disponendole fianco a fianco in modo da determinare le caratteristiche comuni quali la posizione della moda ed i punti di inflessione (Dowling, 1977). Poiché anche in questo caso il confronto avverrebbe sulla base di pochi elementi, a questo tipo di metodologia ne viene preferita un'altra che, considerando la distribuzione granulometrica di ciascun campione come un profilo nel campo frequenza - granulometria - spazio, permette il confronto simultaneo e reale delle distribuzioni granulometriche di diversi campioni.

Il metodo prevede di riportare in un campo definito da una coppia di assi cartesiani (in ascissa la posizione dei campioni in scala ed in ordinata le classi granulometriche) le percentuali di frequenza per ciascuna classe e per tutti i campioni. In questo modo vengono contemporaneamente rappresentate le tre variabili e dai dati numerici di frequenza percentuale è possibile passare, per interpolazione, ad isolinee che uniscono i punti di egual frequenza. La rappresentazione finale è quindi una «mappa» che costituisce una funzione continua delle dimensioni granulometriche, della frequenza e dello spazio per l'assieme dei campioni analizzati.

Questo modello risulta efficace quando si analizzino sedimenti di spiaggia al fine di trarre, particolarmente in una prima fase della ricerca, indicazioni sulla dinamica di un litorale. La «mappa», infatti, fornisce, anche se a livello di stima, informazioni sulle variazioni di classamento (le isolinee tendono a restringersi o ad allargarsi), su l'asimmetria (isolinee più addensate su di un lato del profilo relativo ad un campione) e sulle variazioni delle dimensioni della classe modale. È possibile, inoltre, individuare l'eventuale spostamento lungo la riva dei sedimenti (le isolinee sono inclinate rispetto all'asse delle ascisse). La presenza di diversi ambienti di sedimentazione, o di diverse po-

polazioni sedimentarie, è messo in evidenza da quelle isolinee che abbiano un andamento estraneo all'assetto generale delle curve.

Probabilmente questo modello di rappresentazione offre altre possibilità, ad esempio l'individuazione di barre, che solo l'esperienza futura potrà mettere in luce. Un limite del modello è costituito dal fatto che la campionatura deve essere effettuata secondo profili, ma questo non rappresenta un problema per i litorali dove campionare secondo profili è prassi abituale.

LITORALE GROSSETANO

Lungo le ali del delta del Fiume Ombrone, dal Fiume Bruna a NW a Marina di Alberese a SE, è stata effettuata una campionatura alla battigia secondo un profilo parallelo alla linea di riva. I dati delle analisi granulometriche sono stati riportati in fig. 1 e sono stati espressi secondo il modello descritto in precedenza.

Come è ben visibile da un primo esame della «mappa», l'andamento delle curve non è omogeneo e le differenze da zona a zona sono, nei dettagli, rilevanti. I campioni sono tutti unimodali, ma la classe modale è variabile da un massimo di quasi 3 *phi* a Le Marze ad un minimo di 1,5 *phi* ad oriente della foce del Fiume Bruna; anche la sua incidenza percentuale varia passando da frequenze dell'ordine del 50% a frequenze di poco superiori al 20%.

In termini di classamento non si hanno differenze rilevanti; infatti esso, calcolato sulle curve di distribuzione granulometrica dei singoli campioni, va da un minimo di 0,30 ad un massimo di 0,50 (si ha un valore di 0,75 per il solo campione 8C). Il classamento è deducibile anche dall'andamento delle isolinee che coprono una fascia di ampiezza più o meno costante. In particolare, esse tendono a restringersi leggermente nell'area dei campioni 27C, 29C, 2D, 4D (valori del classamento intorno a 0,30), mentre si ampliano per i campioni 1C, 2C, 3C, 8C {classamento oscillante intorno a 0,50).

Variazioni ben più nette si hanno per l'asimmetria; le curve di maggior frequenza, o i massimi di frequenza per i diversi campioni, non occupano una posizione simmetrica, ma sono spostati a volta verso l'alto, a volta verso il basso indicando così una «coda» di dispersione rispettivamente verso le frazioni grossolane o verso quelle fini.

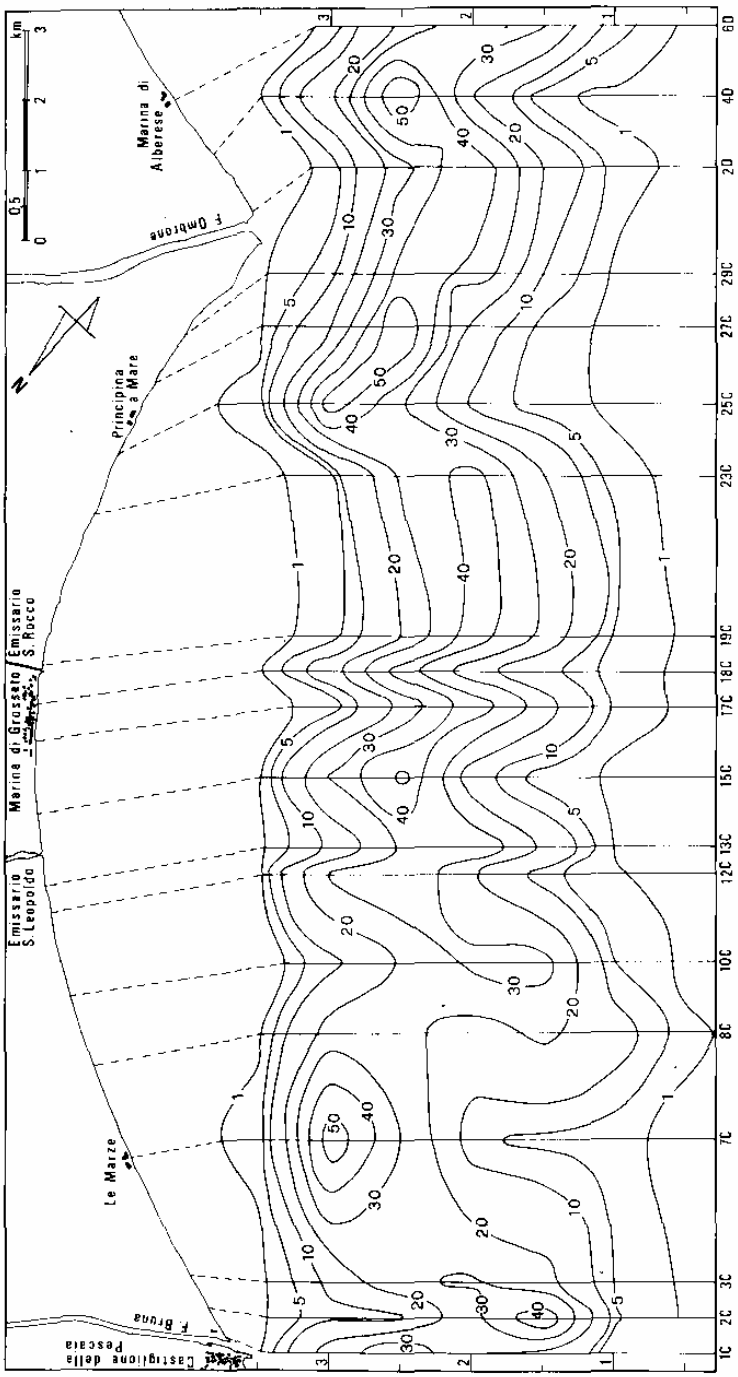


FIG. 1. - Litorale grossetano. Curve di isofrequenza percentuale di campioni prelevati alla battigia. In ascissa le classi granulometriche, espresse in *phi*; in ordinata la posizione dei campioni, riportata in scala.

In termini di dinamica litoranea dei sedimenti, è caratteristica l'inclinazione delle curve, rispetto all'asse delle ascisse, nell'area compresa tra la foce del Fiume Ombrone e Principina a Mare. L'inclinazione è dovuta ad una continua diminuzione delle dimensioni granulometriche verso NW. Non è quindi azzardato presumere che ad essa corrisponda un drift litoranee diretto nello stesso verso. Questa ipotesi è confermata da studi precedenti (Aiello et al., 1976) e dai dati morfologici dì campagna; infatti è proprio in questa zona che si verificano gli accumuli più intensi (spesso stagionali) con formazione di piccoli stagni temporanei. Andamento analogo, ma molto più limitato e meno evidente forse per lo scarso numero di campioni, si ha l'ungo il lobo di sinistra del delta, dove è ipotizzabile un *drift* litoraneo verso SE.

Andamenti simili sì potrebbero dedurre nella zona fra l'Emissario S. Rocco e l'Emissario S. Leopoldo, ma la situazione è qui più complessa forse a causa della presenza di opere antropiche (pennelli al porto canale dell'Emissario S. Rocco), di difetti di campionatura (questo tratto di litorale è assiduamente frequentato da bagnanti con ovvie conseguenze) o di fatti morfologici, tipo sana waves, visto l'andamento, con ondulazioni ritmiche, almeno di parte delle curve.

Una ultima notazione va fatta per l'area prossima alla foce del Fiume Bruna ove si ha, in particolare al campione 2C, una situazione assai diversa da quella che caratterizza il restante litorale, particolarmente per quanto concerne la posizione della classe modale. Questa diversità potrebbe essere collegata alla presenza della foce fluviale, ma questo porterebbe alla conclusione, non confortata dai dati di campagna, che il Fiume Bruna trasporta materiali più grossolani di quelli apportati dal Fiume Ombrone. Un'altra ipotesi è che il materiale più grossolano sia dovuto al ripascimento artificiale in corrispondenza delle opere costruite a difesa di quel tratto di litorale.

LITORALE FRA POGGIO TALAMONACCIO E MONTE ARGENTARIO

Lungo questo arco sabbioso sono state effettuate due campionature: la prima, come per il litorale grossetano, alla battigia; la seconda in acqua, a circa 1 m di profondità, lungo un profilo parallelo alla linea di riva.

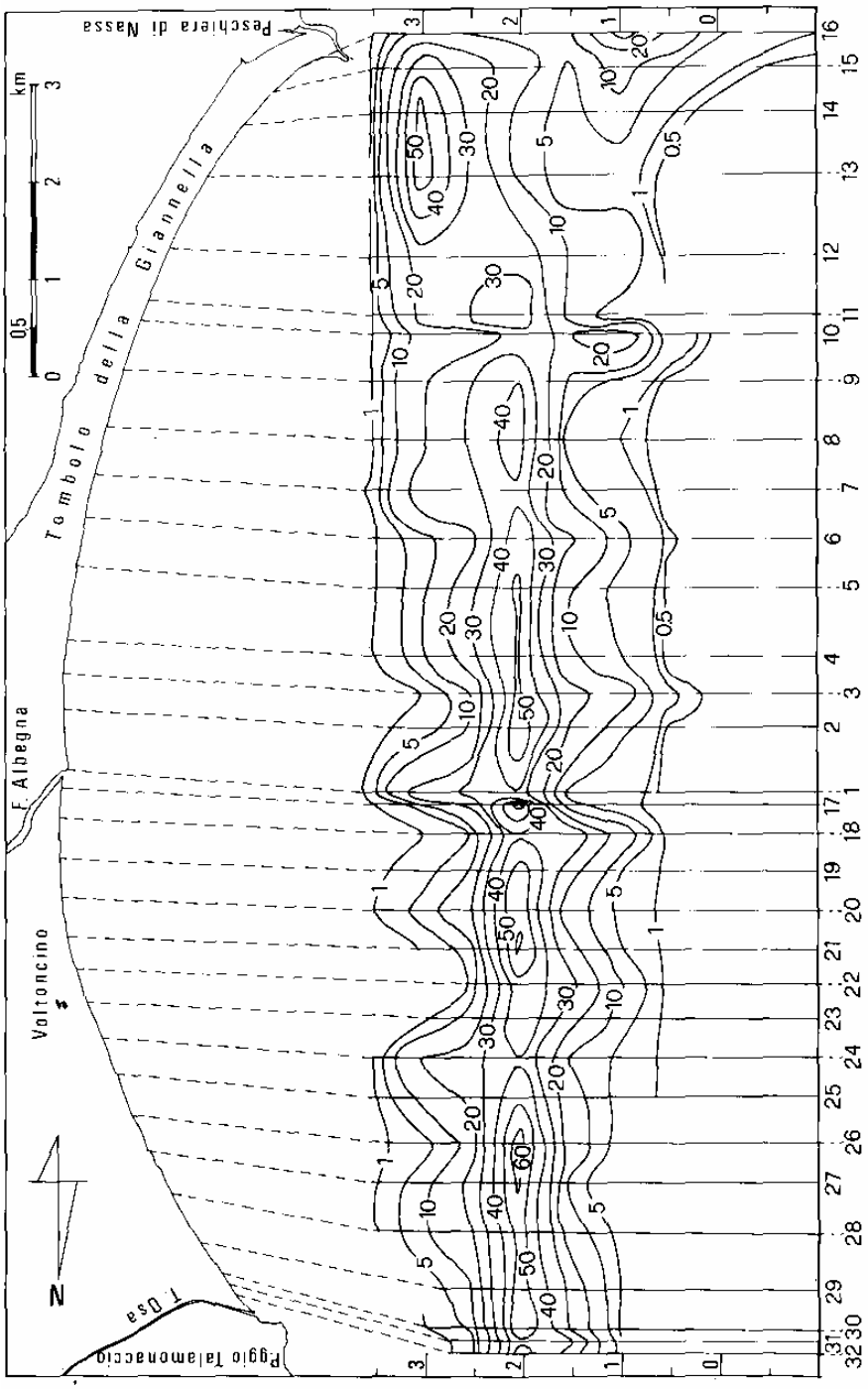


FIG. 2. - Litorale da Poggio Talamonaccio a Monte Argentano. Curve di isofrequenza percentuale di campioni prelevati alla battigia. In ascissa le classi granulometriche, espresse in *phi*; in ordinata la posizione dei campioni, riportata in scala.

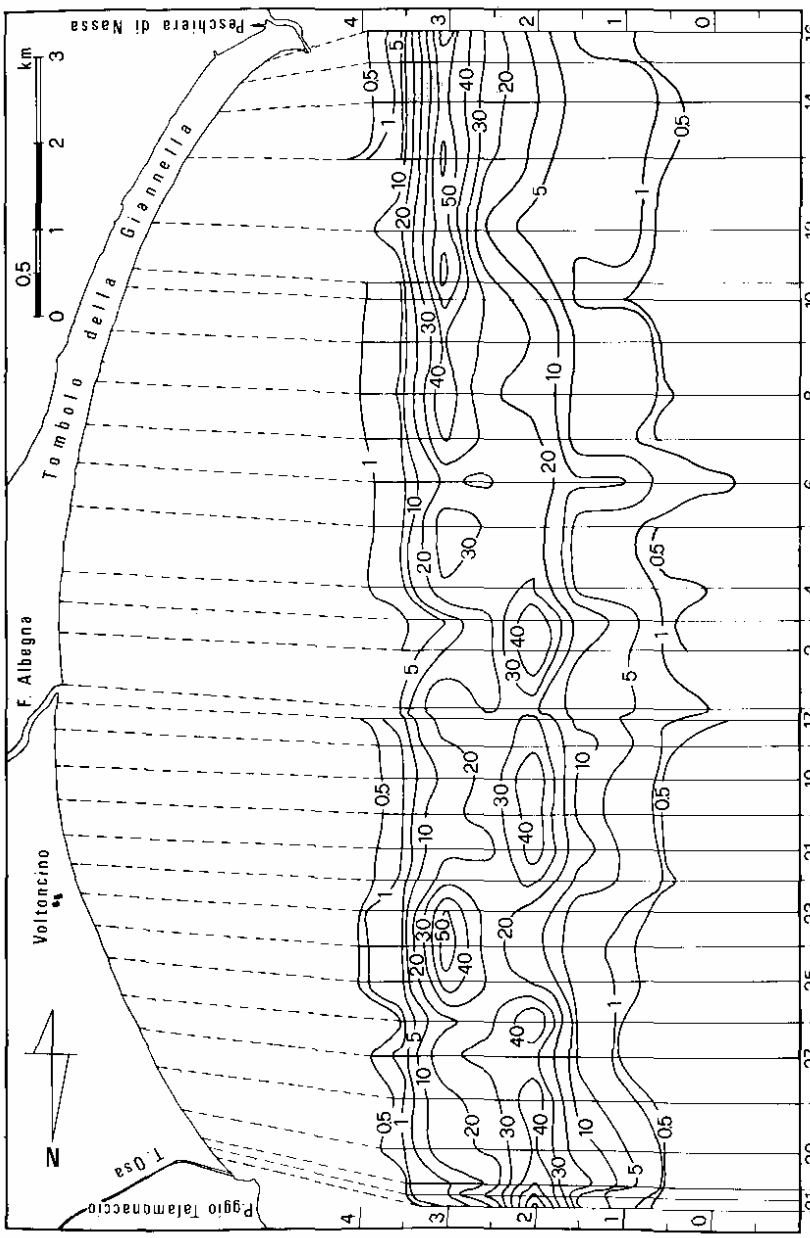


FIG. 3. - Litorale da Poggio Talamonaccio a Monte Argentario. Curve di isofrequenza percentuale di campioni prelevati in acqua, a circa 1 m di profondità, lungo un profilo parallelo alla linea di riva. In scissa le classi granulometriche, espresse in *phi*; in ordinata la posizione dei campioni, riportata in scala.

Dai dati riportati in fig. 2 e 3 sono evidenti alcune analogie ed alcune differenze fra i sedimenti campionati nelle diverse condizioni. In entrambi i casi le curve sono caratterizzate, in grande, da un certo parallelismo, ma l'ampiezza della fascia coperta varia anche dì molto da zona a zona. Così, per i campioni alla battigia, la situazione nella zona dell'Argentario (Peschiera di Nassa), ove si ha un classamento dell'ordine di 0,90, è ben diversa da quella alla foce del Torrente Osa (classamento pari a 0,27 in media). Situazioni simili si hanno per i campioni in acqua, ma in questo caso il classamento peggiore sì ha alla foce del Fiume Albegna.

La posizione della classe modale è abbastanza costante per i campioni alla battigia, mentre varia per i campioni raccolti in acqua. Nel primo caso la dimensione della moda è intorno a 2 phi (con percentuali variabili dal 70% al 30%) per tutto l'arco sabbioso, ad eccezione del tratto più prossimo a Monte Argentario dove la granulometria della classe modale diviene più fine (circa 3 *phi* con un'incidenza del 50%). Inoltre alla moda principale se ne aggiunge una secondaria (0,5 - 1 *phi*), la cui incidenza è variabile fino ad un massimo del 30% nel campione 16. Per i campioni in acqua, come già detto, la situazione è meno uniforme, pur mancando campioni a distribuzione dì frequenza bimodale. Partendo dalla foce del Fiume Albegna, sia in destra che in sinistra, la classe modale tende, ma in modo non continuo, a diventare più fine; si passa da valori di 2 *phi* (40%) presso la foce a valori dì 3 *phi* (fino al 60%) procedendo verso la Peschiera di Nassa. Per il tratto di litorale a nord della foce si ha una analoga variazione fino alla località Voltoncino; da qui a Poggio Talamonaccio si registra, invece, un nuovo aumento delle dimensioni della classe modale che raggiunge i 2 *phi*, con una incidenza del 70% al campione 32.

L'asimmetria è nettamente negativa, con «coda» di dispersione nelle frazioni grossolane, per i campioni raccolti in acqua lungo il Tombolo della Giannella. La distribuzione è quasi simmetrica nell'area più direttamente condizionata dagli apporti solidi del Fiume Albegna, mentre torna ad essere asimmetrica, ma con «coda» di dispersione nelle frazioni fini, presso la foce del Torrente Osa. Per i campioni alla battigia l'asimmetria è, come nel caso precedente, negativa lungo il tratto dì litorale più prossimo al Monte Argentario, mentre diviene nulla per i campioni 4, 5, 6 e 7.

In termini di dinamica dei sedimenti manca in questa zona, e per entrambi Ì profili eseguiti, un evidente drift litoranee in quanto non si hanno mai curve nettamente inclinate rispetto alle ascisse; manca, quindi, una continua e progressiva diminuzione della glanulometria da punto a punto. Che un certo spostamento, però, esista è comprovato dalle variazioni della classe modale. Non può essere, infatti, un caso che essa sia più grossolana dove si ha l'immissione di materiale da parte dì un corso d'acqua e divenga poi più fine quando ci si allontani da questa zona di origine. A questo si aggiunga, almeno per quanto concerne i campioni in acqua, che l'incidenza delle frazioni grossolane diminuisce procedendo verso l'Argentario, pur restando costante la classe modale. Un altro punto di immissione del materiale è costituito dalla foce del Torrente Osa e questo spiega il brusco aumento delle dimensioni della moda in questa zona. Quindi il tratto di litorale poco a nord del Voltoncino costituisce un'area di raccolta dì materiale di diversa origine in quanto parte di esso proviene dal bacino del Torrente Osa, parte da quello del Fiume Albegna.

Poiché queste particolarità sono ben visibili soltanto nella «mappa» rappresentativa dei campioni in acqua, bisogna concludere che sono questi a dare un maggior contributo alla conoscenza della dinamica locale. Dall'analisi dei campioni alla battigia risulta, invece, un'altra particolarità dì cui si è già accennato: la bimodalità dei sedimenti nel tratto di litorale prossimo al Monte Argentario. Questa caratteristica (e la presenza di materiali grossolani non riscontrati altrove) è probabilmente spiegabile con una duplicità di origine dei sedimenti: quelli più finì derivano, per selezione durante il trasporto, dai materiali provenienti dal Fiume Albegna, mentre le frazioni più grossolane costituiscono una differente popolazione che trae origine dai ripascimenti artificiali in corrispondenza di opere di difesa e, forse, dall'intensa erosione di materiale sabbioso deposto in passato.

BIBLIOGRAFIA

Aiello E., Bartolini C., Caputo C., D'Alessandro L., Fanucci F., Fierro G., Gnaccolini M., La Monica G.B., Lupia Palmieri E., Picazzo M., Pranzini E. 1976 . Il trasporto litoraneo lungo la costa toscana tra la foce del Fiume Magra ed i Monti dell'Uccellina. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94: 1519-1571.

Dal Cin R. 1968. Metodo granulometrico pre individuare spiagge in erosione e spiagge in avanzamento, *Ann. Univ. Ferrara (Nuova Serie) Sez. IX Se. Geol. Pal.*, IV: 213-236.

Dowling JJ. 1977. A grain size spectra map. *Jour. Sed. Petr.*, 47: 281-284.

Friedman G.M. 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Jour. Sed. Petr.*, 31: 514-529.

Sahu B.K. 1962. Environments of deposition from the size analysis of clastic sediments. *Ph. D. Thesis, Univ. Wisconsin*, 1-99.

Sahu B.K. 1964 a. Significance of size distribution statistics in the interpretation of depositional environments. *Res. Bull. Panjab Univ*., 15.

Sahu B.K. 1964 b. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. *Jour. Sed. Petr*., 34: 73-83.

AUTOMATIZZAZIONE DELLA ANALISI MORFOMETRICA DEI CIOTTOLI****

C. COPAT* G.C. CORTEMIGLIA** e G. MARCONI***
*Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria - Castiglione Scalo (CS).
**Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Genova.
***Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione idrogeologica nell'Italia Meridionale ed Insulare - Castiglione Scalo (CS).

1 – INTRODUZIONE

Lo studio della forma dei ciottoli nei sedimenti continentali e marini permette di ricavare utili ed importanti correlazioni non solo sul comportamento dinamico dei singoli ciottoli ma anche sulle caratteristiche idrodinamiche del mezzo di sedimentazione. L'indagine rivolta alla determinazione della forma di un singolo ciottolo rappresenta quindi il dato elementare di base, però è solo dalla distribuzione statistica delle forme nel sedimento che è possibile ricavare utili correlazioni sul mezzo di sedimentazione.

La forma dei ciottoli e la loro distribuzione statistica nel mezzo rappresentano quindi gli elementi di base per la ricostruzione delle condizioni idrodinamiche dell'ambiente di sedimentazione, per cui determinante importanza, ai fini di questa ricerca, rivestono sia la scelta e la determinazione di indici morfometrici efficaci a rappresentare e tradurre il comportamento idrodinamico del ciottolo, sia la rappresentatività del campione in relazione al mezzo.

Per quanto concerne la ricerca degli indici e dei parametri morfometrici per l'indagine sul comportamento dinamico dei ciottoli i

****Progetto Finalizzato Conservazione del Suolo. Sottoprogetto Dinamica dei Litorali. Pubblicazione n. 50.

più significativi sono risultati, per la determinazione dell'aspetto medio del ciottolo, il *modulo di allungamento* ($q^{ø}$) e *di appiattimento* ($p^{ø}$) di Rosfelder A. (1961), *l'indice di portanza* (ω) di Rosfelder A. (1961) e *l'indice di sfericità* (ψ) di Krumbein W.C. (1941), mentre, per la determinazione dell'elaborazione della forma, hanno dimostrato la loro validità *l'indice di smussamento di 1° ordine* (E) di Cailleux A. (1947) e *l'indice di appiattimento* (A) di Cailleux A. (1945).

Relativamente alla rappresentatività di tali indici Cailleux A. e Trìcart J. (1963) hanno dimostrato che la miglior rispondenza si ottiene esaminando popolazioni di ciottoli a classe di lunghezza a limiti tra 40 e 60 millimetri. Inoltre Thébault J.Y. (1969) ha individuato in 120 il numero dei ciottoli di ciascun campione per ottenere risultati significativi dal punto di vista statistico, per cui su ogni ciottolo, al fine di determinare i 6 parametri sopra indicati, si dovranno effettuare 4 determinazioni (lunghezza(a), larghezza(b), spessore(c) e raggio di 1° ordine(r)) per un totale di 480 misurazioni. Sulla base di questi dati si dovranno quindi calcolare per ogni ciottolo i ricordati 6 parametri, cioè 720 valori, da cui, per successiva elaborazione statistica, si ricaveranno Ì parametri della tendenza centrale (media, mediana e moda) necessari alla costruzione dei grafici per l'indagine sulle caratteristiche idrodinamiche dei ciottoli e del mezzo di sedimentazione.

Relativamente invece alla rappresentatività del campione in rapporto al sedimento in cui sì trova, designata da Rosfelder A. (1961) come *localizzazione*, nel senso di spazio che il campione rappresenta realmente ed effettivamente, questo, logicamente, può essere rappresentativo solo sino al limite delle sue dimensioni, quindi del solo punto di prelevamento. L'elevata densità di campionamento sarà pertanto il solo mezzo valido per realizzare un. reticolo di prelevamenti rappresentativo delle condizioni medie del mezzo, con conseguente ponderale aumento del numero di misurazioni e di determinazioni parametriche.

Al fine quindi di agevolare e rendere più spedite le operazioni di misurazione dei ciottoli e della loro elaborazione statistica, si è pensato di meccanizzare e di automatizzare tutte le operazioni sopra descritte, in modo che l'avvenuta ponderale riduzione dei tempi di lavoro potesse parzialmente essere riimpiegata con l'incremento della frequenza dei campionamenti.

In questa nota viene appunto descritto uno strumento, denominato ELABORATORE MORFOMETRICO PER CIOTTOLI e da noi progettato e realizzato come prototipo, in grado di compiere automaticamente tutte le operazioni di misurazione sui ciottoli e di elaborazione ed ordinamento delle misure per la determinazione dei vari indici morfometrici e per l'individuazione dei valori della loro mediana.

2 - CARATTERISTICHE STRUMENTALI

L'elaboratore morfometrico per ciottoli da noi realizzato è meccanicamente costituito da due partì, una adibita alla materiale misurazione del ciottolo, l'altra alla elaborazione delle misure rilevate.

2.1 - Misurazione dei ciottoli.

La materiale misura del ciottolo viene eseguita attraverso un calibro a slitta a lettura digitale su visore il cui apprezzamento è dell'ordine del decimo di millimetro (± 1 decimo) quindi ampiamente sufficiente a fornire misure valide ai fini morfometrici.

Infatti da controlli numerici effettuati sulla variazione dei parametri sì è evidenziato (fig. 1) come fluttuazioni della misura inferiori

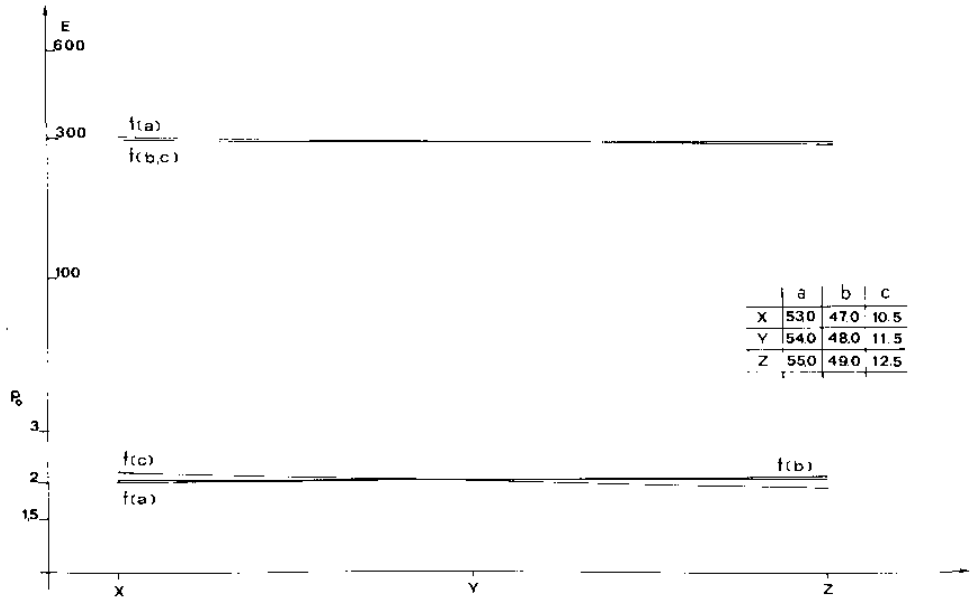


FIG. 1. - Grafico delle fluttuazioni dei parametri p^{o} (modulo di appiattimento) ed E (indice di smussamente) al variare delle misure a, b, e, per variazioni inferiori al mm.

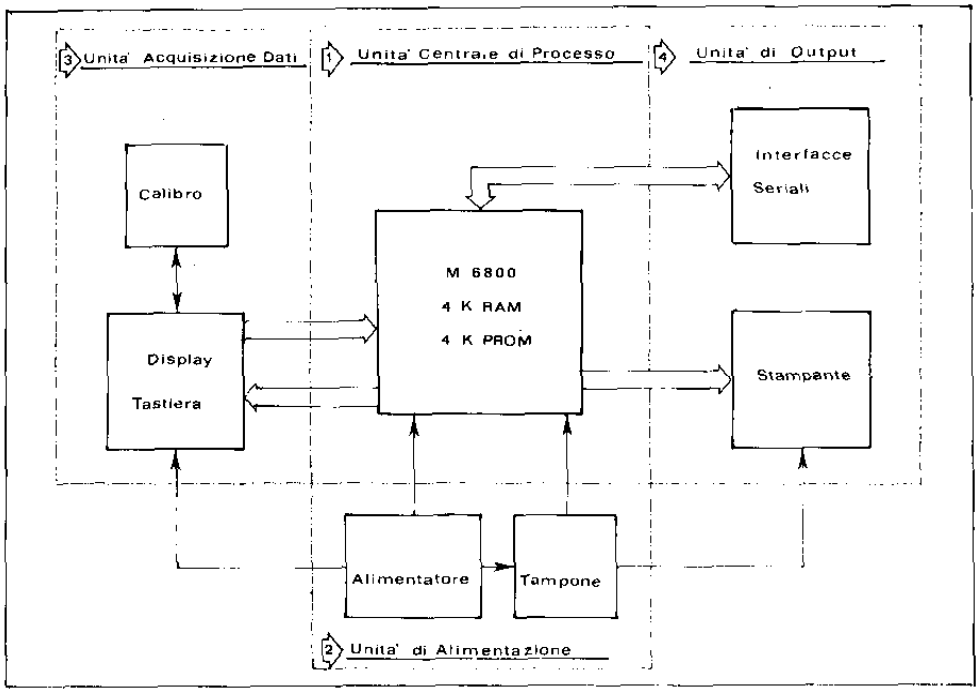


FIG. 2. - Schema a blocchi dell'elaboratore morfometrico per ciottoli.

al millimetro di a, b, e non influenzano i parametri morfometrici in maniera significativa in quanto si riscontrano solo variazioni sulla terza cifra decimale. Perciò le misure effettuate meccanicamente sono da considerarsi accettabilissime per l'elaborazione.

2.2 - Registrazione ed elaborazione delle misure rilevate.

La parte di elaborazione automatica per l'analisi morfometrica dei ciottoli si basa essenzialmente sull'utilizzo di un microprocessore che svolge le attività di gestione dello strumento di misura e il calcolo in tempo reale dei parametri morfometrici sopra citati.

Le caratteristiche di questo strumento sono la completa modula-rità (per una facile manutenzione) e l'espandibilità.

Si può schematizzare la sua struttura (fig. 2) in una serie di 4 unità che svolgono diverse funzioni:

1) - *Unità centrale di processo*
2) - *Unità di acquisizione dati*
3) - *Unità di output dati*
4) - *Unità di alimentazione*

2.2.1 - Unità centrale di processo.

Sotto il nome di unità centrale di processo abbiamo racchiuso l'elaboratore con tutte le sue parti di memoria, le interfacce di i/o e l'unità di calcolo.

Il sistema basato sul microprocessore M 6800 della Motorola provvede ad elaborare i dati ed a gestire lo strumento in tutte le sue funzioni. La configurazione hardware del sistema consiste in una serie di schede che provvedono alle seguenti funzioni:

a) - Scheda CPU: la scheda contiene l'unità centrale di processo aritmetico-logica e una memoria ROM *contenente* un software di gestione MIKBUG che viene richiamato dall'esterno. In questa scheda è alloggiata anche l'interfaccia seriale per collegare al microprocessore un eventuale terminale.

b) - Scheda 4 K - bytes PROM: la scheda contiene il programma di gestione dello strumento e quello di calcolo dei parametri. Il software è stato registrato su memorie PROM ed è richiamato automaticamente all'accensione dello strumento. Si è scelto questo tipo di soluzione in quanto era necessario, data la finalità dello strumento, fornirlo di un programma residente tale da evitare operazioni di i/o attraverso supporti esterni che avrebbero appesantito notevolmente la procedura di inizializzazione e la struttura stessa dello strumento. In questo modo si è evitato di dover utilizzare periferiche, che non si sono volute utilizzare, in quanto non adatte all'uso di campagna per il quale è stato previsto lo strumento.

c) - Scheda 4 K - bytes RAM: la scheda contiene le RAM per 4096 bytes di informazioni e viene utilizzata per memorizzare le misure ed i dati. È possibile, con l'uso di un terminale, utilizzare questa parte di memoria anche per registrare programmi atti ad eseguire elaborazioni di tipo diverso da quelle della morfometria.

d) - Scheda I/O a 32 bit : in questa scheda sono alloggiate le interfacce parallele per i collegamenti delle unità periferiche (2) e (3). Con la stessa interfaccia è possibile collegare una eventuale futura unità di floppy disk. Questa unità ha la possibilità di espandere

la sua capacità di memoria fino a 64 K bytes con l'inserimento di ulteriori schede di memoria.

2.2.2 - Unità di acquisizione dati.

L'unità di acquisizione dati è costituita dal calibro elettronico e da una tastiera numerica. Il calibro, costruito in lega, è stato appositamente progettato per l'uso specifico, ed è munito di un trasduttore lineare potenziometrico che trasferisce la misura del ciottolo ad un convertitore analogico-digitale dove è visualizzata da un display. In questo modo l'operatore può controllare la misura prima che essa venga acquisita dall'unità di calcolo. Quando la misura di a, che, come già specificato deve essere compresa tra 40 e 60 mm, rientra nel «range» previsto dalla metodologia, viene acquisita dal microprocessore previo consenso da tastiera. La tastiera numerica è utilizzata dall'operatore per inserire i dati che inizializzano il programma e per introdurre il parametro r stimato dall'operatore stesso.

2.2.3 - Unità di output.

L'unità di output è costituita da una stampante di tipo alfanumerico «non impact», collegata in linea al microprocessore. Attraverso questa unità si ottengono tutte le informazioni relative alla singola stazione di misura, oltre ai dati relativi ai parametri morfometrici calcolati ed alle loro mediane. Il formato di stampa è regolato dal programma di gestione dello strumento, che sovraintende, con le varie linee di controllo, al funzionamento della stampante.

2.2.4 - Unità di alimentazione.

Il microprocessore e le varie unità ad esso collegate, vengono alimentate da questa unità che fornisce tutte le tensioni, stabilizzate richieste dai singoli utilizzatori. Il sistema prevede una unità tampone che serve per supplire alla mancanza di energia da rete limitatamente all'unità di calcolo, e questo per non distruggere i dati memorizzati fino a quel momento. Il tempone, all'occorrente, è in grado di fornire energia anche alle altre unità dello strumento qualora si aggiungano batterie sufficienti a sopportare il carico necessario. In questa configurazione lo strumento potrà, volendo, essere utilizzato in situ.

3 - DESCRIZIONE DEL SOFTWARE

II software residente all'interno dello strumento (fig. 3) è in gra-

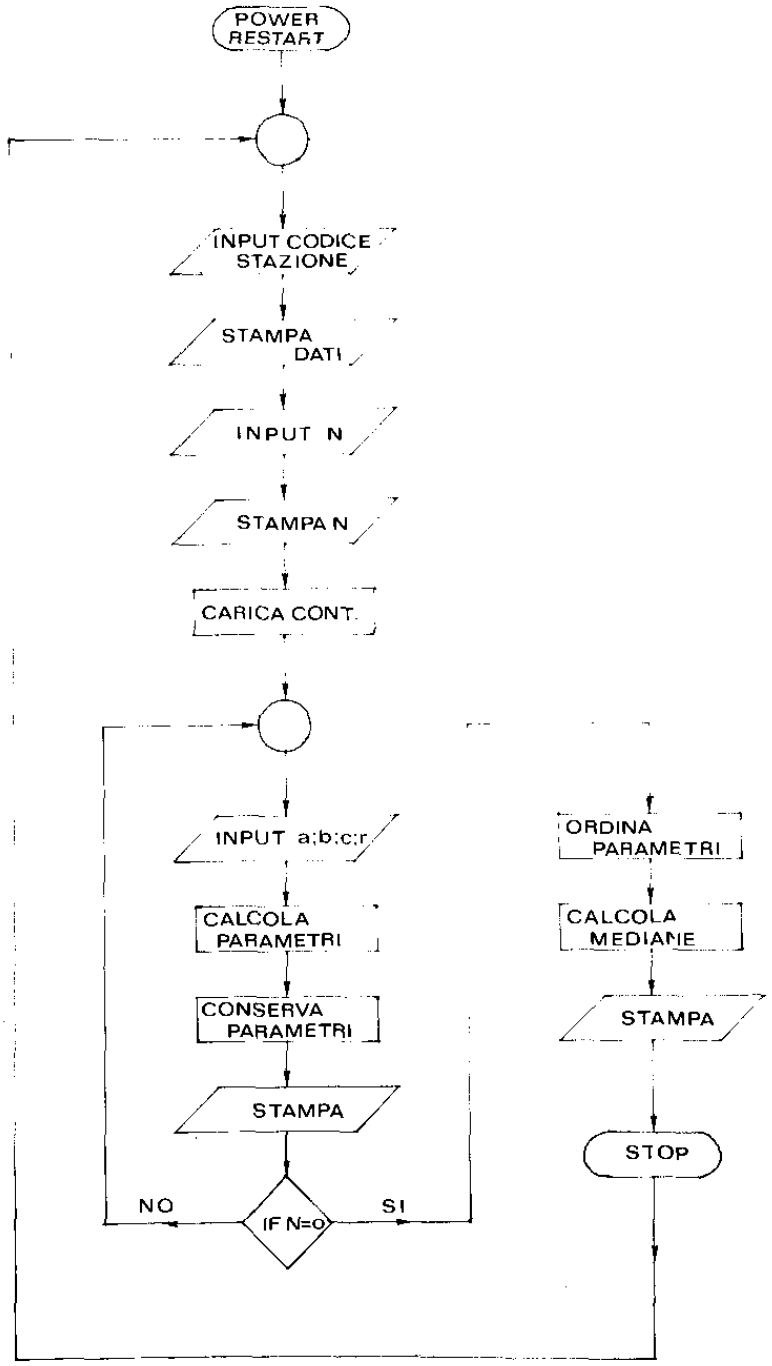


FIG. 3. - Diagramma di flusso semplificato del software residente per l'analisi morfometrica dei ciottoli.

do di svolgere tutte quelle funzioni di controllo relative alla fase hardware che costituisce l'insieme strumentale. Infatti, grazie all'utilizzo del microprocessore, si sono realizzate a livello software tutte quelle logiche di controllo che altrimenti avrebbero dovuto essere svolte in hardware secondo la normale procedura della logica cablata. Oltre che sovraintendere ai controlli di gestione dello strumento stesso, il software residente provvede a processare i dati che provengono dall'unità periferica di input. Essi infatti vengono elaborati per mezzo di una serie di algoritmi che svolgono il calcolo dei parametri morfometrici e ne determinano le mediane.

Il programma è richiamato all'atto dell'accensione dello strumento ed è immediatamente pronto per lo svolgimento delle funzioni richieste. Prima di iniziare la fase di calcolo vera e propria il programma chiede all'operatore i dati relativi alla stazione di misura utili per il suo riconoscimento, ed il numero dei campioni da analizzare. Si è ritenuto opportuno dare all'operatore la possibilità di impostare dall'esterno questo dato perché il numero dei ciottoli può non essere sempre lo stesso.

Dopo aver impostato dalla tastiera il dato n (numero dei campioni) il programma si prepara a ricevere Ì dati misurati (a, b, e) ed il dato r. Poiché essi devono essere inseriti in un certo ordine che non può variare, è il programma che richiede all'operatore la misura che in quel momento deve essere inserita in macchina. Colui che esegue la misura, dopo averla controllata, la inserisce previo un consenso dato dalla tastiera. Il programma provvede anche a regolare il formato di stampa ed a controllare l'uscita via software.

Alla fine delle misure il programma esce da un loop controllato dal valore di n e determina le mediane dei parametri morfometrici calcolati e conservati in memoria. Dopo aver provveduto alla stampa delle mediane il programma ritorna allo step iniziale per eseguire nuove misure ed elaborare nuovi parametri.

Oltre al software sopra descritto che è stato studiato dagli autori per il particolare scopo, il microprocessore ha all'interno anche un sistema di gestione che è stato studiato e sviluppato dalla Motorola per poter essere utilizzato quando viene collegato allo strumento un terminale con interfaccia di tipo RS-232 oppure «20 mA current loop». Con questo sistema è possibile caricare in macchina altri programmi

ed utilizzare quindi lo strumento anche come microcomputer da adibire a lavori diversi da quello per cui è stato progettato.

RIASSUNTO

L'analisi morfometrica dei ciottoli, prevalentemente volta ad indagare sulla forma e sullo stato d'usura della superficie dei ciottoli, si svolge usualmente sulla classe dimensionale a limiti di lunghezza compresi tra 40 e 60 millimetri,, in quanto tale campo di variabilità fornisce i risultati più significativi ai fini della correlazione con il mezzo di sedimentazione.

Inoltre la rappresentatività di tale indagine dipende dal campione, che deve essere compreso tra 100 e 120 individui, dalla sua frequenza, che deve mostrare una densità areale sufficientemente concentrata e dalla elaborazione dei dati, che deve prevedere la determinazione di vari parametri quali principalmente il modulo d'allungamento e di appiattimento di Rosfelder, l'indice di sfericità di Krumbein, l'indice di portanza di Rosfelder, l'indice di appiattimento di Cailleux e Tricart e l'indice di smussamente di 1° ordine di Cailleux e Trìcart.

A queste già laboriose e lunghe operazioni sì deve aggiungere la loro elaborazione statistica per la ricerca dei parametri della tendenza centrale al fine di realizzare i necessari grafici per l'interpretazione morfologica dei risultati.

Al fine quindi di aumentare, per l'avvenuta riduzione dei tempi di lavoro, la frequenza dei campionamenti sulle aree di analisi, si è realizzato uno strumento portatile in grado di svolgere automaticamente tutte le operazioni sopra indicate.

La struttura di questo strumento, da noi chiamato «elaboratore morfometrìco per ciottoli», è schematicamente basata su 4 unità svolgenti diverse operazioni: unità centrale di processo, unità acquisizione dati, unità di output, unità di alimentazione. Il programma è costituito da due parti, una che si occupa esclusivamente della gestione via software dello strumento in tutte le sue parti, l'altra che sviluppa gli algoritmi utilizzati nella metodologia per il calcolo dei parametri morfometrici. Il programma è scritto in linguaggio macchina (esadecimale) ed utilizza per le funzioni matematiche il software già esistente della Motorola.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. 1976. M 6800 Microcomputer system design data. *Motorola Semiconductor Products, Geneve*, 165 pp.

Baranzini R., Dotti F., Martinelli M. 1976. Corso applicativo sul microprocessore SC/MP. ed. TPA - *Tecnici Progettisti Associati*.

Cailleux A. 1945. Distinction des galets marins et fluviatiles. In *Bull. Société Géol. France, sér.* 5, t. XV, n. 7-8: 375-404.

Cailleux A. 1947. L'indice d'émoussé. Definition et première application. In *C.R. Somm. Géol, France*, X.

Cailleux A. & Tricart J. 1963, Initiation a l'étude des sables et des galets. In *Centre de Documentation Universitaire*, 1: 1-369.

Krumbein W.C. 1941. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. In *Jour. Sed. Petrol.*,11: 64-72.

Rosfelder A. 1961. Contributions a l'analyse texturale des sédiments. *Service de la Carte Géologique de l'Algérie*, Alger, 310 pp.

Thébault J.Y. 1969. Contribution à l'étude des formes des galets. In *Bull. Rech. Géol. Min.*, 2: 1-104.

Tireford IL 1975. Introduction to microprocessors. *Motorola Semiconductor Products, Geneve*, 58 pp.

CLASSIFICAZIONE GEOMORFOLOGICA DELLE COSTE ITALIANE COME BASE PER L'IMPOSTAZIONE DI STUDI SULLA CONTAMINAZIONE MARINA

B. ANSELMI, F. BENVEGNU', A. BRONDI e O. FERRETTI *
*Laboratorio Geologia Ambientale, CNEN, Casaccia (Roma).

INTRODUZIONE

In occasione del 69° Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana gli autori di questa nota hanno presentato, in forma sinottica, i risultati di uno studio generale di caratterizzazione delle coste italiane dal punto di vista geomorfologico, sedimentologico e mineralogico. Con tale studio, condotto con azioni dirette di rilevamento degli apporti fluviali al mare e con l'elaborazione del materiale cartografico e geologico relativo alle coste ed ai bacini interni, si è inteso contribuire alla conoscenza dell'influenza esercitata dalla natura geologica delle terre emerse sulla situazione sedimentologica delle zone sottomarine. I dati ottenuti possono costituire un punto di riferimento per la previsione del comportamento ambientale dei contaminanti rilasciati da eventuali impianti costieri e per l'adozione di adeguati metodi di controllo. La conformazione costiera condiziona in maniera determinante tale comportamento. In questa sede vengono riportate per esteso le conclusioni tratte in merito alla situazione morfologica delle coste italiane.

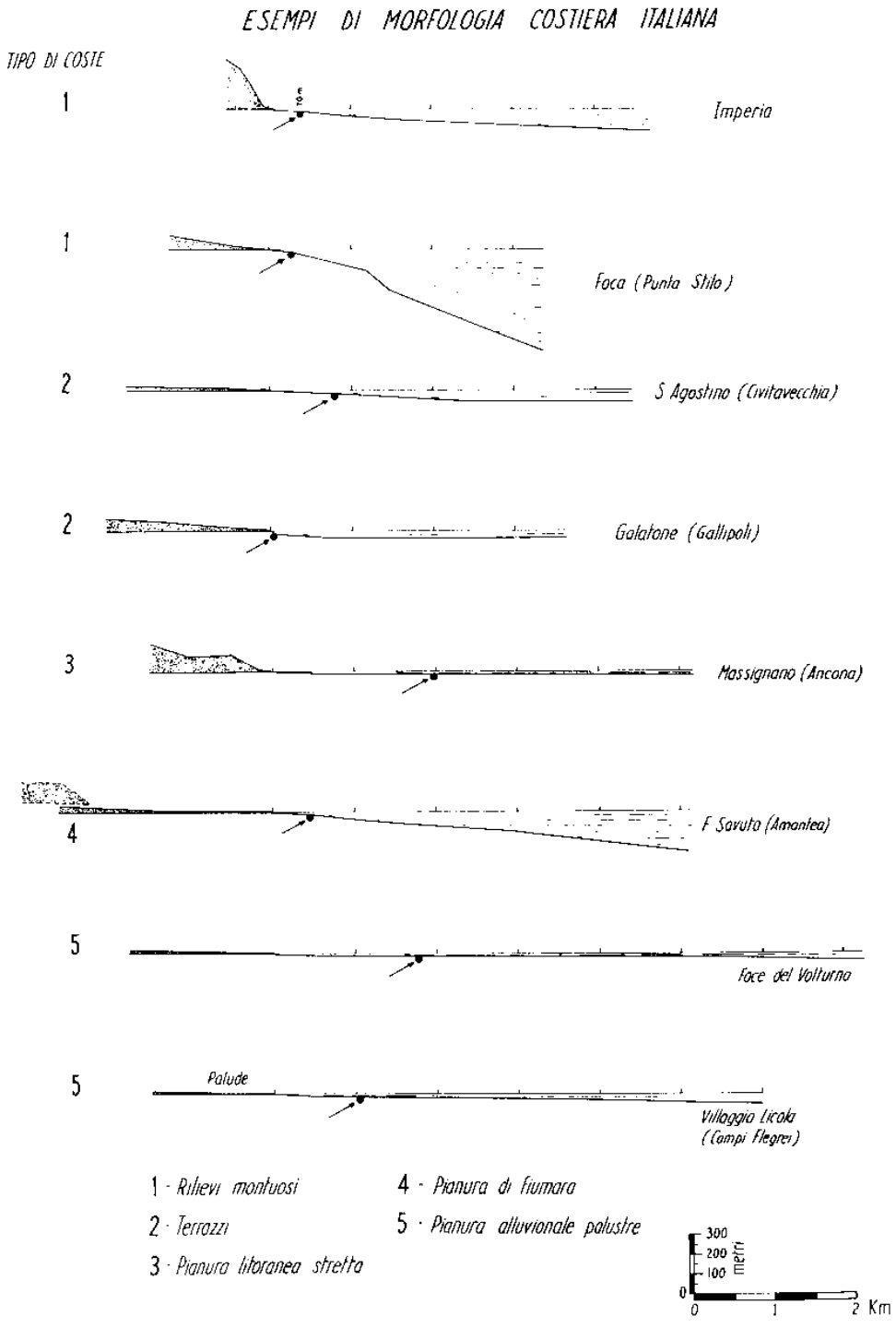
MORFOLOGIA COSTIERA

È stata effettuata una classificazione delle coste italiane in tipi che possono essere considerati i più significativi per i problemi d'insediamento industriale e delle possibili contaminazioni ambientali conseguenti. Tale classificazione è stata eseguita sulla base dei dati desu-

mibili dalle carte geologiche 1:100.000 e topografiche 1:25.000 e, solo in pochi casi, hanno potuto essere suffragate da verifiche in campo. Molti dei dati riportati potrebbero pertanto essere suscettibili di modificazioni anche notevoli. Le denominazioni adottate in questa sede sono intese a dare un'idea non soltanto della configurazione della zona strettamente costiera ma anche della morfologia del paesaggio retrostante e, in una certa misura, anche del sistema idrologico. Le definizioni che seguono possono servire a meglio illustrare questi concetti, (fig. 1).

• 1) Rilievi montuosi - Rilievi collinari o montuosi che raggiungono direttamente il mare. Possono essere presenti falesie o piccolissime spiagge o strisce litoranee per lo più costituite da sedimenti grossolani. Il profilo sommerso riproduce in molti casi quello subaereo. Talora la parte sommersa è rappresentata da piattaforme di erosione. La granulometria dei sedimenti apportati dai torrenti locali è in generale grossolana e mancano in molti casi le granulometrie intermedie. Nella parte sommersa, al piede delle falesie o in corrispondenza di brusche variazioni di pendio, si verifica perciò il passaggio brusco da sedimenti di grossa pezzatura a sedimenti anche sottilissimi. In caso di mare profondo, dove l'azione del moto ondoso sul fondo non esiste o è ridotta, ai piedi delle falesie possono depositarsi sedimenti anche molto sottili. I corsi d'acqua presentano regime torrentizio ed il loro eventuale carico inquinante, trasportato in fase di piena, viene diluito nei grandi volumi d'acqua del mare sottostante e facilmente disperso dalle correnti. Nei periodi di magra, corrispondenti in molti casi a periodi di mare calmo, il deflusso delle acque scorrive è lento, e la capacità di penetrazione delle acque terrestri in mare è limitata. I fenomeni di scambio fra acque dolci ed acque salate, avvengono in queste condizioni nell'ambiente strettamente litoraneo e gli inquinanti flocculati o adsorbiti nelle argille possono depositarsi e sostare anche in zone immediatamente sotto costa, dove possono formarsi depositi a granulometria sottile, sottratti all'azione meccanica ed ossidante del moto ondoso da una profondità sufficiente.

• 2) Terrazzi - Rappresentano una variante della costa alta. La parte emersa presenta una superficie tabulare che può essere il risultato della abrasione marina di un substrato roccioso o della deposizione su questo di sedimenti granulometricamente gradati in senso orizzon-


ESEMPI DI MORFOLOGIA COSTIERA ITALIANA
TIPO DI COSTE
1
Imperia
1
Foca (Punta Shilo)
2
S Agostino (Civitavecchia)
2
Galatone (Gallipoli)
3
Massignano (Ancona)
4
F Sovuto (Amantea)
5
foce del Volturno
5
Palude
Villaggio Licola
(Campi Flegrei)
1 - Rilievi montuosi
2 - Terrazzi
3 - Pianura litoranea stretta
4 - Pianura di fiumara
5 - Pianura alluvionale palustre
300
200
100
metri
0
0
1
2 Km

tale o verticale. Il profilo della parte sommersa riproduce quasi sempre quello subaereo. La gradazione granulometrica dei sedimenti marini è in genere piuttosto regolare e le profondità sotto costa sono in genere limitate. La fascia litoranea soggetta alle azioni del moto ondoso è in genere abbastanza ampia. Il sistema idrologico sotterraneo è in genere aperto verso il mare sia per quel che riguarda il basamento roccioso, se la circolazione idrica avviene per fratturazione o per carsismo, sia, soprattutto per quel che riguarda i sedimenti soprastanti. I contaminanti che raggiungono il mare per via sotterranea o per via superficiale vengono a trovarsi esposti alle azioni del moto ondoso e pertanto sono passibili di allontanamento diretto, di rimozione e di ossidazione. Le zone di accumulo dei particellati sottili e del loro eventuale carico inquinante sono lontani dalla costa.

• 3) Pianura litoranea stretta - Pianura elevata sul livello marino non più di pochi metri, non più larga di qualche centinaio di metri e delimitata verso l'interno da paleofalesie o scarpate di rilievi collinari, montuosi o di terrazzi. Possono rappresentare un relitto di terrazzi, o il risultato di una deposizione in prossimità del mare di sedimenti provenienti dai retrostanti rilievi. In entrambi i casi la copertura superficiale è costituita da depositi fluviali a carattere pedemontano. Per i problemi della contaminazione vale quanto affermato per i terrazzi (punto 2).

• 4) Pianura di fiumara - Corrisponde in genere a valli ampie e profonde in zone di costa alta. La granulometria delle fiumare e delle pianure da esse costruite è in generale grossolana e l'assetto dei sedimenti è piuttosto caotico. Il profilo della parte emersa continua per un certo tratto in mare con una limitata attenuazione, per subire successivamente un'accentuata variazione. Il regime idrologico delle fiumare è torrentizio. I contaminanti vengono portati in zone di notevole profondità, nei periodi di piena, e facilmente dispersi dalle correnti marine. L'infiltrazione dei contaminanti nel sottosuolo a granulometria grossolana è facilitato nei periodi di magra. Le azioni di scambio fra acque dolci ed acque salate possono verificarsi nel subalveo torrentizio specialmente nei periodi di magra.

• 5) Pianure alluvionali - Sono le pianure nell'accezione più comune del termine. I sedimenti sono sottili e la loro abbondanza e regolarità di distribuzione permette lo sviluppo di tutti i costituenti classici: ap-

parati deltizi, lagune e paludi costiere. Il profilo sottomarino è molto appiattito e corrisponde abbastanza bene a quello della pianura emersa. La maggiore attività di sedimentazione si verifica in corrispondenza della parte frontale dei delta. La granulometria e l'assetto deposizionale dei sedimenti variano notevolmente passando dalle zone prossime all'alveo fluviale alle zone laterali palustri. Nelle prime zone la sedimentazione da luogo alla costituzione di corpi lentiformi giustapposti e sovrapposti, di granulometria e permeabilità variabili. In queste zone sono comunque rappresentate le granulometrie maggiori di tutto il sistema. Nelle zone lagunari e palustri la sedimentazione è più sottile ed omogenea e la permeabilità dei sedimenti più ridotta. In pratica si ha una diminuzione progressiva di scambio fra acque dolci ed acque salate passando dal fiume, alle lagune ed alle paludi, sistemi idrologici sempre più chiusi rispetto al mare. Nello stesso senso procede la possibilità di rinnovo delle acque dei tre sistemi. I contaminanti possono penetrare nelle falde fluviali sotterranee ed essere successivamente rimossi. Per quanto riguarda le lagune, ed ancor più le paludi, si può presumere che per quanto più difficoltosa per la limitatezza di permeabilità, una contaminazione delle falde presenta elevate possibilità di divenire praticamente definitiva. I prodotti derivanti dall'azione di scambio fra acque dolci ed acque salate si accumulano facilmente nelle lagune ma possono realizzarsi anche in zona marina allorché si verifica fuoriuscita di acque lagunari. La scarsa profondità del mare in corrispondenza delle zone costiere basse ed il volume d'acqua fluviale relativamente elevato non consente una diluizione spinta della stessa nelle acque marine. Per la scarsa profondità assumono d'altro canto importanza le azioni del moto ondoso, che favorisce l'ossidazione e la rimozione dei contaminanti. La possibilità di accumulo e persistenza di contaminanti dipende quindi dallo stato del mare ed è comunque possibile in zone di profondità sufficiente, ancora per i nostri mari, in zone lontane da riva.

• 6) Pianure di dune - Zone basse nelle quali l'abbondanza di sedimenti medio-sottili ha permesso la costruzione continua di depositi dunari, per ampiezze da alcune centinaia di metri a qualche chilometro. Le bassure intradunari possono essere occupate da depositi palustri e, dal punto di vista idrologico, gli scambi col mare possono essere condizionati da questi ultimi. In qualche caso le dune sono sovrapposte a bassi terrazzi di abrasione e costituiscono perciò un si-

stema aperto idrologicamente verso il mare, come nel caso dei terrazzi (punto 2).

Distribuzione geografica dei 6 morfotipi.

La figura 2 riporta sinteticamente in un quadro d'insieme la suddivisione delle coste italiane nei 6 tipi considerati. La figura 3 fornisce un esempio di maggior dettaglio.

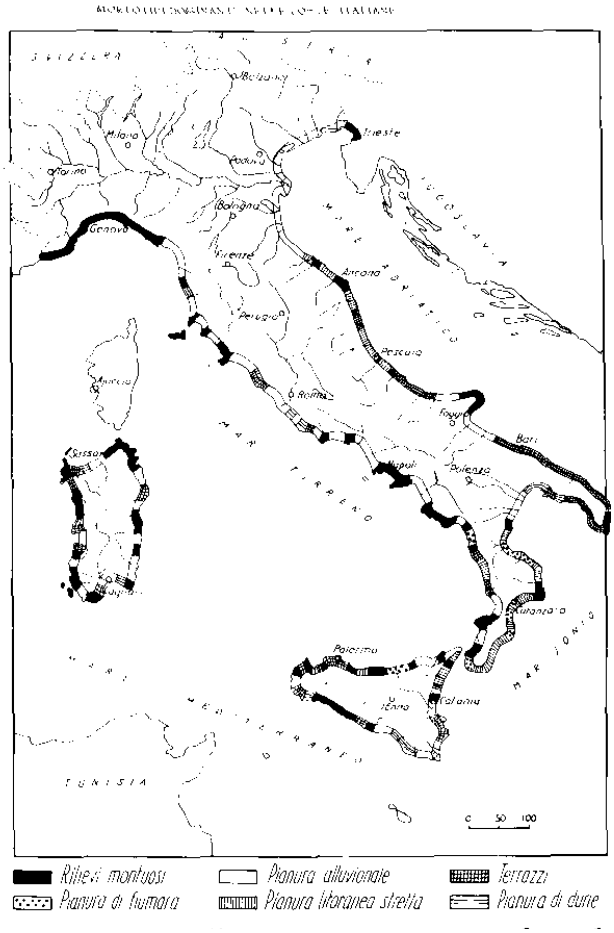
Le coste adriatiche e tirreniche presentano una situazione completamente diversa fra loro; l'Adriatico presenta notevolissima omogeneità per larghi tratti. I caratteri principali sono: un'estesa costa bassa, corrispondente alla pianura Padana e tratti minori di questo tipo ai due lati del Gargano; un esteso tratto centrale di coste basse corrispondenti a pianure litoranee strette; grande sviluppo di coste a terrazzo sia a N del Gargano che nella Puglia centro-meridionale, la penisola salentina soprattutto.

Il versante tirrenico si presenta molto più variabile. Notevole estensione è offerta dalle coste alte liguri. Coste alte presentano discreto sviluppo anche nel Cilento e in Calabria. Le coste basse sono notevolmente estese nel tratto compreso tra la Versilia e il golfo di Salerno, ma la loro continuità è interrotta da tratti non molto sviluppati degli altri tipi di costa.

Le coste del Mar Jonio presentano notevolissima varietà. I tratti più omogenei e continui sono i terrazzi della penisola salentina, la pianura alluvionale metapontina, la costa con pianura da fiumara della Calabria nord-orientale, la pianura litoranea stretta da Catanzaro alla punta estrema della penisola.

Le coste della Sicilia presentano un quadro estremamente vario. I tratti più continui sono la striscia litoranea ad oriente dei Peloritani, i terrazzi Siracusani, la pianura di dune ad ovest di Capo Passero, la costa alta di Sciacca, le coste basse di Trapani e del tratto a nord dei Peloritani e le pianure di fiumara della zona centrale tirrenica. Per il resto si verificano fitte alternanze dei più diversi tipi di coste.

La Sardegna presenta senz'altro il quadro di maggior frammentarietà costiera del territorio nazionale. I tratti di maggiore continuità sono offerti dalle coste alte nella parte centro-orientale e centro-settentrionale dell'isola. In secondo luogo presentano discreta continuità alcuni tratti corrispondenti a pianure alluvionali-palustri nella parte sud-orientale dell'isola, l'estremità del Campidano e l'area a nord-est



di Sassari. Le coste alte della Gallura presentano fitte alternanze con piccole pianure alluvionali-palustri al fondo delle insenature.

Lo schema seguente riporta una sommaria ripartizione quantitativa dei vari tipi di costa descritti per l'intero territorio nazionale.

TABELLA I.

Tipi di coste	1	2	3	4	5	6
Mare Adriatico	18	30	15	—	37	—
Mare Ionio	12	19	31	22	8	8
Mar Tirreno e Ligure	45	8	3	2	40	2
Sicilia	33	20	9	5	22	11
Sardegna	48	15	—	—	31	6
Italia	32	18	11	4	31	4

NB: I numeri 1,2,3,4,5,6 corrispondono ai sei morfotipi descritti nel capitolo precedente.

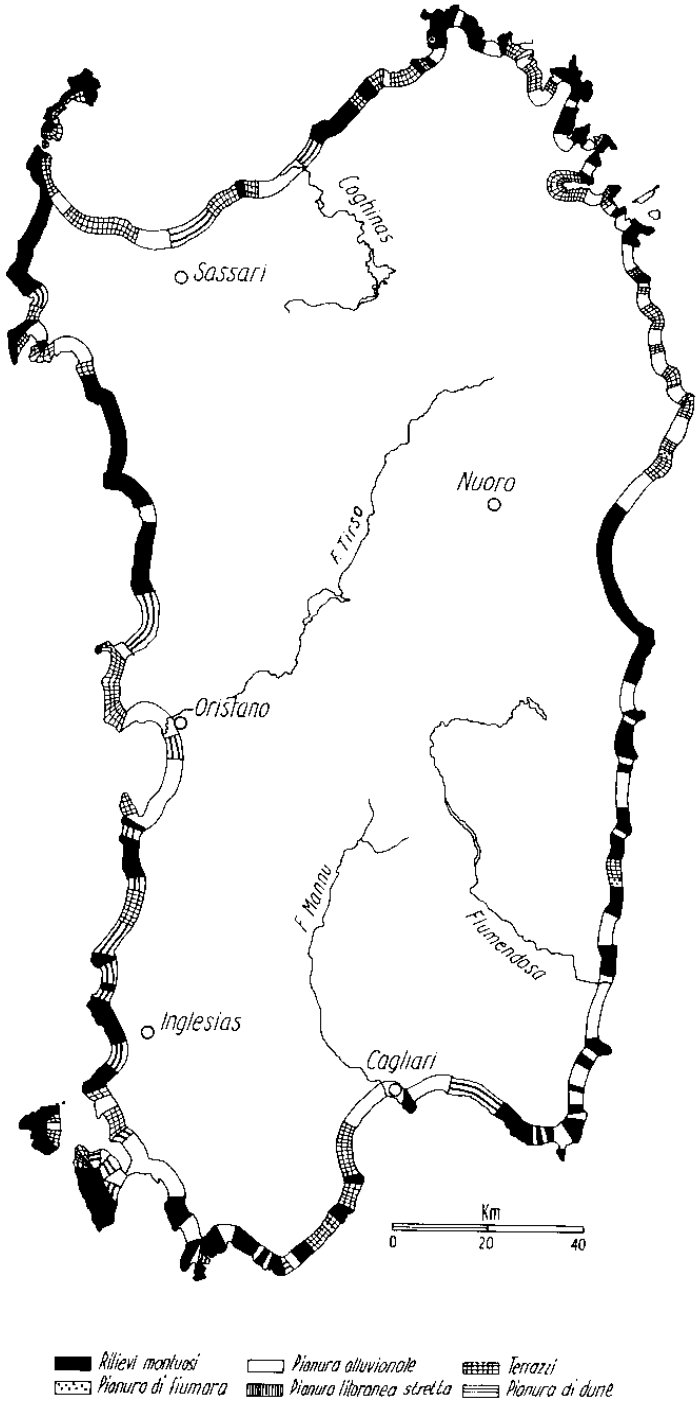

Sassari
Coghinas
Nuoro
F. Tirso
Oristano
F. Mannu
Fiumendosa
Inglesias
Cagliari
Km
0
20
40
Rilievi montuosi
Pianura di fiumara
Pianura alluvionale
Pianura litoranea stretta
Terrazzi
Pianura di dune

FIG. 3.

CONCLUSIONI

L'esame delle coste italiane ha portato ad una loro suddivisione in sei morfotipi principali, corrispondenti ai retroterra seguenti: rilievi montuosi, terrazzi, pianura litoranea stretta, pianura di fiumara, pianura alluvionale palustre, pianura di dune. I primi due morfotipi corrispondono alle coste generalmente definite alte; la pianura alluvionale palustre è suddivisibile in tre sottotipi e cioè delta, laguna e palude. Per ognuno dei morfotipi individuati sono state identificate in maniera sommaria le componenti morfologiche e idrologiche che si ritiene rivestano un ruolo importante nella costituzione delle condizioni chimico-fisiche ambientali e negli impianti biocenotici e, in definitiva, sul comportamento dei contaminanti che vengono a trovarsi, per varie vie, negli ambienti costieri.

La tabella II riporta in forma sinottica l'insieme delle componenti considerate e le loro variazioni per ogni singolo morfotipo costiero. Tali componenti sono: morfologia dell'entroterra, articolazione costiera, granulometria dei sedimenti del sottosuolo, granulometria dei fiumi e delle spiagge, profilo sottomarino, variazioni granulometriche sottomarine, deflusso fluviale, deflusso freatico, volume d'acqua subcostiero, zona di scambio in mare e fascia del fondo soggetta a moto ondoso. L'esame dell'insieme delle componenti morfologiche ed idrologiche permette di avanzare illazioni sull'entità relativa della possibile contaminazione per i diversi morfotipi e la posizione degli accumuli maggiori per ognuno di essi. Le modalità di arrivo al mare delle acque fluviali, veloci e con elevata capacità di penetrazione nelle acque marine nei periodi di piena, specialmente dalle fiumare, i diversi volumi d'acqua marina nei quali le acque fluviali vengono diluite, le diverse possibilità di allontanamento da riva e quindi di diluizione offerte dalla circolazione idrica costiera e da quella generale, la larghezza della fascia soggetta a moto ondoso, nella quale intense sono le azioni di rimozione dei sedimenti dal fondo ed elevate le condizioni di ossidazione, le diverse capacità di cattura dei sedimenti a varie granulometrie costituiscono tutti fattori di diversificazione ambientale, che condizionano il comportamento dei contaminanti nei vari morfotipi costieri. Così è possibile prevedere per le coste alte a carattere montuoso, possibilità di elevato accumulo nelle baie, in occasione di qualsiasi condizione idrologica fluviale, mentre nelle coste rettilinee gli

accumuli possono essere elevati, e prossimi alla costa, solo nei periodi di magra fluviale. Nelle coste corrispondenti a terrazzi e pianure litoranee strette l'accumulo di contaminanti nei sedimenti è prevedibilmente basso e comunque abbastanza lontano da riva, certamente più lontano rispetto a quanto può verificarsi in corrispondenza di rilievi montuosi. Zone a scarsa possibilità di contaminazione dei sedimenti sono le coste corrispondenti a fiumare ed a pianure di fiumara. Per le zone corrispondenti a pianure alluvionali - palustri le maggiori possibilità di accumulo sono, come per gli altri casi, offerte dai sedimenti sottili che possono sostare solo all'esterno e fuori dalle zone soggette al moto ondoso. Anche in casi di elevato carico inquinante delle acque, gli accumuli di contaminante sono quindi possibili in zone relativamente lontane da riva. L'entità dell'accumulo varia però in funzione della diversa quantità d'acqua terrigena che entra in contatto con l'acqua di mare. È prevedibile pertanto che in un sistema costiero planiziario si verifichi un incremento di contaminazione passando dalle zone corrispondenti ad aree palustri, a quelle corrispondenti alle lagune, all'interno delle quali si realizzano le concentrazioni più elevate, alle zone prospicienti i delta fluviali.

Tutte le considerazioni sopra esposte sono desunte dalla conoscenza del destino dei sedimenti sottili, per i quali numerosi contaminanti manifestano affinità, nei vari morfotipi costieri. La conoscenza della distribuzione di questi lungo le coste italiane può, in linea di massima, permettere di prevedere e d'inquadrare territorialmente l'andamento di una contaminazione ipotetica o reale. È chiaro che il carattere deduttivo di queste conclusioni dovrà essere soggetto al vaglio di verifiche sperimentali e di rilevamenti specifici. È quanto d si propone di fare nell'ambito dei programmi di ricerca del CNEN per la definizione dell'impatto ambientale degli impianti nucleari costieri previsti in attuazione del piano energetico nazionale.

I risultati di questo lavoro possono comunque essere utilizzati sia per lo studio dei fenomeni di inquinamento costiero convenzionale già verificatesi, sia per la qualificazione sitologica del territorio per installazioni di qualsiasi tipo.

Si termina l'argomento dando un esempio di come già il semplice schema riportato in tabella II possa consentire opzioni sitologiche di prima approssimazione. Un impianto che debba essere installato a non più di qualche metro di altezza sul livello del mare, per la necessità

TABELLA 4

CARATTERI MORFOLOGICI, SEDIMENTOLOGICI ED IDROLOGICI COSTIERI IN RELAZIONE ALLE POSSIBILITA' DI INQUINAMENTO (SITUAZIONE ITALIANA)

	Tipi di coste	alte 1 Rilievi montuosi	alte 2 Terrazzi	variabili 3 Pianura litoranea stretta	basse 4 Pianura di fiumara	basse 5 Pianura alluvionale-palustre a) delta b) laguna c) palude	variabili 6 Pianura di dune
					* periodo di piena e + periodo di magra		
I	Morfologia dell'entroterra	collinare-montuosa	tabulare poco inclinata	pianura piatta poco inclinata	alvei alluvionali incisi in zone collinari e montuose	a) piatta appena inclinata b) piatta c) piatta	piatta a cordoni paralleli alla costa
II	Articolazione costiera	da moderata a molto sviluppata	inesistente o molto limitata	inesistente	bassa o media	a) moderata b) inesistente c) inesistente	inesistente
III	Granulometria dei sedimenti del sottosuolo	(sottosuolo in genere roccioso)	media e grossolana o sottosulo roccioso	media e grossolana e sottosuolo roccioso	grossolana (e media)	a) media e sottile a corpi lentiformi b) media e sottile a strutture stratoide e lentiforme c) sottile a struttura stratoide	(in zone di terrazzi sottosuole talora roccioso) media, sottile e sottilissima a struttura stratoide e lentiforme
IV	Granulometria dei fiumi e delle spiagge	grossolana	media e grossolana	media e grossolana	grossolana (e media)	a) media b) media-sottile c) media-sottile	media e sottile
V	Profilo sottomarino	accidentato (o a piattaforma)	tabulare	poco inclinato o tabulare	inclinato e con scarpata	a) appena inclinato b) moderatamente inclinato c) moderatamente inclinata	poco inclinato o tabulare
VI	Tipo di fondo marino	roccioso e/o ciottoloso e/o sabbioso sotto costa, poi limoso	roccioso e/o sabbioso	sabbioso (e/o roccioso)	ciottoloso sotto costa poi sabbioso	a) sabbioso e limoso b) limoso c) limoso	sabbioso sotto costa, poi limoso
VII	Variazioni granulometriche sottomarine	brusche	relativamente graduali	relativamente graduali	brusche	a) graduali b) molto graduali c) molto graduali	da relativamente graduali a molto graduali
VIII	Deflusso fluviale	rapido	buono	buono	rapido	a) buono b) medio c) inesistente	da lento a inesistente
IX	Deflusso freatico	rapido	buono	buono	rapido	a) medio b) medio c) lentissimo	da buono (basamento roccioso) a lentissimo (basamento palustre)
X	Volume d'acqua sub costiero	grande	medio	medio	grande	a) molto ridotto b) ridotto c) ridotto	medio e ridotto
XI	Zona di scambio in mare	* media + ristretta	ampia e regolare	ampia e regolare	media (anche in subalveo)	a) amplissima (anche in alveo) b) ampia (anche in laguna) c) da ristretta a inesistente	da media a inesistente
XII	Fascia del fondo soggetta a moto ondoso	molto ristretta	da ampia ad amplissima	da ampia ad amplissima	media	a) amplissima b) ampia c) ampia	da ampia ad amplissima
XIII	Possibilità di accumulo di inquinanti nei sedimenti costieri	* bassa + e nelle baie: elevata	bassa e lontano dalla riva (molto oltre la linea dei frangenti)	bassa e lontano dalla riva (molto oltre la linea dei frangenti)	* bassa + bassa e lontano dalla riva (molto oltre la linea dei frangenti)	a) * elevata e lontano dalla riva + elevata nel fiume e lontano dalla riva b) * elevata in laguna, media e lontane dalla riva in mare + elevatissima in laguna, media e lontana dalla riva in mare c) * elevata in palude, media e lontane dalla riva in mare - elevatissima in palude, bassissima e lontane dalla riva in mare	come le paludi, se il basamento è palustre, come i terrazzi a basamento roccioso, se il basamento è roccioso

TAB. 2.

di disporre di acque marine per il raffreddamento, dal quale possono verificarsi rilasci di contaminanti trova probabilmente situazioni ottimali di collocazione in coste con morfologia a terrazzo. Sui terrazzi sono infatti praticamente inesistenti le possibilità di alluvionamenti, esistono abbondanti aree pianeggianti, il sottosuolo è in genere idrologicamente aperto verso il mare, il volume subcostiero d'acqua marina è discretamente elevato, la profondità delle acque non è tale da rendere il moto ondoso ininfluente sui sedimenti del fondo, gli apporti e l'accumulo sedimentario, specialmente sottile, sono ridotti, la fascia subcostiera è sede di sviluppo di correnti litoranee da ondazione mentre per la sua rettilineità e per profondità d'acqua è aperta agli scambi con le masse d'acqua profonde in quanto partecipe della circolazione marina generale. Un contaminante rilasciato dall'impianto penetra nel sottosuolo, si dirige gradualmente e direttamente verso il mare senza diffondersi, se non in maniera limitata, lateralmente, entra in acque marine facilmente mosse, ossigenate e di discreto volume, viene preso dalle correnti di circolazione generale e progressivamente diluito in volumi crescenti di acque ed arriva a contatto con sedimenti sottili ad alta capacità di adsorbimento quando ormai si trova in condizioni di diluizione estreme.

RIASSUNTO

L'utilizzazione delle aree costiere per insediamenti industriali o di altro tipo quasi sempre avviene senza che siano state adeguatamente valutate, in senso ambientale, le situazioni geomorfologiche locali. Se le attuali previsioni di sviluppo energetico dovessero trovare pratica attuazione, un certo numero di impianti nucleari sarebbe installato in aree costiere. Da ciò discende la necessità di una classificazione territoriale, che consenta di prevedere eventuali conseguenti contaminazioni.

Fra i vari parametri che a tal fine devono essere presi in considerazione trova necessaria collocazione l'aspetto geomorfologico. Per questo aspetto il CNEN ha proceduto sulla base dei dato cartografici e geologici disponibili, ad una prima individuazione dei morfotipi più comuni che caratterizzano le coste italiane. Per ciascun tipo si è cercato di individuare le variabili geologico-ambientali più significative ai

fini della possibile contaminazione litoranea e cioè morfologia, sedimentologia ed idrologia sia delle parti emerse che di quelle sottomarine.

ABSTRACT

Results of a systematic investigation on sediments of italian rivers are reported. (69° Conference of Società Geologica Italiana. Perugia 1978). The collected data, in connection with the emerged areas, allow the evaluation of the influence of the litology of the emerged basins on the marine sedimentation basins, not only as for as the composition of the sediments is concerned, but also for the distribution of the trace elements; these elements are often considered in investigating marine contamination. In addition, general geochemical data relative to Italian lithological formations are also given, as well as some indications on the natural geochemical distribution of various elements present in the Italian territory. Some examples of real correlation between emerged and submarine basins are given, from both the sedimentological and geochemical point of view. This knowledge, which can be immediately used in the study of the conventional contamination, also make possible to understand and foresee the environmental behaviour of radionuclides.

BIBLIOGRAFIA

B. Anselmi, A. Brondi, G. Falchi, O. Ferretti. 1978. Lineamenti granulo-metrici e mineralogici generali dei sedimenti fluviali e costieri del territorio italiano. Studio di supporto a ricerche sulla dinamica costiera e sulla contaminazione. In corso di stampa su: Atti 69° *Congresso della Società Geologica Italiana* (Perugia 1978).

Fogli geologici 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia a cura del: Servizio Geologico Italiano.

Fogli topografici 1:100.000 e 1:25.000 a cura dell'Istituto Geografico Militare.

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELL'INFLUENZA DELLA GEOLOGIA E DELLA GEOCHIMICA DEI BACINI EMERSI SULLA COMPOSIZIONE DEI SEDIMENTI MARINI

Indagine sistematica sugli apporti fluviali dell'intero territorio nazionale.

B. ANSELMI, F. BENVEGNU', A. BRONDI e O. FERRETTI*
*Laboratorio Geologia Ambientale, CNEN, Gasacela (Roma).

INTRODUZIONE

La possibilità di sviluppo del settore energetico, con il ricorso a costruzioni di impianti nucleari costieri, determina la necessità di poter prevedere le eventuali conseguenze ambientali. Il presupposto per intervenire in maniera incisiva nel controllo del comportamento ambientale dei radionuclidi, deliberatamente o accidentalmente rilasciati, è la conoscenza delle fenomenologie che presiedono agli scambi fra le varie componenti ambientali. La conoscenza del comportamento dei contaminanti convenzionali, naturali o artificiali, all'interno del sistema bacini di erosione - bacini di sedimentazione, costituisce un utile punto di riferimento per qualsiasi previsione di comportamento anche dei radionuclidi. È indubbio che vari aspetti di natura geologica rappresentano componenti importanti nei fenomeni ambientali e che la conoscenza del loro estrinsecarsi e dei loro rapporti sull'intero territorio nazionale costituisce un'acquisizione indispensabile per l'inquadramento e il controllo di qualsiasi fenomeno di contaminazione. Il contributo del Laboratorio di Geologia Ambientale a questo problema consiste nell'aver determinato i tipi di apporti fluviali al mare per tutto il territorio, individuando la possibile influenza esercitata dalla geologia dei bacini in erosione sui sedimenti marini, in senso sia

composizionale che di delimitazione geografica. Nel presente lavoro vengono riportati alcuni esempi di diffusione e accumulo nei sedimenti marini di elementi, come Hg, Cu e Cr, spesso considerati contaminanti artificiali, ma chiaramente provenienti da aree geochimicamente anomale. Seguendo tale impostazione verranno condotti studi che permettono di contribuire sia a una corretta valutazione dello stato di contaminazione del territorio, sia a un riconoscimento dei fenomeni dinamici che regolano tale contaminazione. Con ciò sarà anche disponibile una base per l'inquadramento dei fenomeni di inquinamento radioattivo. Illazioni sul comportamento ambientale dei radionuclidi possono essere avanzate a partire dalla conoscenza del comportamento dei loro omologhi stabili.

CARATTERI MINERALOGICI E SEDIMENTOLOGICI DEI SEDIMENTI FLUVIALI E COSTIERI ITALIANI

La composizione granulometrica e mineralogica dei sedimenti marini epicontinentali dipende in misura prevalente dalla litologia delle vicine terre emerse in erosione. Per un pratico riscontro di quanto sopra esposto è stata redatta una carta litologica semplificata allo scopo di correlare i dati granulometrici e mineralogici dei sedimenti fluviali e costieri con la litologia dei bacini dell'entroterra {69° Congresso della Società Geologica Italiana - Perugia. Brondi e altri, 1978) (fig. 1,2, 3,4 e 5). Ne è risultata una evidente distinzione mineralogica e sedimentologica generale, tra i due versanti adriatico e ligure-tirrenico; più in particolare, attraverso la presenza di minerali caratteristici dei diversi complessi rocciosi e la loro distribuzione geografica è stato possibile ripartire il territorio in varie province mineralogiche. Attraverso la distribuzione di questi stessi minerali possono essere individuate o ipotizzate la presenza e la distribuzione degli elementi in tracce cogenetici.

ESEMPI DI CORRELAZIONE FRA LITOLOGIA DELLE AREE EMERSE E CARATTERI SEDIMENTOLOGICI DEI BACINI SOTTOMARINI

Come esempio delle correlazioni reali o prevedibili dell'influenza delle aree emerse sulle aree sottomarine possono essere prese alcune

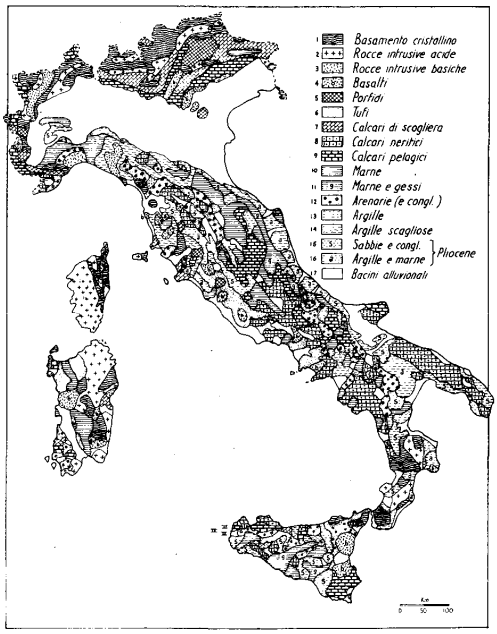


FIG. 1. – Schema litologico (da Brondi e altri. 69° Congresso Società Geologica Italiana, Perugina 1978).

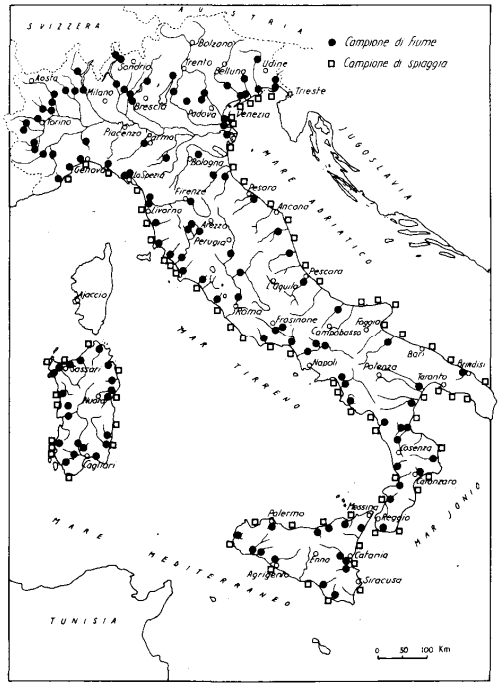


FIG. 2. – Campionamento dei sedimenti fluviali e di spiaggia (da Brondi e altri, 69° Congresso Società Geologica Italiana, Perugina 1978).

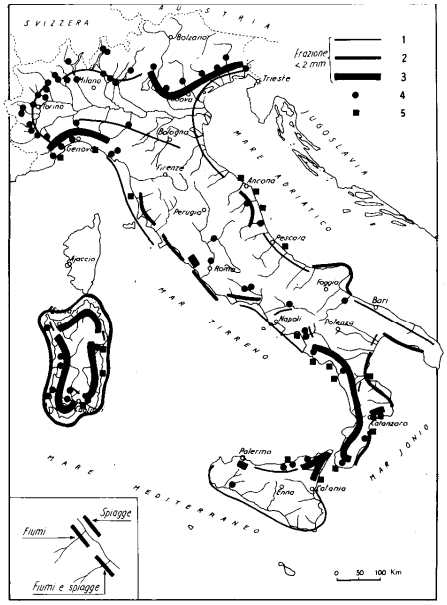


FIG. 3. – Composizione granulometrica dei sedimenti fluviali e costieri (da Brondi e altri. 69° Congresso Società Geologica Italiana, Perugina 1978).

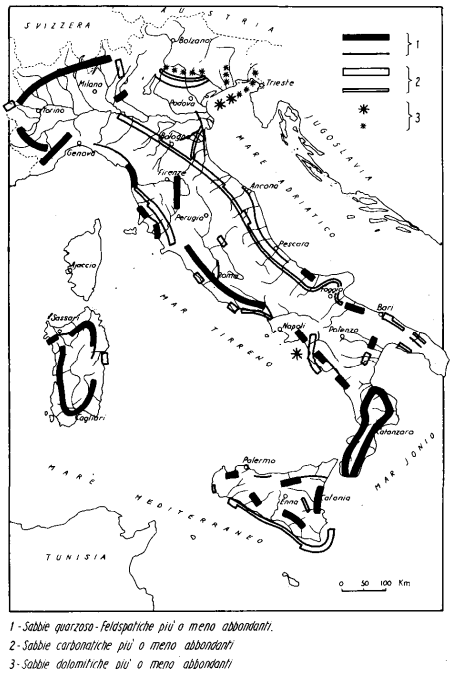


FIG. 4. – Composizione mineralogica generale dei sedimenti fluviali e costieri (da Brondi e altri. 69° congresso Società Geologica Italiana, perugina 1978).

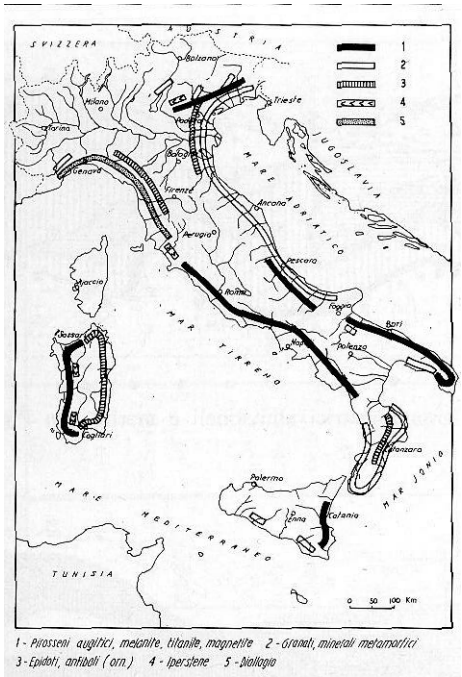


FIG. 5. - Composizione mineralogica della frazione pesante dei sedimenti fluviali e costieri, (da Brondi e altri. 69° Congresso Società Geologica Italiana. Perugia 1978).

carte di uno studio sedimentologico dell'Adriatico. (Pigorini, 1967). I dati granulometrici fluviali {Brondi e altri, 1978) trovano una certa corrispondenza con quelli riscontrati per la fascia subcostiera dall'autore citato (fig. 6). Non è possibile invece dire al momento fino a dove si estendono e quali siano le limitazioni reciproche delle aree di influenza dei vari bacini sulle aree fangose al largo.

Per quel che riguarda la composizione generale mancano nel lavoro citato i dati specifici. Utili indicazioni sull'estensione e delimitazione delle aree di influenza dei bacini emersi, sulle zone di piattaforma possono essere tratte dal confronto dei dati di distribuzione dei minerali pesanti nei due settori (fig. 7). La linea ideale che si spinge nell'Adriatico, a partire da un punto costiero posto a nord di Pe-scara, separa una provincia mineralogica a granati e minerali metamorfici (fig. 5 gruppo 2) da una provincia a minerali vulcanici (fig. 5 gruppo 1). In pratica questa grossolana ripartizione corrisponde anche ad una separazione fra zone influenzate dai bacini padano-marchigiani e dai bacini abruzzesi-molisano-pugliesi, con conseguenti differenti composizioni e distribuzioni sia di minerali fondamentali che di elementi in tracce.

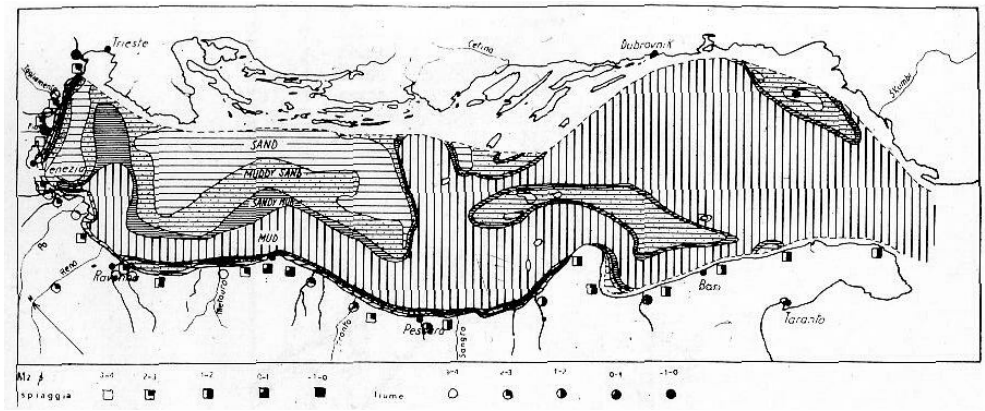


FIG. 6. - Caratteri granulometrici alluvionali e marini (da Pigorini 1967 con integrazioni).

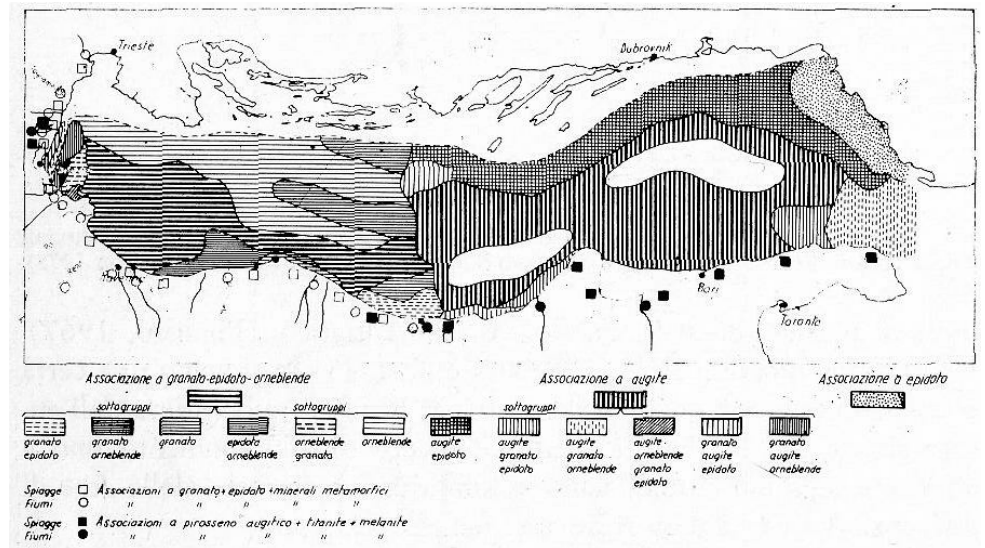


FIG. 7. - Correlazioni tra province mineralogiche delle terre emerse e dei bacini di sedimentazione (da Pigorini 1967 con integrazioni).

CORRELAZIONI FRA i CARATTERI GEOCHIMICI-LITOLOGICI DELLE AREE EMERSE E LA DIFFUSIONE NEI SEDIMENTI MARINI DEI VARI ELEMENTI IN TRACCE

In precedenza si è fatto cenno ad un diverso contenuto di elementi nei diversi litotipi; tale contenuto viene indicato con il termine «clarke» in geochimica. La tabella 1 riporta il clarke calcolato per litotipi di varie parti del mondo. Il confronto di tale tabella con la figura. 1 consente di giudicare quanto sia grande la variabilità preve-

Tabella 1

Distribuzione geochimica di alcuni elementi (in ppm)

Elementi	Rocce ignee					Rocce sedimentarie			Sedimenti marini pelagici		Oceani
	U.basiche	Basalti	Graniti + Ca	Graniti - Ca	Sieniti	Argille	Arenarie	Carbonati	Carbonati	Argille	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Sb	10^{-1}	$2x10^{-1}$	$2x10^{-1}$	$2x10^{-1}$	10^{-1}	1,5	10^{-2}	$2x10^{-1}$	$1,5x10^{-1}$	1	$5x10^{-4}$
As	1	2	1,9	1,5	1,4	13	1	1	1	13	$3x10^{-3}$
Cd	10^{-1}	$2,2x10^{-1}$	$1,3x10^{-1}$	$1,3x10^{-1}$	$1,3x10^{-1}$	$3x10^{-1}$	10^{-2}	$3,5x10^{-2}$	10^{-2}	$4,2x10^{-1}$	$1,1x10^{-4}$
Co	$1,5x10^{-2}$	48	7	1	1	19	$3x10^{-1}$	10^{-1}	7	74	10^{-4}
Cu	10	87	30	10	5	45	1	4	30	$2,5x10^{2}$	$3x10^{-3}$
Fl	10^{2}	$4x10^{2}$	$5,2x10^{2}$	$8,5x10^{2}$	$1,2x10^{3}$	$7,4x10^{2}$	$2,7x10^{2}$	$3,3x10^{2}$	$5,4x10^{2}$	$1,3x10^{3}$	1,3
Fe	$9,4x10^{4}$	$8,6x10^{4}$	$2,9x10^{4}$	$1,4x10^{4}$	$3,6x10^{4}$	$4,7x10^{4}$	$9,8x10^{3}$	$3,8x10^{3}$	$9x10^{3}$	$6,5x10^{4}$	10^{-2}
Hg	$4x10^{-3}$	$7x10^{-3}$	$2 x 10^{-2}$	$3,9x10^{-2}$	10^{-2}	$4x10^{-1}$	$3x10^{-2}$	$4x10^{-2}$	10^{-2}	10^{-1}	$3x10^{-5}$
Ni	$2x10^{3}$	$1,3x10^{2}$	15	4,5	4	68	2	20	30	$2,2x10^{2}$	$2x10^{-3}$
Th	$4x10^{-3}$	4	8,5	17	13	12	1,7	1,7	1	7	$5x10^{-5}$
Sn	$5x10^{-1}$	1,5	1,5	3	1	6	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}	1,5	$8x10^{-4}$
U	10^{-3}	1	3	3	3	3,7	$4,5x10^{-1}$	2,2	10^{-1}	1,3	$3x10^{-3}$
Zn	50	$1x10^{2}$	60	39	$1,3x10^{2}$	95	16	20	35	$1,6x10^{2}$	10^{-2}
Cr	$1,6x10^{3}$	$1,7x10^{3}$	22	4,1	2	9	35	11	-	-	-
Pb	1	6	15	19	12	20	7	9	9	8	$3x10^{5}$

Colonna 1-10 e 12 da Turekian (1961). Colonna 11 da Goldberg (1965)

dibile della distribuzione di elementi in tracce conseguente alla variabilità litologica (tabella 2).

TAB. 2. - Correlazione tra dati geochimici della tabella 1 e i litotipi italiani della figura 1.

Colonna 1 corrisponde al litotipo 3	Colonna 5 corrisponde al litotipo 2-5
Colonna 2 corrisponde al litotipo 4	Colonna 6 corrisponde al litotipo 13-14-16
Colonna 3 corrisponde al liLotipo 2-5	Colonna 7 corrisponde al litotipo 12-15
Colonna 4 corrisponde a! litotipo 2-5	Colonna 8 corrisponde al litotipo 7-8-9

Occorre precisare che correlazioni di questo tipo sono valide solo in prima approssimazione e che qualsiasi di questi dati deve essere oggetto di verifiche preliminari.

Per chiarimento forniamo un esempio di una loro utilizzazione: la presenza di rocce basiche, con contenuto naturalmente alto di rame, nichel e cromo (tab. 1), nei bacini liguri-toscani, riportata dalle carte litologiche (fig. 1) e denunciata dalla distribuzione di minerali del gruppo 5 (fig. 5) indizia tali bacini ed il bacino sottomarino ligure sottostante, come le zone più cuprifere, nichilifere e cromifere del territorio italiano. I livelli reali dei tenori in tali metalli devono comunque essere accertati.

Quanto appena riportato riguarda il contenuto di fondo di vari elementi nei diversi litotipi. Oltre a ciò esistono numerose aree della crosta terrestre nelle quali il contenuto in elementi rari risulta anomalo per varie estensioni e raggiunge valori di maggior concentra-zione nei giacimenti minerari. Tali aree vengono generalmente definite «province geochimiche» e ad esse non debbono necessariamente corrispondere giacimenti minerari. Mancando questi ultimi, la presenza di una provincia geochimica può essere addirittura ignorata e viene così a mancare un utilissimo punto di riferimento per l'inter-pretazione dei dati rilevati in aree oggetto di indagini ambientali.

Nella figura 8 sono stati tracciati, sulla base di dati ricavati dalla più recente Carta Mineraria Italiana e anche sulla base di dati in nostro possesso, i limiti di varie province geochimiche (Servizio Geologico 1973).

Il quadro risultante è senz'altro incompleto, ma è già sufficiente a dare un'idea della distribuzione differenziata di molti elementi nel nostro territorio. Ai fini della conoscenza degli apporti naturali di potenziali inquinanti nell'ambiente emerso ed in quello sottomarino, sa-

FIG. 8. - Distribuzione delle concentrazioni anomale di alcuni elementi sul territorio nazionale.

rebbe necessario tener conto di numerosi altri fattori, primo fra tutti il vulcanesimo attivo, soprattutto sottomarino.

Una provincia geochimica è in genere non soltanto estesa nello spazio ma persistente nel tempo. Ricerche alluvionali condotte nelle Alpi Orientali dal CNEN hanno dimostrato che la presenza anomala di molti elementi (Pb, Zn, Ba, F) caratterizza quasi tutte le formazioni geologiche succedutisi dall'era primaria alla attuale, dando luogo a distribuzioni sia concentrate sia diffuse, a seconda dell'attitudine del paleoambiente a catturare localmente in forma massiccia, o diffusamente gli elementi in circolazione. Lo schema riprodotto in figura 9 consente la seguente interpretazione. Un certo evento ha determinato la concentrazione degli elementi indicati nelle paleoscogliere devoniche. La parziale demolizione delle paleoscogliere devoniche e del loro retroterra ha portato alla diffusione degli elementi mineralizzanti nei bacini marini arenaceo-argillosi carboniferi circostanti. Dai terreni carboniferi e da quelli precedenti provengono gli elementi destinati a costituire

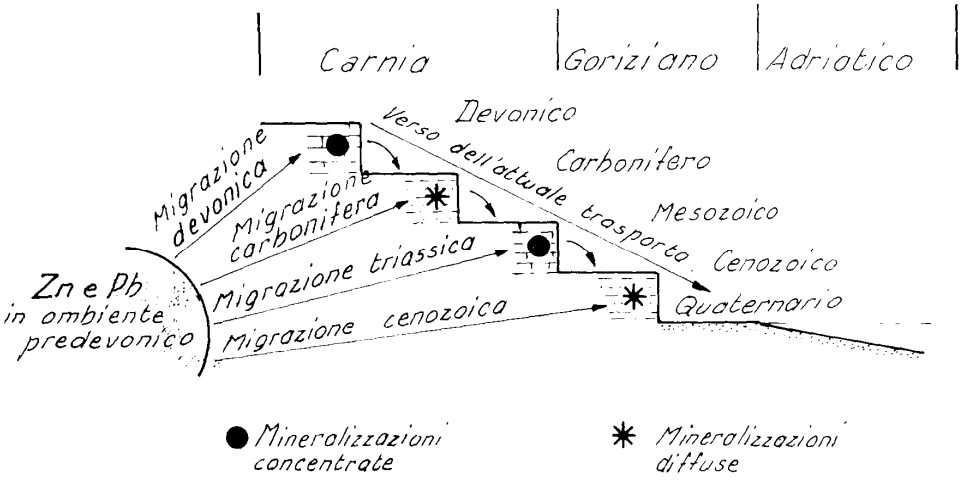


FIG. 9. - Esempio di persistenza nel tempo di una provincia geochimica (Pb, Zn, ecc.).

concentrazioni nelle barriere coralline triassiche. L'emersione e la demolizione di queste ultime e del loro retroterra alimentano in sedimenti ed elementi rari i sedimenti eocenici di mare poco profondo, senza dar luogo a concentrazioni. Ciò che resta di queste mineralizzazioni o alti contenuti geochimici delle formazioni geologiche nei rilievi dalla Carnia al mare, alimenta attualmente il bacino marino più prossimo, l'alto Adriatico, per il quale c'è da aspettarsi un contenuto degli elementi indicati nei sedimenti più elevati rispetto ad altre zone dello stesso mare.

A riprova dell'importanza della situazione litologica e geochimica delle terre emerse nel determinare il livello del tenore di determinati metalli nei sedimenti dei bacini marini sottostanti si riportano alcuni esempi. Alla presenza di una provincia mercurifera nelle Alpi Orientali corrisponde un contenuto di mercurio decisamente anomalo nei

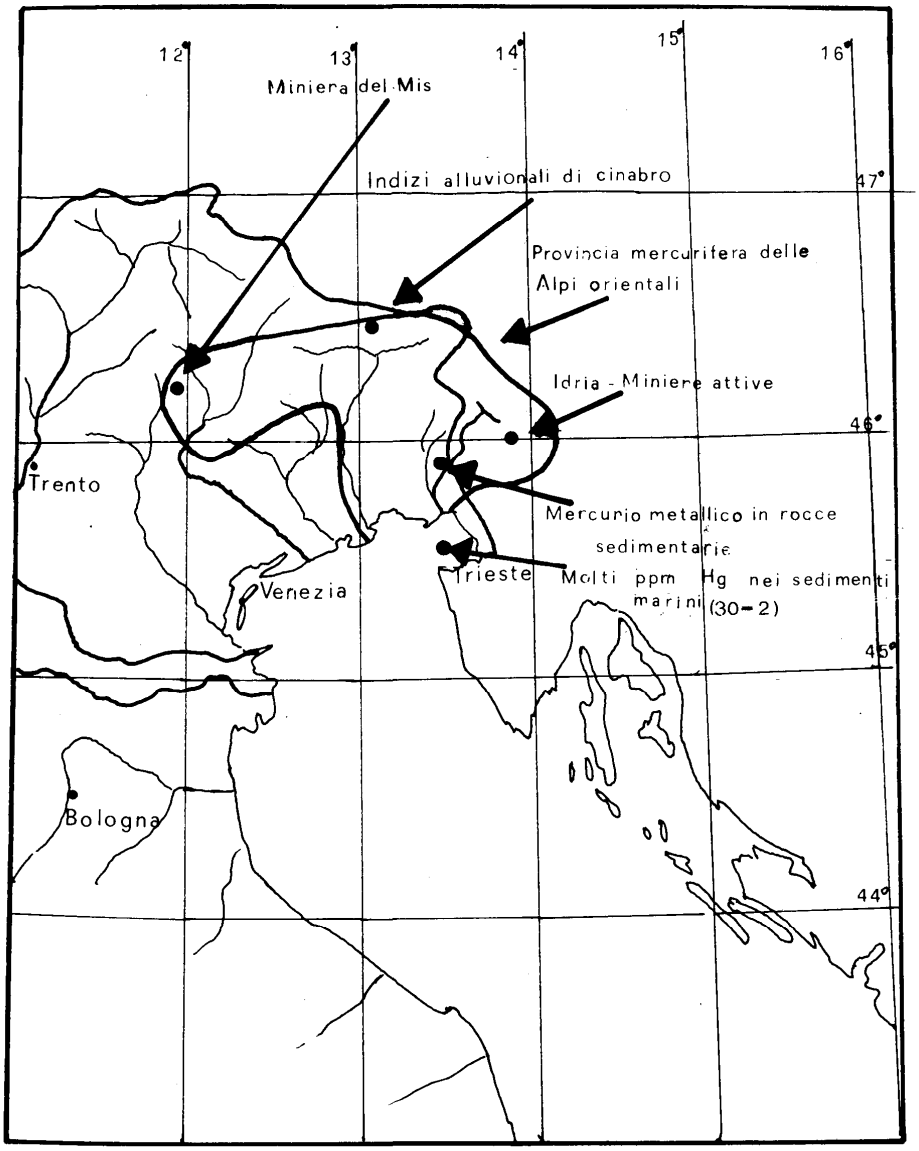


FIG. 10. - Correlazione fra la presenza di Hg nei bacini emersi e contenuto anomalo nei sedimenti marini, (da Maggiori 1976).

sedimenti del Golfo di Trieste e dell'alto Adriatico (Maggiori e altri, 1976) (fig. 10). Altrettanto evidente risulta la correlazione tra la presenza di rocce vulcaniche basiche, cromifere, nichelifere ecc., nella penisola balcanica, e la presenza di cromo nei sedimenti del basso Adria-

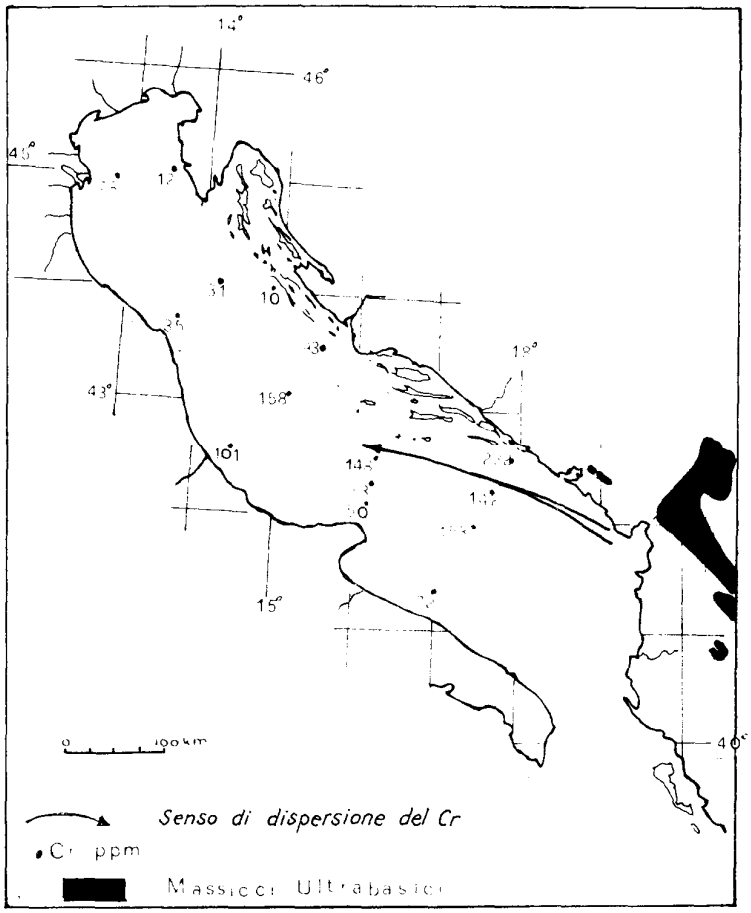


FIG. 11. - Correlazione fra affioramenti di ultra mafiti e distribuzione di Cr nei sedimenti marini (da J. Paul, D. Meishner 1976).

tico (J. Paul 1976). Il senso di dispersione di tale elemento in mare fornisce anche un'ottima indicazione del movimento prevalente delle masse d'acqua (fig. 11).

CONCLUSIONI

Con il presente lavoro si è inteso contribuire alla conoscenza dei rapporti di dipendenza della sedimentologia e della geochimica dei bacini dei mari italiani dalla situazione geologica e geochimica delle terre emerse. Le esemplificazioni sviluppate permettono di affermare che è possibile, sulla base della composizione mineralogica e della

presenza di particolari elementi legati a determinati complessi litologici affioranti nei vari bacini in erosione ripartire le aree marine in zone di influenza delle varie aree emerse. Si ottiene con ciò anche la risultante dei vari spostamenti delle masse idriche e sedimentarie nell'ambiente sottomarino. È stato anche dimostrato come la distribuzione nei sedimenti marini di elementi considerati contaminanti sia direttamente legata alla geochimica delle formazioni litologiche affioranti. Da questo nasce la necessità di accertare in maniera omogenea, sincronica e definitiva il tenore di fondo naturale di tutti quegli elementi, considerati contaminanti, che possono essere messi in circolazione dalle attività umane. Potrebbero in tal maniera anche essere inquadrate nella giusta dimensione le cause della contaminazione ambientale oggi un pò troppo emotivamente attribuite all'uomo. Con l'esame previsto degli elementi in traccia contenuti nei sedimenti fluviali, raccolti nell'ambito del presente lavoro, si conta di poter disporre, per grosse ripartizioni territoriali ed alla scala prescelta, di dati sugli apporti reali di elementi potenzialmente contaminanti al mare. Chiaramente la possibilità di poter definire i rapporti tra geologia delle terre emerse e situazione composizionale e geochimica degli ambienti sottomarini dipende dalla possibilità di poter disporre della conoscenza generale della sedimentologia sottomarina del territorio italiano, cosa che esiste attualmente al di fuori dell'Adriatico solo per aree limitate. La stessa considerazione vale per la necessità di conoscere la distribuzione territoriale, sia pure a grandi linee, degli elementi considerati inquinanti. L'impegno per l'acquisizione di tali dati di fondo non sarebbe, a nostro avviso sproporzionato rispetto alle capacità ed alle risorse impegnate attualmente nello studio della contaminazione in aree limitate, la cui ripartizione corrisponde forse ad una logica di lottizzazione fra i vari istituti che operano in campo ambientale.

RIASSUNTO

Si riportano i risultati di uno studio sistematico, sugli apporti sedimentari dei fiumi italiani al mare (69° Congresso della Società Geologica Italiana - Perugia 1978). I dati raccolti, messi in correlazione con la litologia delle zone emerse in erosione, costituiscono il presupposto per rendere possibile la valutazione dell'influenza della litologia

dei bacini emersi sui bacini di sedimentazione marini, non solo per la composizione dei sedimenti, ma anche per la distribuzione degli elementi in tracce, usualmente oggetto di considerazione nell'ambito degli studi di contaminazione marina. Ad integrazione di questi dati vengono forniti i lineamenti geochimici generali riferiti anche alle formazioni litologiche italiane, nonché indicazioni sulla distribuzione geochimica naturale di vari elementi presenti sul territorio nazionale. Vengono presentati alcuni esempi di reale correlazione tra bacini emersi e bacini sottomarini per gli aspetti sedimentologici generali e per gli aspetti geochimici. Con tale lavoro si è inteso iniziare ad acquisire elementi sulla dinamica di scambio tra terre emerse e bacini sottomarini. Tali conoscenze generali, di immediata utilizzazione per lo studio della contaminazione ambientale convenzionale, costituiscono la base anche per la comprensione e la previsione del comportamento ambientale dei radionuclidi.

ABSTRACT

The use of coastal areas for industrial or other installations is often carried out without adequately taking into account the local geomorfological situation from an environmental point of view. If the present hypothesis concerning the increase of energy needs turn out true, a number of nuclear plants will be built on coastal areas. If so, a classification of the territory will be necessary in order to evaluate possible contaminations. In this respect, the geomorphological aspect is among the parameters to be taken into account. To this purpose, CNEN has carried out a preliminary identification of the commonest morphotypes characterizing the Italian coast, using the available cartographic and geological data. For each type, an attemp has been made to identiphy the geological and environmental variables which are the most significant for a possible coastal contamination, i.e. morphology, sedimentology, hydrology for both the emerged and submarine areas.

BIBLIOGRAFIA

Anselmi B., Brondi A., Falchi G., Ferretti O. 1978. Lineamenti granulometrici e mineralogici generali dei sedimenti fluviali e costieri del territorio italiano. Studio di supporto a ricerche sulla dinamica costiera e sulla contaminazione marina. In corso di stampa su: *Atti 69° Congresso della Società Geologica Italiana*. Perugia 1978.

Grancini G., Stievano B.M. 1975. La determinazione di elementi in tracce nell'acqua di mare e nel sedimento del Nord-Adriatico mediante l'analisi per attivazione neutronica. *Mem. Biol. Mar. Ocean*. 5 (4) 77-97.

Paul J., Meischner D. 1976. Heavy metals analysis from sediments of the Adriatic Sea. *Senckenbergiana marit.* (1-9) 91-102.

Pigorini B. 1967. Aspetti sedimentologici del mare Adriatico. *Soc. Sci. Nat. Museo Civico Milano.*

Servizio Geologico Italiano 1973. Carta Mineraria d'Italia 1:1.000.000.

Turekian K.K., Wedephol K.H. 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 72: 175-191.

Maggiori e altri 1976. Inquinamento di Mercurio nell'Alto Adriatico. *Acqua e Aria*. 31: 164-172.

MODELLAMENTO DELLA SPIAGGIA SOMMERSA PER EFFETTO DEL MOTO ONDOSO TRA METAPONTO LIDO E GINOSA MARINA

F. AMATUCCI*, C. AMORE** e P. CATALDO*
* Unità Operativa C.N.R.: Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche - Università di Napoli.
** Unità Operativa C.N.R.: Istituto di Scienze della Terra - Università di Catania.

PREMESSA

Nella presente nota si riportano sinteticamente i risultati di alcune ricerche svolte sul litorale ionico dalle Unità Operative C.N.R. che fanno capo all'Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università di Napoli ed all'Istituto di Scienze della Terra dell'Università di Catania.

Queste indagini, condotte nella primavera-estate 1977 dalle singole Unità per i settori di propria competenza, sono state volte all'esame dei fenomeni di interazione tra moto ondoso e fondali nell'Area Campione dello Ionio. Tale area è da diversi anni oggetto di studio da parte di gruppi di ricercatori che svolgono l'attività con Finanziamenti C.N.R. nell'ambito del Progetto Finalizzato «Conservazione del Suolo» - Sottoprogetto «Dinamica dei Litorali».

A tal fine sono state analizzate le mareggiate rilevate dalla stazione ondametrica, installata a Ginosa Marina, nel periodo maggio-settembre 1977 e sono stati elaborati i dati per individuare la topografia dei fondali e per determinare i parametri fisici e geomorfologici dei sedimenti relativi alla zona tra Metaponto Lido e Ginosa Marina rilevati nella campagna 1977.

I dati così acquisiti sono stati utilizzati per effettuare un confronto tra i profili desumibili da alcune formulazioni teorico-sperimentali con quelli riscontrati in natura discutendone poi i risultati.

2 - CONFIGURAZIONE DEI FONDALI E INDICI GRANULOMETRICI DEI SEDIMENTI

L'area sommersa della spiaggia modello, individuata tra la foce del fiume Basente e la Stazione di Castellaneta, è costituita da una spiaggia a fondo sabbioso, con ripples e megaripples di direzione variabile secondo il tipo di incidenza della mareggiata più recente, quasi completamente privo di vegetazione nei generi più frequenti quali Zostera, Cimodocea o Posidonia; al di là delle barre il fondo degrada dolcemente con un profilo uniforme e regolare, spesso leggermente concavo, fino all'isobata di 19-20 m, in corrispondenza della quale è stato quasi sempre riscontrato il gradino morfologico già osservato nella campagna del luglio 1973 da Di Geronimo (in Cocco et alii, 1976).

La fascia delle barre, compresa tra l'asse del primo truogolo ed il piede della barra foranea, caratterizzata mediamente da tre ordini, si estende per 300 m circa fino all'isobata dei 6 m, ad eccezione degli specchi d'acqua antistanti Metaponto Lido e Ginosa Marina che nell'ambito della spiaggia modello rappresentano delle situazioni particolari sotto il profilo dell'andamento morfologico del fondo marino e delle caratteristiche tessiturali dei sedimenti, evidenziate dai dati morfologici e granulometrici quantizzati secondo i parametri proposti da Carobene & Brambati (1975) e da Folk & Ward (1957).

Dei dati raccolti lungo tutta la spiaggia modello dalla Unità Operativa di Catania nelle campagne estiva ed invernale del 1977, in corso di pubblicazione, vengono qui di seguito descritte soltanto le situazioni relative a Metaponto Lido e Ginosa Marina.

Nella planimetria di fig. 1 sono stati riportati ad intervalli metrici le isobate 6-15 m (linea continua), il limite esterno della fascia delle barre (a tratteggio) e le sezioni trasversali dei profili batimetrici contrassegnate con PI, P2, P6, P12, P13, P14.

Le tracce dei profili batimetrici delle campagne estiva ed invernale (rispettivamente a tratto continuo ed a tratteggio), sono state riportate in diagrammi cartesiani aventi in ordinate la profondità rispetto al livello medio del mare ed in ascisse la distanza dalla linea di battigia

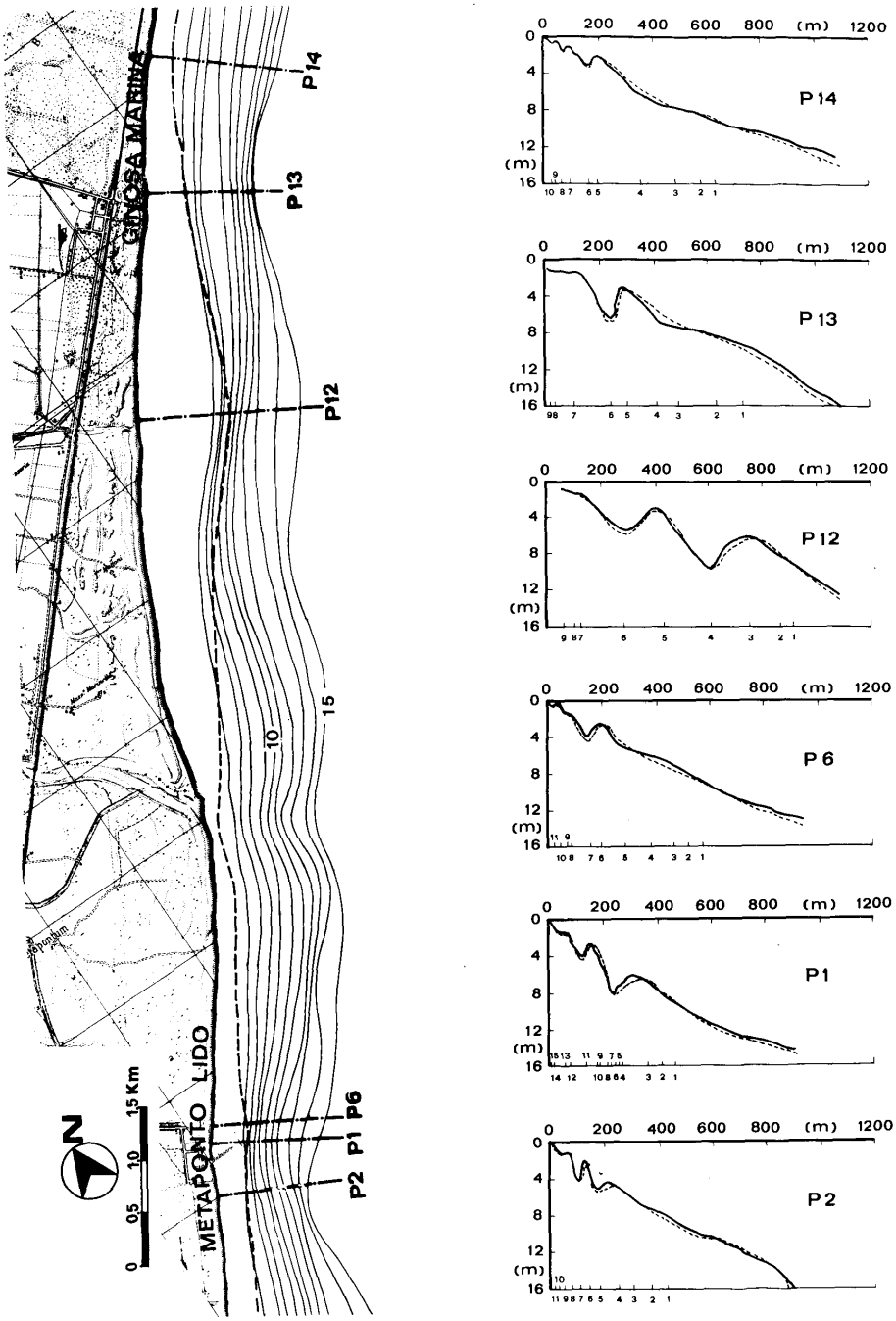


FIG. 1. - Planimetria della fascia costiera con indicazione delle sezioni trasversali e relativi profili batimetrici estivi ed invernali dell'anno 1977.

ed il numero dei campioni di sedimento prelevati contemporaneamente all'esecuzione dei rilievi secondo un ordine progressivo, ad intervalli metrici tra le isobate 10-6 m e quindi in corrispondenza dei cavi dei truogolo e delle creste delle barre fino al gradino di battigia ed al litorale emerso: le relative fasce di distribuzioni granulometriche comprendenti le singole curve cumulative sono riportate nei diagrammi semilogaritmici di fig. 2.

Come si può osservare dal confronto tra le due serie di profili, la configurazione della topografia dei fondali nella campagna invernale non presenta differenze apprezzabili rispetto a quella della campagna estiva, che è stata quindi utilizzata nella definizione delle caratteristiche tessiturali dei sedimenti.

2.1 - METAPONTO LIDO

Nello specchio d'acqua antistante Metaponto Lido sono presenti tre ordini di barre poco delineate e marcate, compresi in una fascia che si estende fino a 500 m circa dalla costa, restringendosi subitamente verso i valori minimi di 250 e 270 m della spiaggia modello, sia verso Nord che verso Sud dove è seguita da una ristretta fascia con due ordini di barre.

I tre ordini di barre presentano gli assi delle creste a distanze di 60-150-300 m dalla costa toccando le isobate di 1 m, 2,2 m e 6 m rispettivamente.

Analizzando le distribuzioni granulometriche dei sedimenti secondo direzioni subnormali alla costa, le dimensioni medie degli elementi tendono a diminuire gradualmente dalle sabbie medio-grossolane (0,90 -1,40 Φ) del litorale emerso attraverso le sabbie medie (1,50 - 1,60 Φ) del gradino di battigia fino alla zona esterna caratterizzata da granulometrie dei sedimenti delle barre (1,60-2,10 Φ, corrispondenti a sabbie medio-fini) più grossolane rispetto a quelle dei truogoli (2,10 - 2,40 Φ corrispondenti a sabbie fini): in questa fascia quindi il gradino di battigia non costituisce come nella rimanente parte della spiaggia modello il fulcro dei sedimenti più grossolani rispetto alla spiaggia emersa e sommersa, ma uno dei termini di passaggio di una successione granulo-metrica che pur interessata da oscillazioni positive e negative tende a decrescere dal litorale emerso fino alle barre foranee.

Iniziando dal litorale emerso i valori della deviazione standard

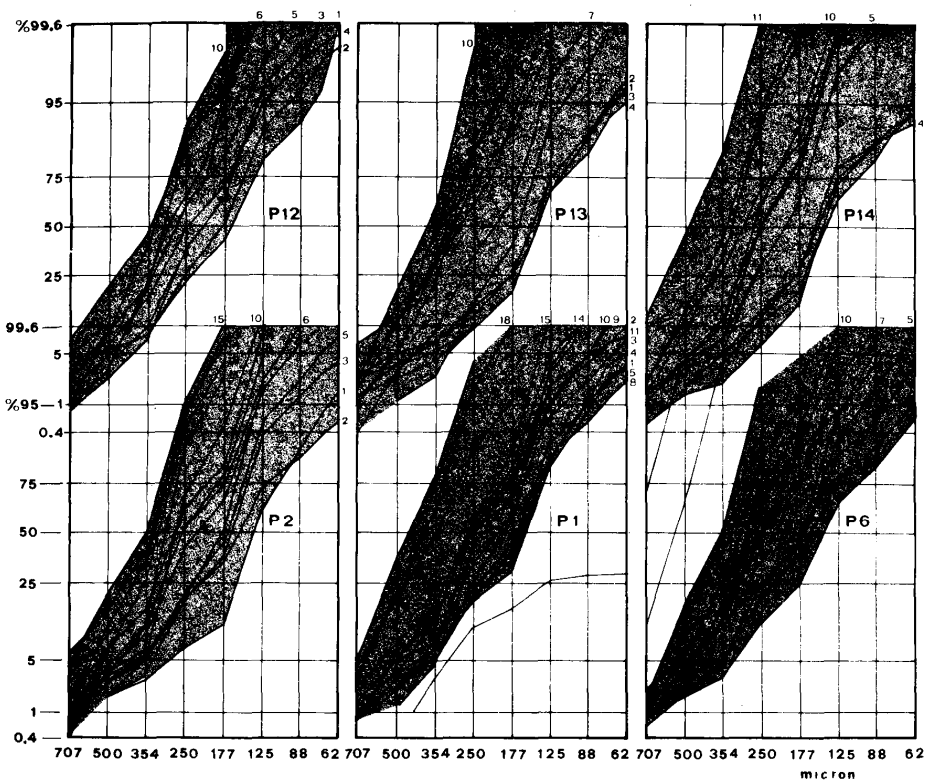


FIG. 2. - Fasce di distribuzione granulometrica dei campioni di sedimenti prelevati nella campagna 1977.

mostrano una graduale tendenza all'aumento da 0,25 - 0,40 fino a 0,40 - 0,60 della barra foranea, manifestando anche qui la tendenza ad una minore classazione verso il largo che trova conferma nell'andamento dei valori della curtosi.

Quasi impossibile schematizzare l'andamento dell'asimmetria, in cui si può notare soltanto una tendenza dai valori negativi del litorale emerso (—0,15 /—0,25) verso simmetrie o asimmetrie positive (—0,08/+0,02) in corrispondenza del gradino di battigia, passando così da sedimenti con medie «code dei grossi» a sedimenti con distribuzioni granulometriche simmetriche.

I valori della curtosi infine, nell'ambito di una generale diminuzione verso il largo e di una maggiore classazione dei sedimenti delle barre rispetto a quelli dei truogoli comuni a tutta la spiaggia modello,

si differenziano in questa fascia per una tendenza all'aumento da 0,95 /1,0 dei campioni del litorale emerso a 1,10-1,20 dei sedimenti del gradino di battigia.

2.2 - GINOSA MARINA

La spiaggia sommersa antistante il litorale di Ginosa Marina è caratterizzata da tre ordini di barre ben delineate e marcate, compresi in una fascia che si estende fino ad 1 Km circa dalla costa, restringendosi gradualmente verso il normale valore di 300 m che caratterizza la spiaggia modello, sia verso Nord che verso Sud, dove è seguita da una ristretta fascia con quattro ordini di barre.

I tre ordini di barre presentano gli assi delle creste a distanze di 30-90-400 m dalla costa ed a profondità di 0,20-0,50-2,50 m, valori questi che nella fascia immediatamente a Sud si allargano fino a 70-145-716 m rispettivamente, toccando l'isobata dei 6 m.

Dall'analisi delle distribuzioni granulometriche dei sedimenti secondo direzioni subnormali alla costa, si rileva che le dimensioni medie degli elementi tendono prima ad aumentare dalle sabbie medie (1,70 - 1,40 40 del litorale emerso alle sabbie medio-grossolane (1,50 -0,80 40 del gradino di battigia, e successivamente a diminuire gradualmente verso le sabbie medio-fini (2,30- 1,9040 delle barre con dimensioni poco più grossolane rientranti nel campo delle sabbie medie (1,80 - 1,60 4>) in corrispondenza dei truogoli di terzo ordine: in questa fascia quindi il gradino di battigia rappresenta il fulcro dei sedimenti più grossolani rispetto alla spiaggia sia emersa che sommersa.

Partendo dal litorale emerso, i valori della deviazione standard mostrano una graduale tendenza all'aumento da 0,26 - 0,40 fino a 0,40 -0,60 dei sedimenti della barra foranea, manifestando così una tendenza ad una minore classazione verso il largo che trova conferma nell'andamento dei valori della curtosi.

Più difficile schematizzare l'andamento dell'asimmetria, in cui pur-tuttavia si può notare una tendenza dai valori negativi del litorale emerso (—0,10/—0,20) a valori debolmente negativi o positivi (—0,10 / + 0,10) della zona compresa tra i due truogoli per ritornare ad asimmetrie negative (—0,15/—0,25)-procedendo verso la barra foranea: si tratta cioè di sedimenti con distribuzioni granulometriche simmetriche compresi tra sedimenti con medie «code dei grossi».

I valori della curtosi infine, nell'ambito di una generale diminuzione verso il largo, comune a tutta la spiaggia modello, mostrano in particolare una tendenza alla diminuzione da 1,25 - 1,35 del litorale emerso sino a 0,95 - 1,10 del gradino di battigia, ed una maggiore classazione dei sedimenti delle barre rispetto a quelli dei truogoli.

3 - CARATTERISTICHE DELLO STATO DEL MARE NEL PAR AGGIO CONSIDERATO

I dati del moto ondoso presi in esame sono stati rilevati alla stazione ondametrica installata dall' U.O. di Napoli a Ginosa Marina di cui si è riferito in altra sede (Benassai, 1977). Si tratta di un sistema che utilizza un sensore a variazione di pressione disposto in profondità di 8,00 m ubicato su fondale a 900 m circa dalla linea di battigia, collegato via cavo ad un registratore-elaboratore collocato a terra nell'edificio del faro della Marina Militare. Le informazioni raccolte ed elaborate si riferiscono al periodo maggio-settembre 1977, entro il quale è stata svolta la campagna sedimentologica. In particolare sono stati analizzati i cronogrammi delle caratteristiche ondose di 11 mareggiate verificatesi nell'estate dello stesso anno (fig. 3).

È stato riscontrato che tali eventi possono essere suddivisi in due classi:

• eventi di breve durata (da 8 a 24 ore) che presentano andamento cronologico similare, con una fase di crescita dell'altezza d'onda ($H_{1/3}$) (*) piuttosto rapida e con una fase di esaurimento più graduale nel tempo (fig. 4a) con massimi di H = 2,65 m;

• eventi di maggiore durata (da 24 a 48 ore) con una distribuzione cronologica delle altezze d'onda pressoché simmetriche (fig. 4b) e caratterizzati dalla persistenza dei valori massimi di H pari a 2,93 m.

Si è altresì notato che per tutte le mareggiate prese in esame, ed anche nello sviluppo di ciascun evento, la variabilità del periodo durante l'evolversi della mareggiata, in accordo a quanto già osservato in natura da Ijima e Matsuo (1968), presenta un andamento analogo a quello riscontrato per le altezze d'onda con un valore massimo di 6,5 secondi.

Nel seguito $H_{1/3}$ sarà indicato semplicemente con H.

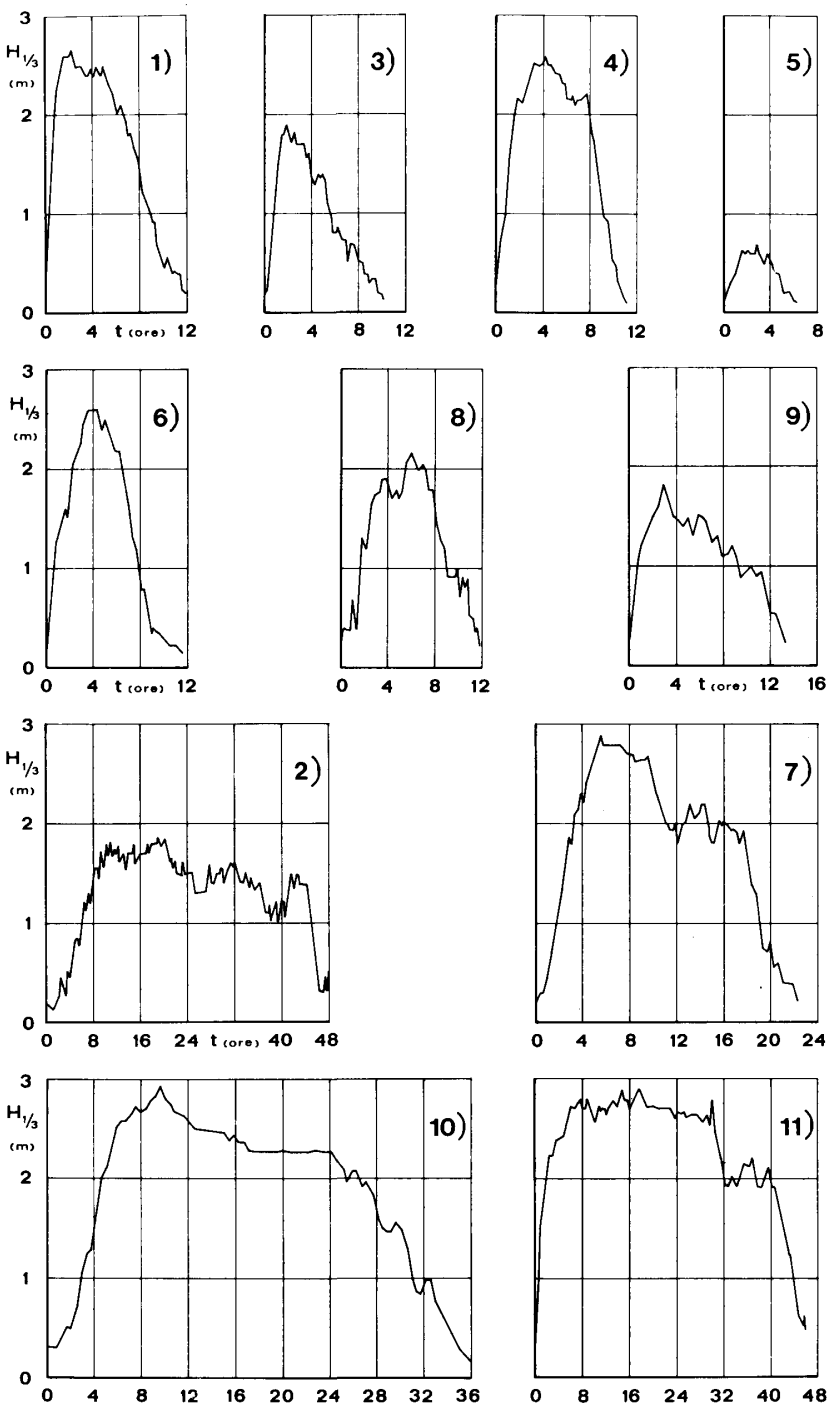


FIG. 3. - Cronogrammi dell'altezza d'onda significativa di 11 eventi rilevati nell'estate 1977.

Allo scopo di individuare una funzione rappresentativa dell'andamento cronologico degli eventi, che risulti indipendentemente dal massimo valore dell'altezza d'onda raggiunta e dalla durata di ciascuna mareggiata, sono stati calcolati, i rapporti adimensionali H/H_{max} e t/t_{max} per le due classi di eventi considerati, riportandoli poi nei diagrammi delle figure 4c e 4d.

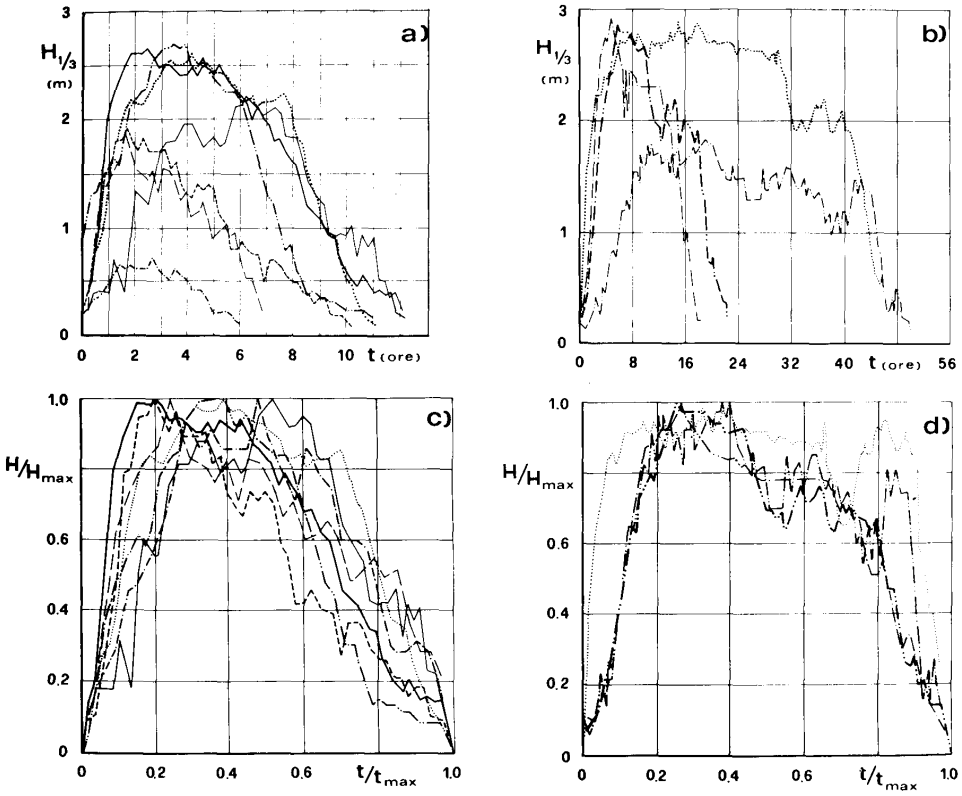


FIG. 4. - Rappresentazione grafica degli eventi ondosi:
a) Eventi di breve durata compresi tra 8 e 24 ore;
b) Eventi di maggiore durata compresi tra 24 e 48 ore;
e) Diagramma adimensionale degli eventi brevi;
d) Diagramma adimensionale degli eventi di maggiore durata.

Dal grafico si rileva che le curve risultano addensate in una fascia abbastanza contenuta; ciò ha indotto a ricercare una funzione $F(t/t_{max}, H/H_{max})$ capace di interpolare i punti rappresentativi dello sviluppo dei singoli eventi, indipendentemente dalla successione cronologica.

Dopo le numerose elaborazioni statistiche tendenti a rendere minimi (best-fit) gli scostamenti, è stata individuata una funzione interpolare che risponde alla seguente espressione analitica:

$$\frac{H}{M\ \max} = 0{,}9 \cos (0{,}40\ t/t_{max}) \quad \text{e} \quad -0.40\ (t/t_{max} - 0.50) \qquad (1)$$

e che, nel piano $(t/t_{max}, H/H_{max})$, è rappresentata dalla curva a tratto pieno riportata in fig. 5.

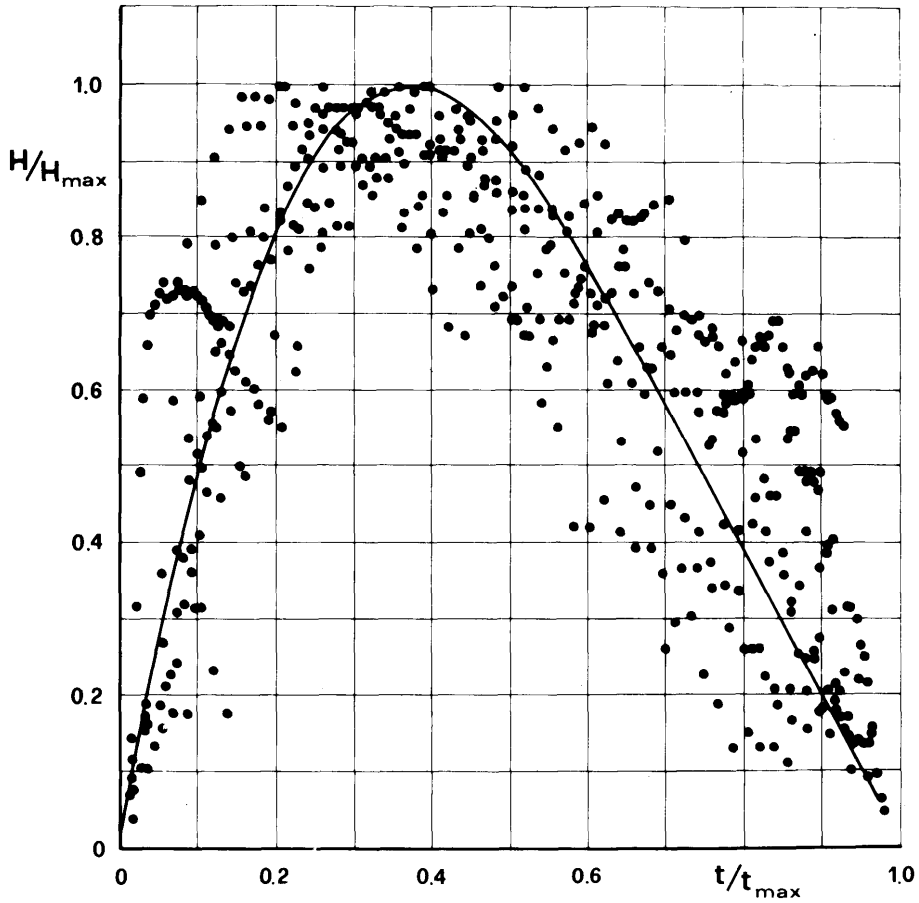


FIG. 5. - Funzione interpolante dei dati ondosi adimensionalizzati riportati in fig. 4 e) e 4 d).

Viene così ad individuarsi una legge, unica per tutti gli eventi considerati, che risulta idonea a caratterizzare l'evoluzione dello stato del mare del paraggio durante l'estate 1977.

4 - CONSIDERAZIONI SUL FENOMENO DI INTERAZIONE TRA MOTO ONDOSO E FONDALI

Va innanzitutto considerato che durante il periodo di osservazione dei dati sullo stato del mare, la direzione di propagazione del moto ondoso sotto costa si presentava pressoché ortogonale alla linea di riva e che quindi il modellamento dei fondali poteva ascriversi prevalentemente a processi di moto bidimensionali nel piano trasversale.

Allo scopo di confrontare i profili rilevati con le rappresentazioni grafiche delle formulazioni analitiche che vengono proposte in letteratura si è fatto ricorso dapprima alla espressione di Larras (1972) e poi a quella di Sitarz (1963). Indicando con: H l'altezza d'onda ove il materiale viene costantemente rimosso, Lo la lunghezza d'onda al largo ($Lo = gT^2/2\pi$), d il diametro medio dei sedimenti, A il peso specifico del materiale immerso, e facendo riferimento ad un sistema di assi cartesiani la cui origine è posta sulla linea di battigia e i cui assi X e Y sono conteggiati positivamente rispettivamente verso il largo e verso il basso, l'espressione adoperata da Larras per rappresentare il profilo teorico della spiaggia immersa, a largo della zona di formazione delle barre di frangimento, si scrive:

$$\frac{Y}{Lo} = K\left(\frac{X}{Lo}\right)^m \tag{2}$$

con:

$$K = \frac{H}{Lo} + 0{,}039\frac{d^{1/2}}{(\Delta - 1)^{1/3}}$$

$$m = 11{,}5\frac{H}{Lo} + 0{,}0275\frac{1}{(\Delta - 1)^{1/3}} - 0{,}05.$$

L'applicazione della (2) è stata effettuata utilizzando i valori di H e T corrispondenti alle caratteristiche ondose rilevate sotto costa ed i valori di A e d corrispondenti ai parametri morfologici e granu-lometrici dei campioni prelevati a diverse profondità (9 m, 5 m, 2 m). In particolare nella tabella seguente sono riportati i valori adoperati per la costruzione dei profili teorici.

	GINOSA MARINA			METAPONTO LIDO		
$H_{1/3}$ (m)	Da 2		a 2,8	Da 2		a 2,8
T (sec)	Da 5		a 6,5	Da 5		a 6,5
Profondità (m)	—9	—5	—2	—9	—5	—2
Peso specifico del materiale immerso ($\Delta = \gamma_S / \gamma_0$)	2,600	2,603	2,606	2,578	2,583	2,604
Diametro medio (mm)	0,138	0,143	0,177	0,182	0,230	0,247

Va osservato che si è tenuto conto nella applicazione della (2), della variabilità dell'altezza d'onda, del diametro medio e del peso specifico man mano che ci si sposta dalla isobata di 9 m verso la riva. Le curve rappresentative dei profili teorici secondo Larras ricadono nella fascia a tratteggio riportata in fig. 6. Detta fascia è delimitata verso l'alto dalla curva ottenuta utilizzando la coppia di valori H = 2,80 m, T = 6,5 sec e verso il basso dalla curva ottenuta utilizzando la coppia di valori H = 2,00 m, T = 5 sec.

Sempre dalla fig. 6 si può effettuare un confronto tra profili teorici e sperimentali.

Si osserva che, per le sezioni eseguite sia a Ginosa Marina che a Metaponto Lido, la configurazione batimetrica dei fondali rientra nella fascia a tratteggio man mano che ci si allontana dalla zona di frangimento e ci si sposta verso il largo. Nella zona contraddistinta dalla presenza delle barre, viceversa, i profili che si ottengono dall'applicazione della (2) si ritrovano tutti al disotto di quelli rilevati. Ne consegue che nella zona di maggiore profondità, esterna a quella di frangimento, la configurazione della spiaggia sommersa può essere rappresentata con sufficiente approssimazione dall'espressione proposta dal Larras, purché le caratteristiche delle onde siano comprese nel campo innanzi precisato.

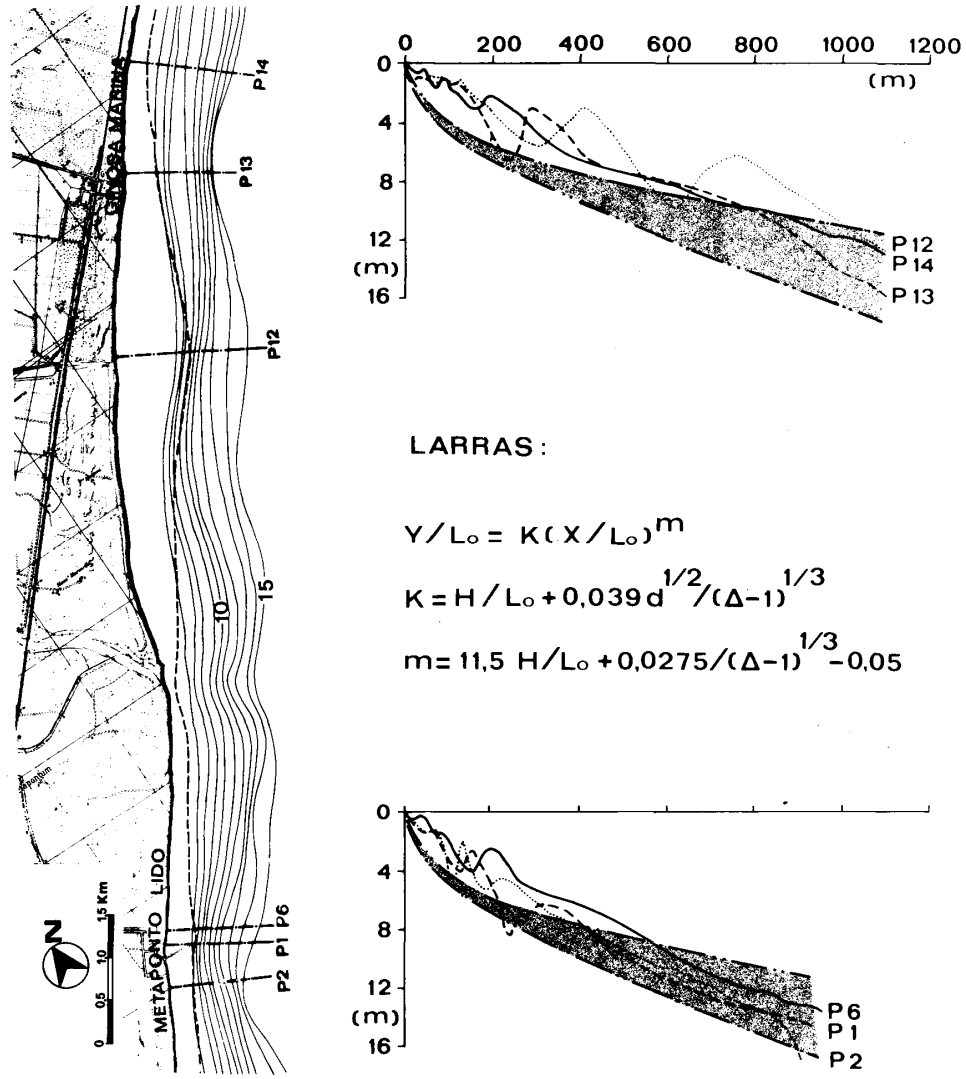


FIG. 6. - Confronto tra profili teorici e profili rilevati.

Inoltre è stata eseguita anche la costruzione dei profili teorici introducendo i dati, prima riportati in tabella, nella seguente espressione proposta da Sitarz:

$$X = a\,Y^2 + X_0 \qquad (3)$$

$$X_0 = \frac{75H^{3/2}}{(\Delta - 1)^{1/2} d^{1/2}}$$

$$a = \frac{0{,}95}{(\Delta - 1)^{1/3} dH^{3/2}}$$

ove con Xo è indicata la distanza della barra foranea dalla linea di riva.

Dall'applicazione della (3) risulta che le situazioni riscontrate in natura differiscono notevolmente da quelle ricavate per via teorica. Tali scostamenti possono essere ascritti al fatto che quest'ultimo Autore fa riferimento ad esperienze di laboratorio in cui l'influenza delle condizioni ai limiti (barre) è prevalente rispetto a quella dei parametri utilizzati per le prove.

Alla stregua dei confronti effettuati, ed in particolare tenendo conto della rispondenza dei profili teorici dedotti dalla formula di Larras, si può ritenere che il modellamento della spiaggia sommersa da parte di un moto ondoso, evolvendosi secondo la curva di fig. 5 , si effettui per stadi tutti compresi nelle fasce a tratteggio di fig. 6.

Allo stato, pur essendo nota la legge di sviluppo cronologico degli eventi estivi, non sembra possibile stabilire una correlazione tra la durata dell'azione di modellamento e la durata del fenomeno ondoso, in quanto mancano dati sulla configurazione assunta dai materiali di fondo nel corso delle mareggiate.

Poiché si esclude la possibilità di un rilevamento batimetrico in natura durante le mareggiate la ricerca di tale correlazione si potrà effettuare soltanto con indagini sperimentali da svolgere in laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

Benassai E. 1977. Relazione sul tema Idrometria Marittima. «*Convegno sulle metodologie di acquisizione e sulle apparecchiature per la misura delle grandezze idrologiche e marittime*», Portici - giugno, 1977.

Carobene L., Brambati A. 1974. Criteri per lo studio morfologico quantitativo delle spiagge. *Atti Congr. Assoc. Ital. Ocean. e Limnol.* Bologna, 5-7 nov. 1974.

Carobene L., Brambati A. 1975. Metodo per l'analisi morfologica quantitativa delle spiagge. *Boll. Soc. Geol. Ital*. n. 3, pp. 479-493.

Cocco E., Craverò E., Di Geronimo S., Mezzadri G., Parca G.C., Pescatore T., Valloni R., Vinci A. 1976. Lineamenti geomorfologici e sedimentologici del litorale Alto Jonio (Golfo di Taranto). *Boll. Soc. Geol. Ital*. n. 94, pp. 993-1051, ff. 45, tabb. 3, Roma.

Folk R., Ward W.C. 1957. Brazos river bar: a story in the signifiance of the grain size parameters. *Journ. Sed. Petr.*, n. 27, pp. 3-28.

Ijima T., Matsuo T. 1968. Observation of surf waves by Stereo-Wave Meter. *C.E. in Japan*, Vol. 11, pp. 43-52.

Larras J. 1972. *Hydraulique et Granulats Eyrolles* - pp. 195-196.

Sitarz J. 1963. *Travaux du Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques*, t.v., fase. II, III, IV, p. 199.

IL RAPPORTO SOLFATI/CLORINITA' IN ACQUE COSTIERE TIRRENICHE (*)

(primi risultati)

G. PULICANO' e E. DE DOMENICO
Istituto di Idrobiologia - Università di Messina.

INTRODUZIONE

In prosecuzione alle ricerche svolte nel 1974 sulla distribuzione in acque joniche dei solfati e del loro rapporto con la clorinità (De Domenico E., Pulicanò, 1976) sono state esaminate le acque tirreniche nei Golfi di S. Eufemia e Gioia. I prelievi sono stati effettuati nel corso delle crociere svolte dall'Istituto di Idrobiologia nell'ambito del P.F. «Ambiente». Tali crociere di studio avevano come fine l'esame della qualità delle acque costiere siciliane e calabresi. Pur non essendo pertinente a questo programma lo studio del rapporto solfati/clorinità, si è ritenuto opportuno non perdere l'occasione di estendere alle acque tirreniche, con un numero rappresentativo di campioni, lo studio già iniziato in acque joniche.

I campioni (in totale 119) sono stati prelevati mediante bottiglie Van Dorn in 23 stazioni (fig. 1) fino alla profondità di 100 m. L'acqua è stata quindi filtrata su MF 0,45 µm, conservata in bottiglie di polietilene ad alta densità, e congelata a —25°C. La procedura analitica è quella proposta da Macchi, Cescon e Mameli-D'Errico (1969) da noi già impiegata per le acque joniche (De Domenico, Pulicanò, 1976). Questo metodo, in breve, prevede la titolazione dei solfati con una

(*) Lavoro parzialmente svolto con contributo del CNR (Contratti n° 77.00461.90 e 76.00947.90) nell'ambito del P.F. «Promozione della Qualità dell'Ambiente».

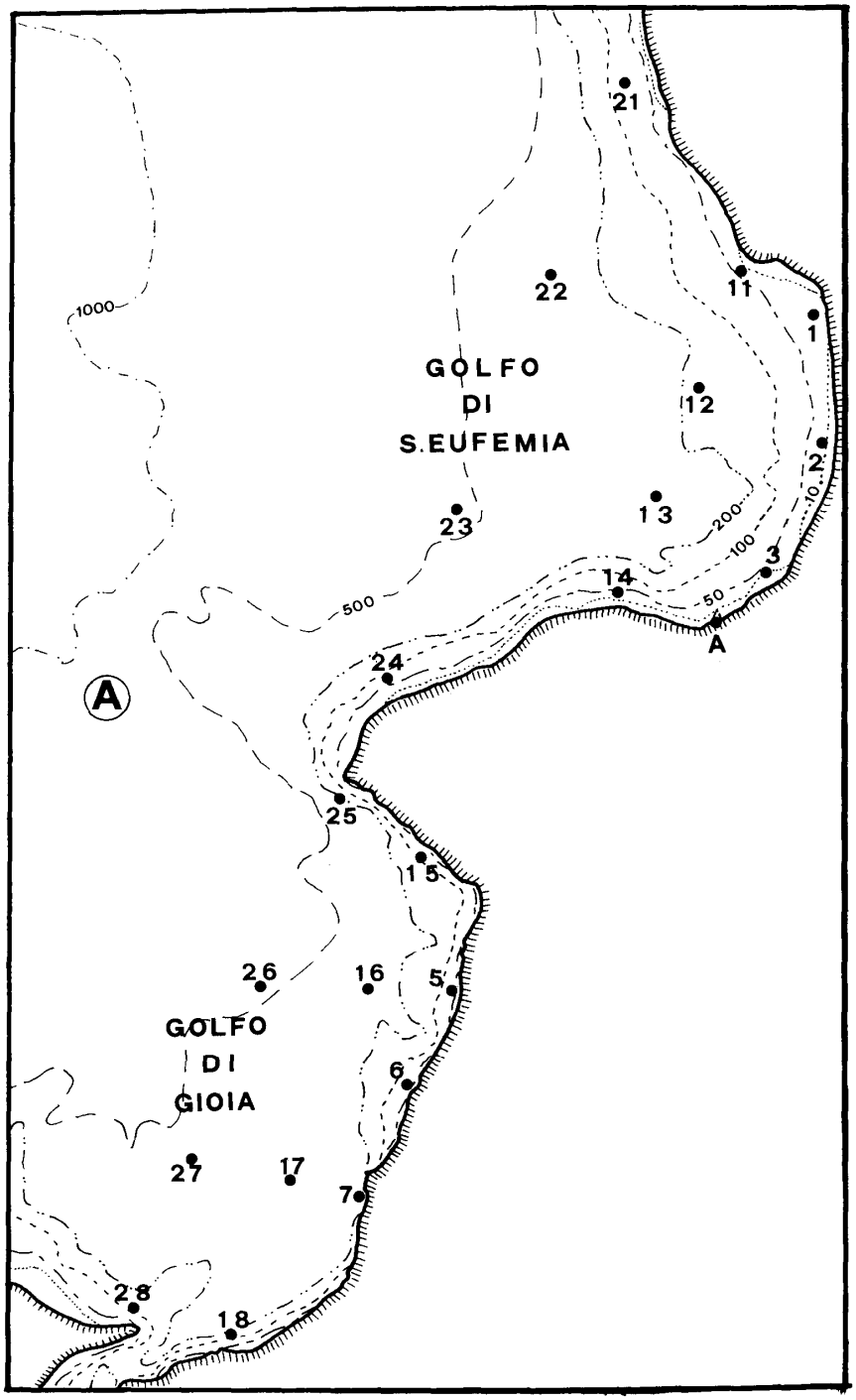


FIG. 1. - Distribuzione delle stazioni di prelievo.

soluzione alcoolica (80%) di $BaCl_2$ usando la torina come indicatore. L'interferenza dei cationi viene eliminata per passaggio del campione, diluito con acqua bidistillata, attraverso una colonna di resina a scambio cationico «Amberlite IR-120 (H)». L'interferenza dei cloruri è compensata standardizzando la soluzione titolante con H_2SO_4 0,010 M contenente una concentrazione di HCl corrispondente alla Standard Sea Water.

La clorinità dei campioni esaminati è stata calcolata dalla salinità (Cox, 1966) misurata con salinometro Beckman RS7-C. Nella presente nota non saranno commentati i dati di clorinità poiché le proprietà oceanografiche della zona studiata sono oggetto di ulteriori pubblicazioni attualmente in preparazione. A tale proposito si rende opportuno precisare che, pur essendo i campioni prelevati anche in prossimità della costa, si ritiene non vi siano apporti di acque continentali tali da modificare la costanza dei rapporti ionici principali in modo significativo nell'ambito di precisione del rapporto solfati/dormita (Cox, Culkin e Riley, 1967; Bennet, 1976).

RISULTATI

Per quanto concerne il Golfo di S. Eufemia i risultati ottenuti (tab. 1) sono compresi tra un minimo di 2,8745 g SO_4^{2-}/Kg ed un massimo di 2,9385. Il rapporto solfati/dormita ha presentato valori compresi tra 0,1364 e 0,1419 con un valore medio di 0,13962. La deviazione standard è stata $10x10^{-4}$ per i 53 campioni esaminati in questo golfo. Il 75% dei campioni proveniva dallo strato superficiale (0-20 m) mentre il restante 25% proveniva dallo strato compreso tra 50 e 100 m.

I risultati ottenuti per le acque del Golfo di Gioia mostrano una variazione del contenuto in solfati compresa tra 2,8531 e 2,9573. Il rapporto solfati/clorinità ha presentato un minimo di 0,1364 ed un massimo di 0,1413. Il valore medio su 66 campioni esaminati in questo golfo è stato 0,13928 con una deviazione standard di $12x10^{-4}$. Il 67% dei campioni proveniva dallo strato superficiale (0-20 m) mentre il rimanente 33% era stato prelevato nello strato più profondo (50-100 m).

zona esaminata	strato considerato (m)		campioni n	(%)	$\overline{X}\ \frac{SO_4^{2-}\%_0}{Cl\%_0}$	deviazione standard x 10^{-4}
Golfo	0 -	20	40	(75)	$0{,}1396_7 \pm 1{,}38 \cdot 10^{-4}$	8,71
di	50 -	100	13	(25)	$0{,}1394_4 \pm 4{,}02 \cdot 10^{-4}$	14,50
S. Eufemia	0 -	100	53	(100)	$0{,}1396_2 \pm 1{,}42 \cdot 10^{-4}$	10,32
Golfo	0 -	20	44	(67)	$0{,}1392, \pm 1{,}94 \cdot 10^{-4}$	12,85
di	50 -	100	22	(33)	$0{,}1392_5 \pm 2{,}89 \cdot 10^{-4}$	13,56
Gioia	0 -	100	66	(100)	$0{,}1392_8 \pm 1{,}60 \cdot 10^{-4}$	12,99
Coste	0 -	20	84	(71)	$0{,}1394_7 \pm 1{,}22 \cdot 10^{-4}$	11,17
tirreniche	50 -	100	35	(29)	$0{,}1393_2 \pm 2{,}32 \cdot 10^{4}$	13,73
calabresi	0 -	100	119	(100)	$0{,}1394_3 \pm 1{,}09 \cdot 10^{-4}$	11,95

TAB. 1 - Risultati delle determinazioni effettuate.

In figura 2 i risultati ottenuti sono ripartiti in classi di frequenza e appare evidente la minore dispersione dei valori nel Golfo di S. Eufemia, già valutata dalla deviazione standard. Questa zona presenta un andamento più omogeneo che il Golfo di Gioia dove è notevole l'influenza di acque joniche in relazione con lo Stretto di Messina. Da segnalare che il valore medio del rapporto solfati/clorinità ottenuto per le acque del Golfo di Gioia (0,1392) è lo stesso da noi riscontrato (dati non pubblicati) nello stesso periodo in acque joniche costiere tra Messina e Giardini su 66 campioni con la stessa deviazione standard. Da notare infine che lungo la fascia strettamente costiera del Golfo di Gioia taluni risultati, di cui uno escluso dalla media (0,1438), potrebbero indicare l'influenza di acque continentali.

Per quanto concerne la distribuzione spaziale del rapporto solfati /clornità si è ritenuto opportuno approntare i grafici di figura 3 in cui è evidente l'andamento del rapporto alle diverse profondità. Anche da questa rappresentazione è chiara la maggiore omogeneità delle acque del Golfo di S. Eufemia. Il rapporto medio risulta relativamente costante in entrambe le zone. Interessante notare che a 100 m i risultati tendono a scostarsi dai valori delle altre quote e questa differenza non è legata al numero dei campioni che rappresentano solo il 9% del totale ma sembra essere un andamento generale per entrambe le zone.

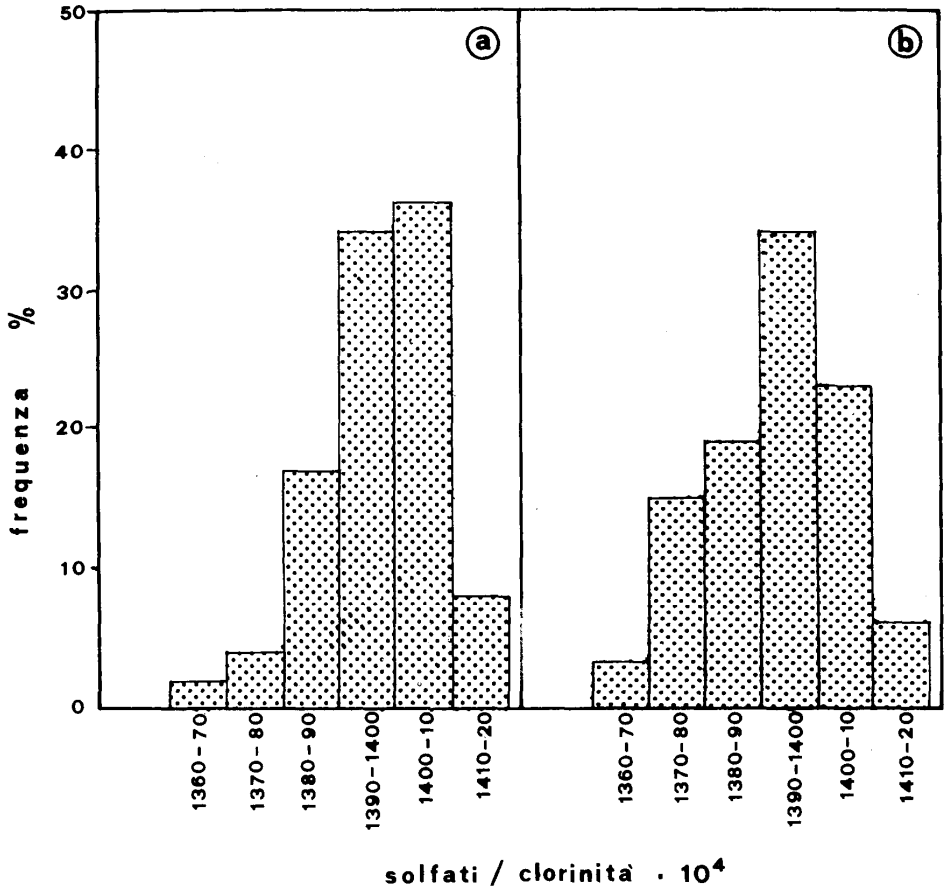


FIG. 2. - Distribuzione in classi di frequenza dei risultati ottenuti rispettivamente nel Golfo di S. Eufemia (a) e nel Golfo di Gioia (b).

CONCLUSIONI

In definitiva, da quanto esposto è possibile affermare che il rapporto solfati/clorinità per acque tirreniche costiere è 0,1394. Tale valore si discosta sia dal valore classico 0,1400 (Morris e Riley, 1966) sia, in minor misura, da quanto riscontrato per il basso Tirreno ($0,1396_3$; $0,1396_8$) da altri Autori (Macchi, Cescon, Mameli-D'Errico, 1969). Volendo confrontare i dati ottenuti con il vicino Mare Jonio, gli Autori citati riferiscono un valore di $0,1397_2$, nostre precedenti ricerche avevano fornito un valore medio di $0,1399_8$ mentre per

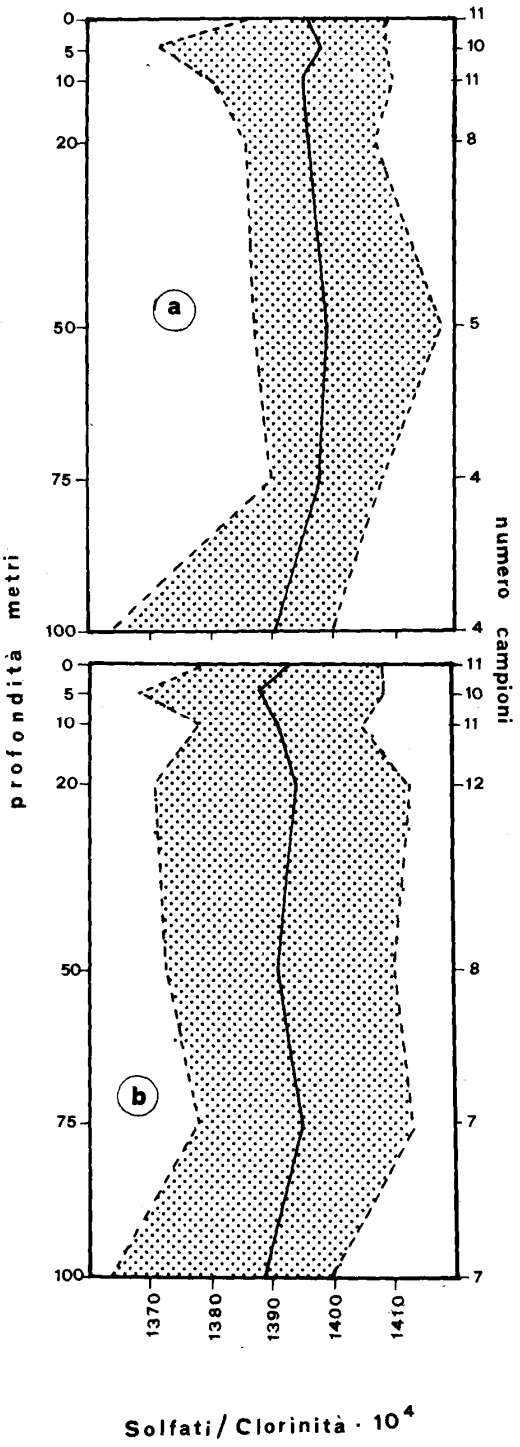


FIG. 3. - Distribuzione in funzione della profondità dei risultati ottenuti rispettivamente nel Golfo di S. Eufemia (a) e nel Golfo di Gioia (b). La linea continua indica il valore medio del rapporto; la zona ombreggiata l'ambito dei valori. A destra è indicato il numero di campioni esaminato alla quota corrispondente.

lo stesso mare è stato ottenuto di recente il valore medio di 0,1392 (De Domenico E. e Pulicanò, dati non pubblicati).

Le differenze riscontrate sia con altri Autori sia con diverse serie di nostri risultati dimostrano a nostro avviso la estrema variabilità del rapporto in acque costiere in funzione delle peculiarità del mezzo neritico e ci sembra quindi opportuno sottolineare l'interesse di estendere le ricerche ad altre zone costiere italiane, al fine di verificare l'ambito entro cui varia il rapporto solfati/clorinità, in paragone a dati già noti per acque mediterranee. D'altra parte sarebbe opportuno anche aumentare il numero dei campioni, di acque profonde in particolare, per una verifica della significatività dei valori ottenuti.

RIASSUNTO

In prosecuzione alle ricerche analoghe condotte lungo le coste joniche siciliane e calabresi è stato esaminato il contenuto in solfati ed il rapporto con la clorinità in 119 campioni di acqua di mare prelevati in 23 stazioni ubicate lungo le coste tirreniche calabresi nei Golfi di S. Eufemia e Gioia.

I risultati conseguiti vengono discussi e confrontati con quanto noto in letteratura. Per il Golfo di S. Eufemia è stato ottenuto un valore medio di 0,1396 e per il Golfo di Gioia di 0,1392.

SUMMARY

The sulphate contents and its chlorinity ratio in 119 sea water samples drawn in 23 stations along the calabrian coasts of Thyrrenian Sea in S. Eufemia Gulf and Gioia Gulf are examined. Similar re-searches two years ago were carried out along the jonian coasts.

The obtained results are discussed and compared with literature on this subject. The mean ratio was 0,1396 in S. Eufemia Gulf and 0,1392 in Gioia Gulf.

BIBLIOGRAFIA

Bennet A.S. 1976. Conversion of *in situ* measurements of conductivity to salinity. *Deep-Sea Res*., 23: 157-165.

Cox R.A. (Ed.) 1966. *International Oceanographic Tables*. National Institute of Oceanography of Great Britain and UNESCO, 128 pp.

Cox R.A., Culkin F., Riley J.P. 1967. The electrical conductivity/chlorinity relationship in natural sea water. *Deep-Sea Res*., 14: 203-220.

De Domenico E., Pulicanò G. 1976. Il rapporto solfati/dormita in acque costiere joniche. *Atti Soc. Peloritana*, 22: 193-201.

Macchi G., Cescon B., Mameli-D'Errico D. 1968. A volumetric determination of sulphate in sea water. *Archo Oceanogr. Limnol*. 16: 163-171.

Morris A.W., Riley J.P. 1966. The bromide/chlorinity and sulphate/ chlorinity ratio in sea water. *Deep-Sea Res.*, 13: 699-705.

OSSERVAZIONI SULL'ALCALINITA' NELLE ACQUE DELLA BOCCA DI PRIMERO (Laguna di Grado)

D. BREGANT e G. CATALANO
C.N.R. - Istituto Talassografico di Trieste.

La laguna di Grado è la più settentrionale delle lagune che si trovano nell'Alto Adriatico. La sua superficie è di circa 16.000 m^3. Le comunicazioni col mare, continuamente rinnovate dal movimento delle maree, avvengono attraverso la Bocca della Posa, vicino alla cittadina di Grado e la Bocca di Primero, più a nord, in un ambiente naturale parzialmente modificato dall'intervento dell'uomo con opere di bonifica.

Il bacino interessato dalla Bocca di Primero risente dell'influsso delle acque di risorgiva che entrano in laguna attraverso il Canale delle Zemole.

Per conoscere le variazioni delle caratteristiche idrologiche che avvengono alla Bocca di Primero per effetto di queste acque e del regime delle maree, sono state eseguite, da parte dell'Istituto Talassografico di Trieste, delle osservazioni, di carattere fisico-chimico, per un intero ciclo stagionale.

Questa nota illustra alcune considerazioni sulla distribuzione della concentrazione di alcuni di questi parametri chimici quali l'alcali-nità (totale e carbonatica) ed i borati, i quali assumono valori caratte-ristici nel contatto tra tipi di acque diverse.

Materiali e metodi

I campioni d'acqua sono stati raccolti con bottiglie tipo Hydro-Bios, munite di termometri a rovesciamento. Dopo filtrazione su filtri Millipore da 0.45 μ, si è proceduto all'analisi dell'alcalinità totale e dei borati mediante titolazione potenziometrica (Gast e Thompson, 1958) e della dormita mediante titolazione secondo Knudsen.

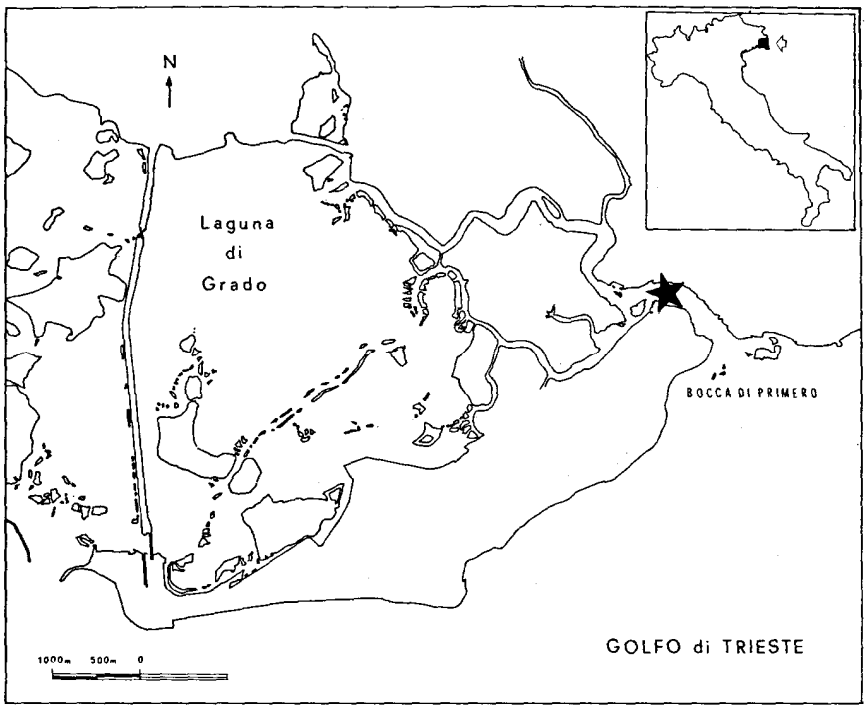


FIG. 1. - Laguna di Grado. ★ Stazione di prelievo.

I valori della clorosità e dell'alcalinità da carbonati sono stati ricavati mediante calcolo.

II campionamento è avvenuto in una stazione fissa (fig. 1) situata sul ponte stradale che attraversa la Bocca di Primero a circa 800 m dallo sbocco in mare.

I prelievi sono stati fatti alle seguenti quote: superficie, 1 m, 3 m, 5 m e fondo (mediamente oscillante attorno ai 7.5 m). La frequenza è stata bimensile, il più regolare possibile, in corrispondenza od in vicinanza con il periodo di sigizia o di quadratura, nei quali si hanno rispettivamente la massima e la minima escursione di marea. L'indagine ha avuto luogo nel periodo di tempo compreso fra il luglio 1976 ed il dicembre 1977.

Risultati

La Bocca di Primero si presenta come una zona di mescolamento di acque con caratteristiche comprese tra quelle marine e quelle lagunari, più marcatamente differenziate dall'escursione della marea, specie nel periodo di sigizie.

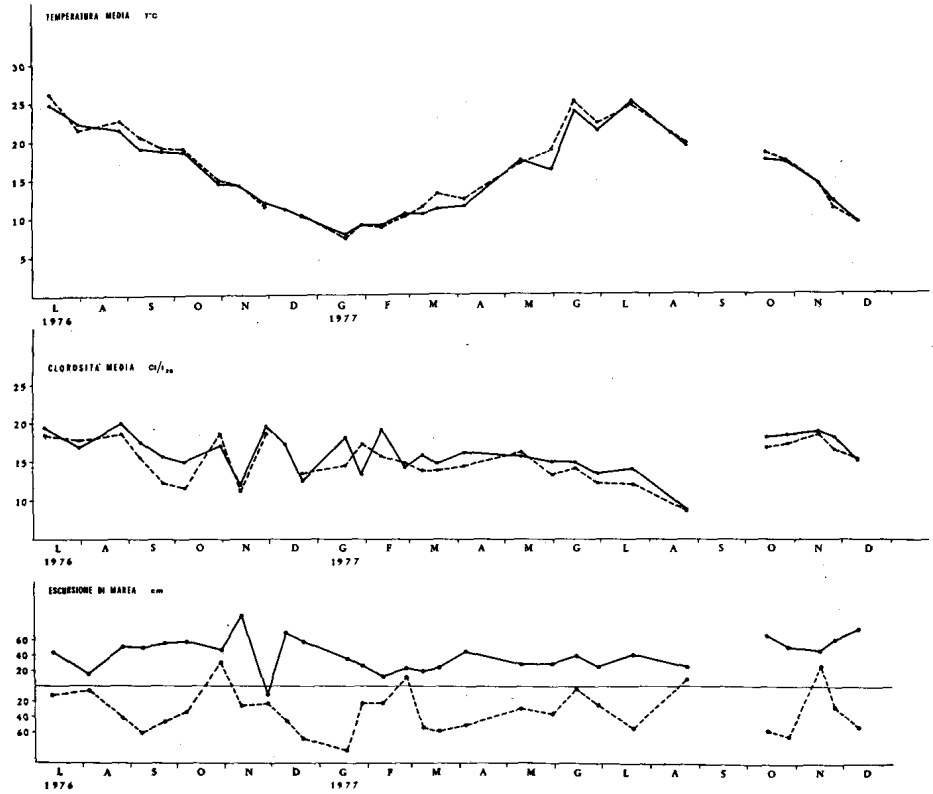


FIG. 2. - Andamento della temperatura media, della clorosità media e dell'escursione di marea in alta marea (————) e bassa marea (-------).

L'influenza dei fattori meteorologici è notevole sia sul mescolamento (azione dei venti) che sul regime termico delle acque, considerando anche la limitata profondità delle stesse.

L'andamento dei valori medi della temperatura dell'acqua in alta e bassa marea è rappresentato in fig. 2. Notiamo un massimo nel periodo di giugno-luglio attorno ai 25° ed un minimo in gennaio-febbraio attorno ai 7°-8°. Nel periodo primaverile-estivo le temperature dell'acqua in bassa marea sono leggermente più calde di quelle in alta marea; mentre nel periodo autunno-inverno avviene l'inverso.

Le escursioni della clorosità sono più accentuate. I valori medi sono compresi tra 8-18 g Cl/1 e con un andamento più irregolare. Le acque in alta marea hanno clorosità più alta rispetto a quelle in bassa, con differenze rilevanti quanto più ampia è l'escursione della marea (fig. 2).

L'alcalinità totale è un parametro che permette di evidenziare il mescolamento di acque con caratteristiche chimiche diverse. La let-

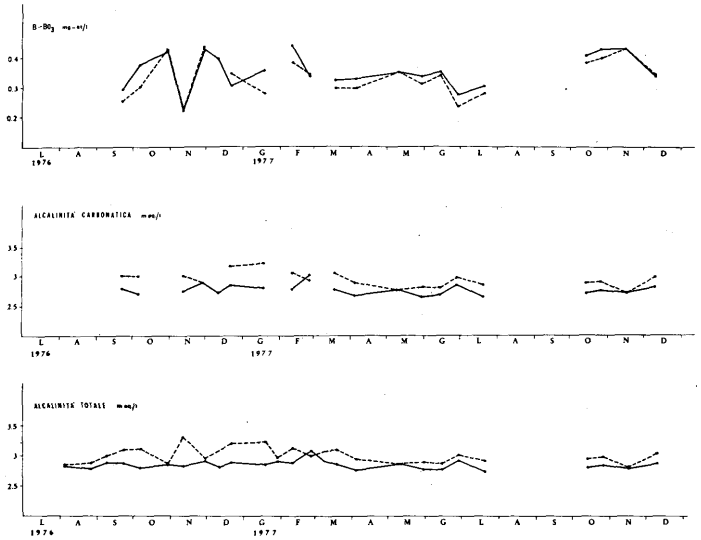


FIG. 3. - Andamento dell'alcalinità totale, dell'alcalinità carbonatica e dei borati in alta marea (————) e bassa marea (-------).

teratura riporta che le acque dolci hanno valori di alcalinità più elevati di quelli delle acque marine.

A conferma di ciò, durante la bassa marea, quando attraverso la Bocca si ha un riflusso di acqua marina, abbiamo trovato valori di concentrazione dell'alcalinità totale più elevati che non durante l'alta marea.

La fig. 3 mostra che in bassa marea i valori medi oscillano tra 2.85-3.32 meq./l mentre in alta tra 2.75-3.08 meq./l. Quanto più ampia è l'escursione della marea di altrettanto si discostano i due valori. In regime di quadratura invece, quando la differenza tra le due fasi di marea è minima, i valori tendono a coincidere, quasi ad indicare una certa omogeneità nella massa d'acqua. Si possono avere anche delle inversioni, come alla fine del febbraio 1977, probabilmente dovuta alla difficoltà di cogliere il vero momento di «stanca» nel movimento delle acque.

Queste particolarità si possono notare con maggior evidenza considerando le variazioni della concentrazione dell'alcalinità da carbonati, anche se i dati sono incompleti (fig. 3).

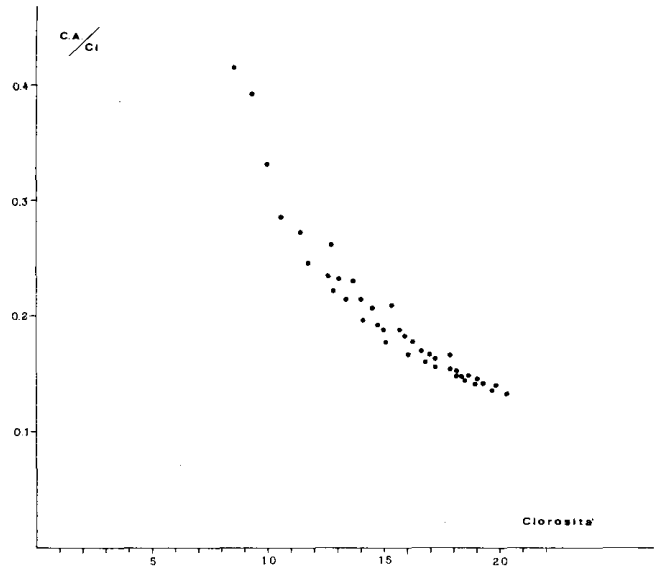


FIG. 4. - Correlazione tra il rapporto alcalinità carbonatica su clorosità e la clorosità.

Si ha coincidenza di valori nei periodi di quadratura, mentre durante le sigizie si discostano sempre in relazione all'escursione della marea. I valori medi oscillano per la bassa marea tra 2.70-3.21 meq./l, mentre per la alta tra 2.65-3.21 meq./l. Da rimarcare il notevole apporto della frazione carbonatica anche in rapporto al fatto che le acque dolci effluenti in laguna scorrono su letti costituiti da materiali carbonatici.

Anche l'andamento del grafico clorosità contro il rapporto alcalinità carbonatica/clorosità mostra come l'ingressione di acque meno saline modifichi vistosamente il rapporto stesso.

I borati si comportano in maniera completamente opposta. Essi sono presenti in quantità maggiore nell'acqua marina che in quella di origine continentale. Pertanto abbiamo rilevato valori di concentra-zione più elevati in regime di alta marea che in quello di bassa. Nel primo caso i valori oscillano tra 0.25-0.44 mg-at/1, nel secondo tra 0.22-0.43 mg-at/1. Anche per i borati si ha la coincidenza dei valori di concentrazione in alta e bassa marea durante il periodo delle quadrature, come già osservato per gli altri parametri. Presentano inoltre con la clorosità una correlazione positiva (fig. 5).

II calcolo della retta di regressione ha dato una equazione lineare di questo tipo:

$B — BO_3 = 0.0229 \quad Cl — 0.0113$

con un coefficiente di regressione R = 0.9131.

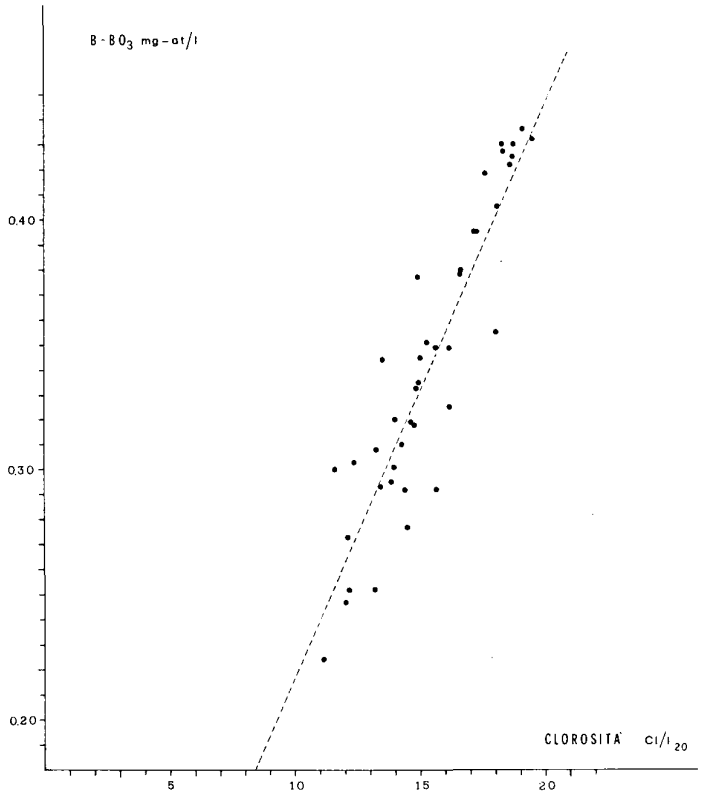


FIG. 5. - Correlazione tra borati e clorosità.

CONCLUSIONI

Sia l'alcalinità, nelle sue forme, che i borati mostrano andamenti particolari a seconda dell'ampiezza della marea.
I valori di concentrazione osservati per questi parametri permettono di dare una certa identità ai tipi di acque che entrano in contatto; di conseguenza possono fornire utili indicazioni sull'evolversi del mescolamento durante le varie fasi della marea.

BIBLIOGRAFIA

Bregant D. & Catalano G. 1978. Condizioni fisico-chimiche alla Bocca di Primero. Giugno 1976 - Dicembre 1977. (In stampa).

Burton J.D. and Liss P.S. eds. 1976. *Estuarine Chemistry*. Academic Press, London, 229 pp.

Gast J.A. and Thompson T.G. 1958. Determination of the Alkalinity and Borate Concentration of Sea Water. *Anal. Chem*. 30, 1549-1551.

Mook W.G. and Koene B.K.S. 1975. Chemistry of Dissolved Inorganic Carbon in Estuarine and Coastal Brackish Water s. *Estuarine and Coastal Marine Science*. 3, 325-336.

Strickland J.D.H. and Parsons T.R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bull. 167, II ed., Fish. Res. Board. Can., 310 pp.

CONSIDERAZIONI SULLA CONCENTRAZIONE DEL CLORO, CALCIO, MAGNESIO ED ALCALINITA' ALLA FOCE DEL FIUME ISONZO

D. BREGANT e G. CATALANO
C.N.R. - Istituto Talassografico di Trieste.

Nell'arco di tempo compreso fra il giugno '76 ed il dicembre '77 sono state condotte dall'Istituto Talassografico di Trieste una serie di determinazioni chimico-fisiche volte a stabilire l'influenza del ciclo di marea sulla concentrazione di alcune sostanze disciolte nell'acqua dell'Isonzo in vicinanza della foce.

Questo fiume, a carattere torrentizio con piene autunnali e primaverili; nasce presso il passo della Moistrocca e raccoglie durante il suo percorso le acque di un bacino comprendente una buona parte delle Alpi e Prealpi Giulie e degli Altopiani del Carso e sbocca nel Golfo di Trieste con un delta reso molto complesso dalle opere di bonifica; il ramo principale rimane comunque quello di Sdobba anche se ormai buona parte delle acque preferisce raggiungere il mare attraverso il ramo Quarantìa.

In dipendenza dalle portate e dall'escursione di marea, si vogliono fare qui delle considerazioni sulle correlazioni fra il contenuto in Ca e Mg, l'alcalinità carbonatica ed il grado di salsedine.

Il campionamento è stato eseguito con una bottiglia Hydro-Bios in una stazione fissa situata a circa 2 km dalla biforcazione del fiume nei rami Sdobba e Quarantìa (fig. 1).

I prelievi in due quote, superficie e fondo (2 m), sono stati effettuati con frequenza pressoché mensile nel periodo di tempo che va dal 25-6-76 al 10-12-77; al fine di osservare la risalita dell'acqua salmastra lungo il corso del fiume, le date di campionamento sono state scelte in modo d'esplorare fasi di marea varie, comprese fra quelle limiti di sigizia e quadratura, eseguendo in particolare, quando possibile, per ogni situazione due campionamenti, il primo in corrispon-

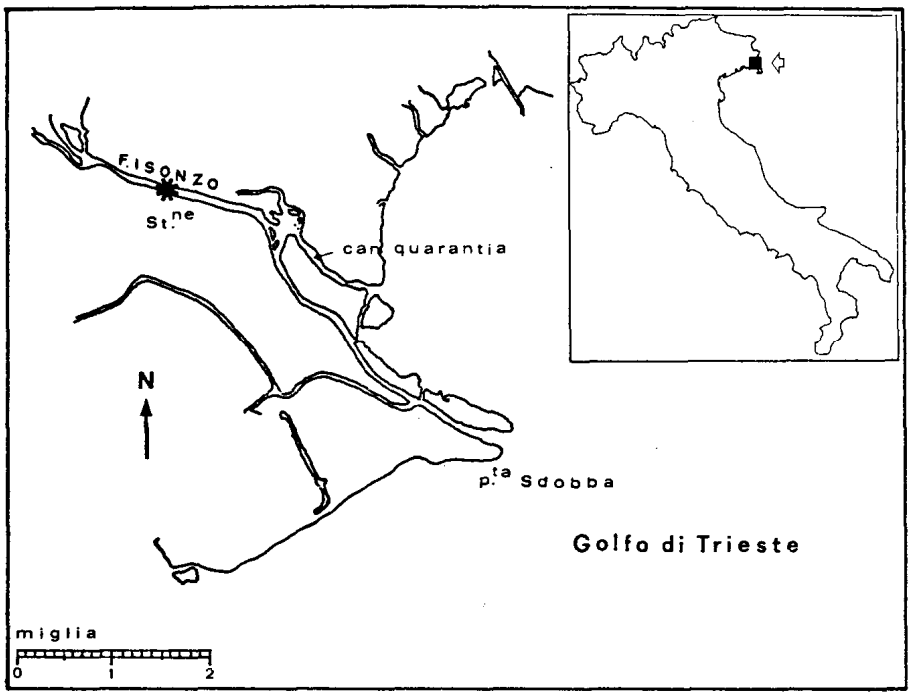


Fig. 1. - Foce del fiume Isonzo.

denza al massimo ed il secondo al minimo consecutivo del livello di marea.
I campioni d'acqua così raccolti, sono stati filtrati immediatamente su filtro Millipore da 0.45 M. e sul filtrato sono stati determinati prima l'alcalinità totale ed i borati mediante titolazione potenziometrica (Cast e Thompson, 1958), successivamente, la clorosità secondo Mohr ed il Ca e Mg secondo Pate e Robinson.

Poiché nel nostro caso la concentrazione dei borati è risultata trascurabile rispetto a quella dei carbonati, quest'ultima è stata, nella trattazione, considerata corrispondente all'alcalinità totale.
Dai risultati ottenuti, la risalita dell'acqua marina nella foce del fiume è risultata influenzata in maniera preponderante dal regime di portata, mentre l'escursione di marea, almeno nel punto della nostra stazione, ha avuto un effetto d'ordine inferiore, cosicché solo 1/3 dei campioni raccolti, come si può notare dalla clorosità, è risultato riflettere una situazione d'acqua salmastra (fig. 2).

La massima parte quindi delle variazioni di concentrazione riscontrate durante il periodo delle misure sono probabilmente imputabili più ad una maggiore o minore dissoluzione di sali a causa delle precipitazioni sull'area di drenaggio del fiume che ad un mescola-

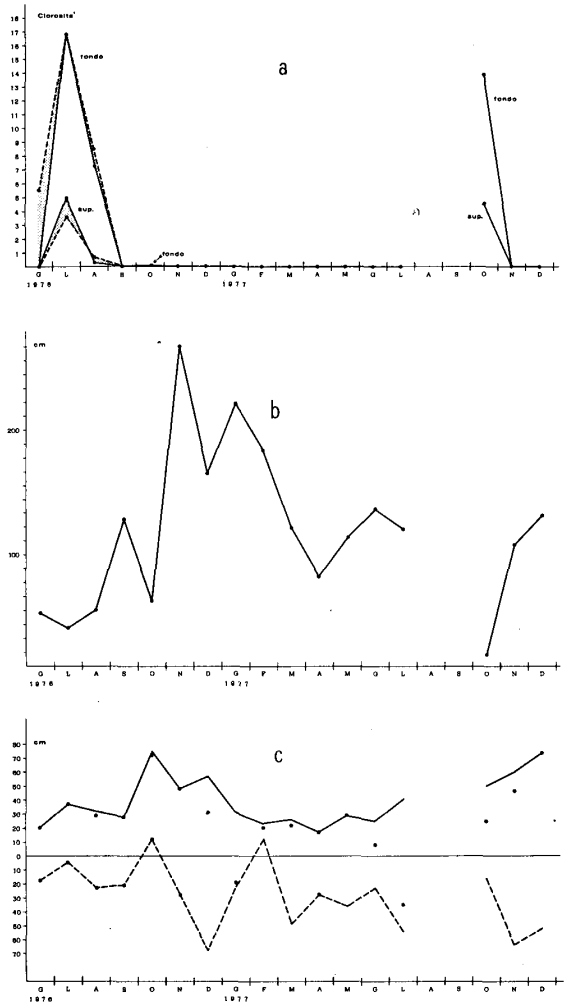


FIG. 2. - a) clorosità; b) altezza idrometrica del fiume all'idrometro di Gradisca, zero idrometrico a 23.70 m s.l.m.; e) livello ed escursione di marea; ———— alta marea, ———— bassa marea.

mento con l'acqua marina del Golfo di Trieste.

Nella fattispecie, date le caratteristiche calcaree dei terreni attraversati, è sembrato reale ipotizzare che la maggior parte del Ca e Mg dovesse avere una origine carbonatica, e che quindi vi dovesse essere una relazione tra la concentrazione di questi due cationi e l'alcalinità.

Su un diagramma Ca + Mg contro alcalinità (fig. 3), previa la momentanea esclusione di alcuni punti, una regressione lineare permette di individuare la retta:

Alcalinità = 0.98 (Ca + Mg) + 0.126 R = 0.91 (1)

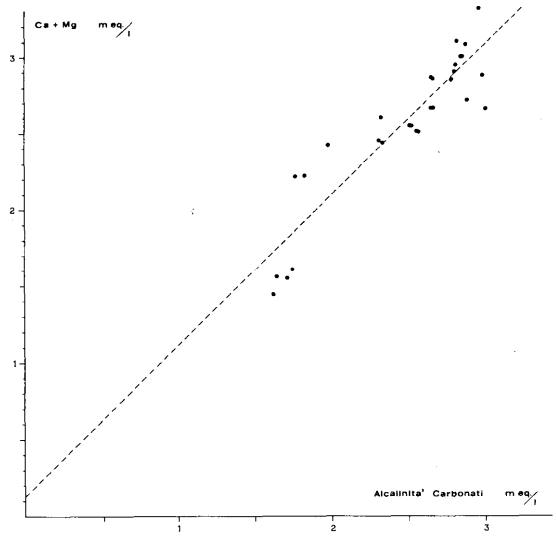


FIG. 3. - Confronto fra la concentrazione del Ca + Mg e l'alcalinità nei campioni a clorosità zero.

Il valore di R e quello del coeff. angolare, entrambi vicini ad 1, provano rispettivamente il buon accordo fra i punti considerati e la validità della relazione stechiometrica.

Un ulteriore conforto a questa ipotesi deriva dai punti a priori esclusi dalla correlazione, tutti caratterizzati da deviazioni positive; il corrispondente maggior apporto di Ca e Mg rispetto a quello teorico previsto dalla dissoluzione di un carbonato dovrebbe allora essere causato, in mancanza di altri termini di apporto, dal mescolamento con l'acqua marina.

Onde verificare ciò è stato calcolato di quanto scarti la concentrazione del Ca + Mg trovati da quella teoricamente prevista dalla (1) e fatto il confronto con il grado di salsedine * (Mook e Koene, 1975), (tab. 1).

Si è così pervenuti con una nuova regressione lineare (fig. 4) alla retta:

(Ca + Mg) = 1.03 grado salsed. — 0.74 R = 0.98

*Ai termini Cl_f e Cl_m sono stati assegnati i valori di 0.004 e 19.868 g/1 rispettivamente. Il primo è il minimo di clorosità trovato nel fiume in tutto il periodo delle misure, il secondo è la clorosità prodotta da una salinità di 35950 ad una temperatura di 17°C, che rappresenterebbe i valori medi riscontrati nell'acqua di mare del golfo di Trieste (Mosetti, 1967).

Campione	Alt. marea	Prof.	(Ca+Mg) teor.	A (Ca+Mg)	% acqua
	cm	m	meq./l	meq../l	di mare
9.7.76	37	0	3.650	26.469	25.1
»	»	2	1.159	78.841	84.5
»	- 5	0	2.292	14.037	18.0
»	»	2	2.380	98.423	84.2
17.8.76	-22	0	3.178	4.589	3.3
»	»	2	3.424	35.238	41.9
»	29	0	3.178	1.842	1.5
»	»	2	3.424	30.779	37.6
28.10.76	72	2	3. 148	2.238	2.5
26.10.77	25	0	3.227	31.637	22.9

TAB. 1. - Differenza fra la concentrazione del Ca + Mg trovata e quella teoricamente prevista, confronto con il corrispondente grado di salsedine.

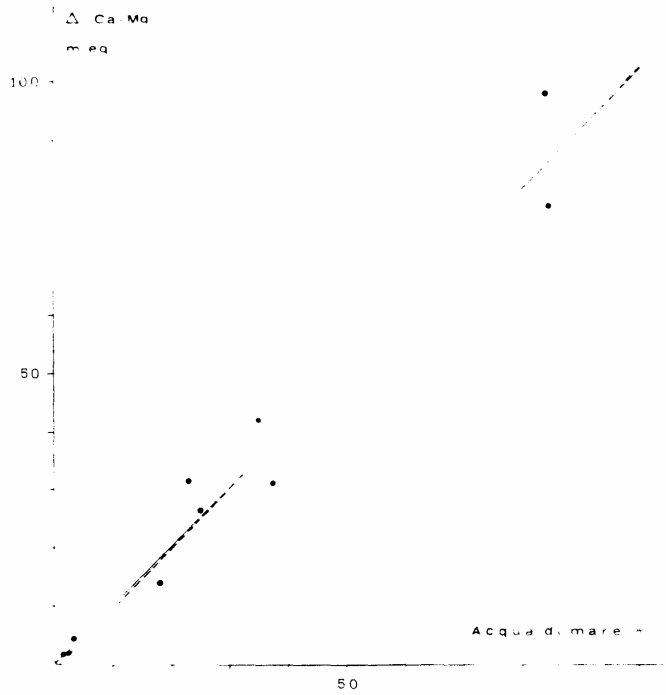


FIG. 4. - Correlazione fra lo scarto del Ca + Mg trovato da quello teorico previsto per un campione di sola acqua dolce e la percentuale d'acqua di mare nei campioni che hanno risentito dell'effetto di marea; ———- retta di regressione, ———— retta di regressione con condizione di passaggio per l'origine.

Che l'intercetta sulle ordinate sia quasi zero è coerente con l'ipotesi che le deviazioni siano unicamente imputabili al contributo dell'acqua

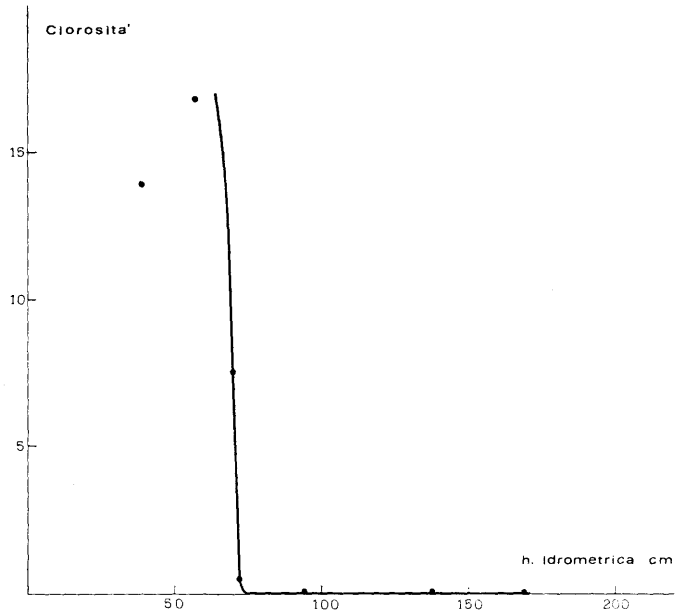


FIG. 5. - Interpolazione dei valori di clorosità in funzione dell'altezza idrometrica all'idrometro di Gradisca.

marina, imponendo in aggiunta la condizione teorica del passaggio per l'origine, la nuova retta che si ottiene:

(Ca + Mg) = 1.02 grado salsed. R = 0.97

si discosta molto poco dalla prima.

Rispetto invece agli effetti della marea, i dati significativi sono risultati essere troppo pochi; una interpolazione dei valori di clorosità, a 2 m ed in alta marea, in funzione dell'altezza idrometrica (fig. 5) indica un valore limite di 74 cm al di sopra del quale, comunque sia la marea, l'acqua di mare non riesce a risalire fino al punto della stazione. Purtroppo durante il periodo delle misure tale situazione si è verificata più frequentemente del previsto.

BIBLIOGRAFIA

Bregant D. & Catalano G. 1978. Condizioni chimiche e fisiche alla foce del fiume Isonzo. Giugno 1976 - Dicembre 1977. (In stampa).

Burton J.D. and Liss P.S. eds. 1976. *Estuarine Chemistry.* Academic Press. London, 229 pp.

Gast J.A. and Thompson T.G. 1958. Determination of the Alkalinity and Borate Concentration of Sea Water. *Anal. Chem*. 30, 1549-1551.

Golterman H.L. 1969. *Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters.* IBP Handbook N. 8. Blackwell Scientific Publications Oxford and Edinburgh, 166 pp.

Greville T.N.E. 1969. *Theory and Applications of Spline Functions.* Academic Press. New York.

Mook W.G. and Koene B.K.S. 1975. Chemistry of Dissolved Inorganic Carbon in Estuarine and Coastal Brackish Waters. *Estuarine and Coastal Marine Science*. 3, 325-336.

Mosetti F. 1967. Temperatura e salinità nel Golfo di Trieste. *Adriatico*. 5-6, 1-6.

Pate J.B. and Robinson RJ. 1958. The (Ethylenedinitrilo)-tetraacetate Titration of Calcium and Magnesium in Ocean Waters. I Determination of Calcium. *J. Mar. Res.*, 17, 390-402.

Pate J.B. and Robinson RJ. 1961. The (Ethyilenedinitrilo)-tetraacetate Titration of Calcium and Magnesium in Ocean Waters. II Determination of Magnesium. *J. Mar. Res*, 19, 12-20.

DETERMINAZIONE DI ALCUNI METALLI PESANTI NEL MAR LIGURE MEDIANTE SPETTROFOTOMETRIA DI ASSORBIMENTO ATOMICO SENZA FIAMMA

F. BAFFI, R. FRACHE e A. DADONE
Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Università di Genova.

La determinazione in continuo di metalli pesanti in acqua di mare è, allo stato attuale delle ricerche, lontana dall'essere messa a punto. A nostra conoscenza, infatti, la letteratura riporta solo un articolo di G.K. Rice e RJ. Jasinki (1976), che propone l'impiego di elettrodi selettivi per il monitoraggio continuo del Cu in acqua di mare, e l'apparecchiatura studiata da A. Zirino e S.H. Lieberman (1975) per la determinazione, in flusso continuo di acqua di mare, di Cd, Cu, Pb e Zn mediante voltammetria di ridissoluzione anodica.

È quindi tuttora molto attuale il problema di mettere a punto metodiche analitiche che permettano di impiegare campioni di volume ridotto per minimizzare i problemi di campionamento, conservazione e trattamento chimico. Inoltre, date le esigenze di effettuare analisi su alti numeri di campioni per impostare elaborazioni numeriche soddisfacenti, è essenziale disporre di metodiche rapide e di semplice esecuzione.

Nell'ambito di queste considerazioni abbiamo messo a punto una rapida e simultanea determinazione di Cu, Cd, Fe e Ni in acqua di mare. Questo metodo consiste nell'acidificare un campione di acqua di mare (100 ml) con HNO_3 fino a pH 2.9-3.5 e nell'estrarre i complessi dei metalli mediante 1 ml di soluzione acquosa al 2% di ammoniopirrolidinditiocarbammato e 2 ml di CCl_4. L'impiego del CCl_4 in luogo del metilisobutilchetone, comunemente usato, permette una rapida e netta separazione delle fasi dopo un'agitazione di 30 minuti. Per la lettura all'assorbimento atomico su carbon rod si campionano

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova». Contratto di ricerca C.N.R. n° 36/78.01039.88.

2 µl di fase organica per Cu e Cd e 4 µl per Ni e Fe. La valutazione della concentrazione si è effettuata impiegando una curva di lavoro ottenuta a partire da campioni di acqua di mare di altura e verificando la linearità fino ad un contenuto totale di circa 5 µg/1 in Cu, Cd, Fe e Ni nel campione iniziale. Il coefficiente di variazione globale della metodica, valutato su dieci analisi ripetute, è risultato essere del 21, 22, 12 e 9% per un contenuto medio di 0.80, 0.34, 0.86 e 1.23 µg/l di Cu, Cd, Fe e Ni rispettivamente.

Il metodo, dato il limitato volume di acqua di mare richiesto e la rapidità di esecuzione, si presta agevolmente all'analisi di campioni anche quando richiesti in numero elevato.

Questa metodica è stata infatti da noi impiegata per l'analisi di una novantina di campioni prelevati, durante la campagna oceanografica del maggio 1977, fino alla profondità di 200 m in una serie di stazioni poste lungo due trasversali parallele fra la costa di ponente e la Corsica. I valori sono riportati in tabella 1. Confrontando le medie con quelle ottenute precedentemente (R. Frache, F. Baffi, A. Dadone e G. Zanicchi, 1976; R. Frache, F. Baffi e A. Dadone, 1976) si possono osservare, per Cd e Cu, valori leggermente discordanti pur nello stesso ordine di grandezza. Attualmente non siamo in grado di dire se questo corrisponde ad una reale differenza di concentrazione o al diverso metodo analitico impiegato o a possibile contaminazione dei campioni.

Un esame preliminare di questi valori mostra che lungo la trasversale A-E i valori medi si mantengono, per tutti gli elementi, abbastanza uniformi mentre, lungo la A'-D', le due stazioni centrali hanno valori medi più elevati, specialmente per Ni, Fe e Cu, che decrescono leggermente nella stazione D'. Un andamento di quest'ultimo tipo, anche se, come già osservato, i valori assoluti non concordano completamente, era stato riscontrato per Ni e Cu precedentemente lungo la trasversale Imperia - Isola Capraia immediatamente più interna al Mar Ligure (R. Frache, F. Baffi e A. Dadone, 1976).

Questi dati, insieme a quelli in corso di elaborazione e riguardanti una ulteriore serie di stazioni poste nella parte più interna del Mar Ligure, saranno oggetto di una elaborazione che, correlata alle caratteristiche oceanografiche della zona, concorrerà a fornire un quadro della distribuzione dei metalli pesanti in questo mare.

TAB. 1. - Concentrazione (µg/1) di Cu, Cd, Ni e Fe in campioni di acqua di mare prelevati nel Mar Ligure.

Stazione	Profondità (m)	Cu	Cd	Ni	Fe
A.	10	0.7	0.1_5	0.7	0.5
43°29.8'N	20	0.4	0.3	0.4	0.4
07°29.7'E	30	0.6	0.4_5	1.1	0.5
	40	0.1	0.4_5	0.7	0.3
	50	0.4	0.2	1.7	0.5
	60	0.3	0.5	0.9	0.6
	70	—	—	1.0	—
	100	0.4	0.6_5	0.8	0.4
	150	0.2	0.4_5	0.6	0.3
	200	0.3	0.5	0.8	0.6
	media	0.4	0.4	0.9	0.4_5
B.	10	0.3	0.4	0.8	0.3
43°18.9'N	20	0.5	0.2_5	0.8	0.9
07°45.7'E	30	—	—	—	—
	40	0.3	0.8_5	1.8	0.3
	50	0.4	1.1	0.8	0.7
	60	0.4	0.6	0.7	0.3
	70	0.4	0.2	1.1	0.7
	100	—	—	—	—
	150	0.3	0.8	1.4	0.6
	200	0.2	0.4	1.0	0.5
	media	0.3_5	0.6	1.0_5	0.5
G.	10	0.3	0.5	0.8	0.5
43°08.0'N	20	0.2	0.6	1.0	0.4
08°01.0'E	30	0.2	0.7	1.1	0.5
	40	0.5	0.9_5	0.8	0.8
	50	0.3	0.3_5	1.4	0.4
	60	—	—	—	—
	70	—	—	—	—
	100	0.3	0.3	1.0	0.4
	150	0.4	0.2_5	1.2	0.3
	200	0.3	0.2	1.4	0.3
	media	0.3	0.5	1.1	0.4_5

Stazione	Profondità (m)	Cu	Cd	Ni	Fe
D.	10	0.2	0.3_5	1.0	0.4
42°57.0'N	20	0.3	0.3_5	1.0	0.5
0.8°16.0'E	30	0.7	0.4	1.0	0.4
	40	0.5	0.2	1.0	0.1
	50	0.3	0.9	1.0	0.7
	60	0.4	0.4_5	1.0	0.5
	70	0.4	0.6	0.8	0.3
	100	0.3	0.2_5	0.8	0.2
	150	0.8	0.5	1.1	0.3
	200	0.5	0.4	0.8	0.4
	media	0.4	0.4	0.9_S	0.4
E.	10	0.4	0.3	0.7	0.4
42°42.1'N	20	0.3	0.2	0.9	0.2_5
08°30.0'E	30	0.3	0.6	0.6	0.6
	40	0.3	0.3_5	0.8	0.6
	50	0.7	0.2	0.6	1.0
	60	0.5	0.8	1.6	0.4
	70	0.9	0.5_5	1.5	0.5
	100	0.5	0.3	1.0	0.7°
	150	0.2	0.5	1.1	0.7_5
	200	0.4	0.7	0.7	0.7
	media	0.4_5	0.4_5	0.9_5	0.6
A'	10	0.5	0.3	0.6	0.3
43°49.0'N	20	0.3	0.1	0.3	0.3
08°10.4'E	30	—	—	—	—
	40	0.4	0.1	0.5	0.4
	50	0.2	0.7_5	0.7	0.5
	60	0.3	0.3	0.3	0.2_5
	70	0.4	0.1_5	0.4	0.5
	100	0.7	0.5_5	0.4	0.3
	150	0.4	0.4	0.5	0.5
	200	0.8	0.4	0.6	0.4
	media	0.4	0.3	0.5	0.4

Stazione	Profondità (m)	Cu	Cd	Ni	Fe
B'	10	1.0	0.7s	0.8	1.7
43°28.7'N	20	0.9	0.5	1.0	0.5
08°27.9'E	30	1.2	0.5	1.2	1.6
	40	0.4	0.4s	1.4	1.1
	50	0.8	0.6s	0.9	1.2
	6	0.8	0.8s	0.9	0.8
	70	0.5	0.4	1.0	0.5
	100	0.5	0.4	1.4	0.6
	150	0.5	0.2s	1.0	0.5
	200	0.7	0.ls	0.7	0.3
	media	0.7	0.5	1.0	0.9
C'	10	0.4	1.0	1.7	0.8
43°14.4'N	20	1.3	0.9*	1.0	0.5
08°45.0'E	30	1.1	1.0	2.0	1.0
	40	—	—	—	—
	50	0.4	0.4	1.5	1.0
	60	0.8	0.6	1.1	1.0
	70	0.5	0.7	0.7	0.5
	100	0.4	0.1	0.1	0.1
	150	0.3	0.5	1.0	0.6
	200	0.6	0.6	0.4s	0.4
	media	0.6	0.6s	1.1	0.6.
D'	10	0.7	0.6	0.9	1.2
42°59.8'N	20	0.3	0.5	1.2	0.4
09°02.0'E	30	0.3	1.3	1.1	1.1
	40	0.4	0.1	0.9	0.3
	50	—	0.7	0.8	0.3
	60	0.5	0.5	0.6	0.8
	70	1.0	0.5s	0.4	0.7
	100	0.2	0.3	1.6	0.5
	150	0.7	0.1	1.0	0.2
	200	0.4	0.1	1.0	0.3
	media	0.5	0.5	0.9s	0.6

BIBLIOGRAFIA

Frache R., Baffi F. e Dadone A. 1976. Distribuzione di rame, nichel e cadmio in acque superficiali e profonde del Mar Ligure. *Atti 2° Congresso Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia,* S. Margherita Ligure (Genova) 29-30/11/1976, pag. 89.

Frache R., Baffi F., Dadone A. and Zanicchi G. 1976. The determination of heavy metals in the Ligurian Sea. I. The distribution of Cu, Co, Ni and Cd in surface waters. *Mar. Chem*., 4: 365.

Rice G.K. and Jasinski RJ. 1976. Monitoring dissolved copper in sea water by means of ion selective electrodes. *Natl. Bu. Stand.* (U.S.) Spec. Pubi. 422, p. 899.

Zirino A. and Lieberman S.H. 1975. Automated anodic stripping voltammetry for the measurement of Cu, Zn, Cd and Pb in sea water. *Adv. in Chem. Series*, n. 147, p. 82.

ANALYTICAL COMPUTATION OF DISSOLVED OXYGEN IN SEA WATER FROM DATA COLLECTED BY POLAROGRAPHIC SENSORS FITTED ON CTD SYSTEMS

E. ACCERBONI, F. MORO e P. SCARAZZATO
Osservatorio Geofisico Sperimentale, Trieste, Italy.

INTRODUCTION

In recent years many efforts have been made to develop such accurate and reliable dissolved oxygen sensors that classical Winkler titrations could be considered just as a reference and calibration method. The prospect of a new methodology able to provide continuous profiles of dissolved oxygen was always considered attractive by all oceanographers, but only with political and financial interests in environmental studies of pollution and eutrophication behind the re-search have the desires of oceanographers been realized.

Several kinds of such a sensor are described by Carritt and Kanwisher (1959), Mancy, Okun and Reilley (1962), Briggs and Viney (1964), Van Landingham and Greene (1971); however their use is not yet so common and widespread as it might be, owing to difficulties caused by calibration problems, effects of temperature, pressure and salinity on the outputs of the instruments, and finally by response time. A detailed review of existing dissolved oxygen sensors has been recently published by Whitfield (1975).

As a contribute to their practical use, this paper reports an exhaustive method for calibrating polarographic sensors and computing dissolved oxygen, provided that, together with current and temperature of the celi, also temperature, pressure and salinity of the water mass be measured. The method was tested with the data col-

lected during three oceanographic cruises performed in August and December 1977 and August 1978, when a CTD N. Brown Mark III B, fitted up with a Dissolved Oxygen Sensor BECKMAN were employed for the first time by our institute.

IN SITU MEASUREMENTS OF DISSOLVED OXYGEN BY POLOAROGRAPHIC SENSORS

In the following the analysis of polarographic sensors and their use will be developed referring to the Dissolved Oxygen Sensor (DOS) produced by BECKMAN. The results will however be applicable to the general category of instruments measuring «in situ» dissolved oxygen by membrane-covered electrodes.

The DOS is a polarographic sensor, the structure and configuration of which has already been described by Greene, Gafford and Rohrbaugh (1970) and by Van Landingham and Greene (1971). It consists of a silver anode and a gold cathode, while a KCl gel, held in place by a teflon membrane, serves as the electrolyte agent.

Oxygen diffuses through the membrane to the cathode, where the following reaction takes place:

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$$

while at the anode the reaction is:

$$4Ag + 4Cl^- \rightarrow 4AgCl + 4e^-.$$

A potential of 0.8 volts is applied to the electrodes and the resulting current is proportional to the partial pressure of oxygen in the sample, according to a relationship of the form

$$P(O_2) = f(I, T, S, p, A, B, ... N) \quad (1)$$

where:

$P(O_2)$	=	oxygen partial pressure in the sample
I	=	sensor current
T	=	mean temperature of the membrane
p	=	pressure
S	=	salinity of the water mass
A, B, . . . N	=	constants to be determined.

Taking into account the results obtained by the Authors previously mentioned, eq. (1) can be written in general as follows:

$$P(O_2) = AI \exp\left(\frac{B}{T} + kp\right) \tag{2}$$

By introducing the Bunsen coefficient on the basis of the formula given by Green and Carritt (1967), we obtain:

$$C(O_2) = AIg(T, S,) \exp\left(\frac{B}{T} + kp\right) \tag{3}$$

where:

$C(O_2)$	=	dissolved oxygen concentration
A, B	=	coefficients to be determined
T	=	mean temperature of the membrane
S	=	salinity of the water mass
g(T, S)	=	Bunsen coefficient
k	=	pressure coefficient of the membrane. *

If we know the coefficients A and B, and measure the variables T, p, S and I, dissolved oxygen concentration can be determined solving equation (3).

In the first application of dissolved oxygen sensors, the compensation for temperature and pressure effects was made analogically, so that a direct measure of dissolved oxygen partial pressure was taken. If salinity could be considered rather Constant and near 35‰, dissolved oxygen content was directly measured too.

This procedure was in reality scarcely accurate in ali conditions, especially when the membrane was submitted to external temperature variations of period shorter than cell time-constant.

To overcome these difficulties, in the more accurate systems, analogical compensation was discarded and replaced by analytical compensation procedures.

---

* For the sensor employed in the present work, it is equal to 0.000155 db^{-1}, according to the manufacturer, and confirmed by a preliminary best-fit procedure.

In this paper we present a general method for best-fitting a modified form of equation (3), when a sufficient number of dissolved oxygen comparison values have previously been obtained.

On the hypothesis that the difference between the cell temperature and the water-mass temperature be steady or quasi-steady i.e. when

$$\left|\frac{\partial T_c}{\partial t}\right| \cong \left|\frac{\partial T_w}{\partial t}\right|$$

equation (3) may be written as:

$$C(O_2) = AIg(t,S)\exp\left(\frac{B}{T_c + fT_w} + kp\right) \tag{4}$$

where:

Tc = internal temperature of the cell;
Tw = temperature of the surrounding water-mass;
t = time;
f = coefficient taking into account the temperature distribution through the membrane.

CALIBRATION PROCEDURES

The calibration procedures for determining the coefficients of the expression (4) are based on the preliminary collection of a suitable representative set of experimental values and on the application of a best-fit computer program developed by Marquardt (1964).

The outlines of this program are the following: let

$$Y = f(x_1, x_2, ... x_m, b_1, b_2, ... b_k) \tag{5},$$

a general relationship which predicts the value Y of a physical quantity y, as a function of m independent variables and k parameters. Each of n experimental determinations of the quantity y and of the variables $x_1 . . . . x_m$ will give a set of values

$$y_i, x_{i1}, x_{i2}, ... x_{im} \tag{6}.$$

The program computes the values of $b_1, b_2, ... b_k$ which minimize the function

$$Z = \sum_{i=1}^{n} (y_i - Y_i)^2$$

By means of this method, equation (4) can be best-fitted.

For the practical application of this procedure, CTD profiles (giving values of pressure, electrical conductivity, sea-water temperature, temperature and current of the oxygen cell) must be performed while water samples are collected at discrete levels and analyzed for their oxygen content by means of the Winkler procedure as described by Strickland and Parsons (1972).

Once the complete set of data (6) has been established, equation (4) can be best-fitted and the coefficients A, B and f determined.

Generally, the correlation between water samples depths and CTD computed depths must be very accurate, so that Winkler titration could actually represent a reference value.

RESULTS

Different situations were encountered while processing the data of the three cruises.

During the summer cruise DINAS 2 (August 1977), aboard the R/V «L.F. MARSILI», 716 samples were analyzed for dissolved oxygen. The program was run on all these data, assuming that the temperature difference $|T_c - T_w|$ were always steady or quasi-steady. When the values of dissolved oxygen predicted by the program were compared to those measured at sea, one observed that the differences were noticeable in the zone of the thermocline, at a depth of about 10 to 20 meters. This result was imputed to the response time of the sensor, which was not able to react immediately to the steep temperature gradient. That is to say that, in this case, fast transient conditions of temperature difference were encountered.

Therefore all the data referring to this critical depth were discarded, and the program run again on 439 data.

The results were:

A = 0.000345 ml 1^{-1} μA^{-1}
B = 4000.1 °K
f = 1.0000

with a standard-error of 0.19 ml/1.

Then, to improve the best-fit, we hypothesized that also some of the Winkler titrations might have been affected by errors. So a further 40 data, where the difference between observed and predicted data was greater than 0.30 ml/1, were discarded.

The program was run for a third time, obtaining:

$A = 0.000345$ ml 1^{-1} μA^{-1}
$B = 4000.0$ °K
$f = 1.0000$

thus reducing the standard-error to 0.15 ml/1.

The conditions met at sea during the winter cruise DINAS 3 (December 1977), aboard the R/V «BANNOCK», were more favourable for the new calibration, owing to the disappearance of thermo-cline and to the subsequent thermal homogeneity of the water column. In fact only 7 of the initial 123 values of dissolved oxygen were discarded, and the standard-error reduced from 0.17 to 0.13 ml/1.

The results were:

$A = 0.000365$ ml 1^{-1} μA^{-1}
$B = 4000.0$ °K
$f = 1.0000$

In August 1978 the cruise DINAS 4 took place aboard the R/V «L.F. MARSILI». The temperature stratification was similar to the one found in August 1977, so by applying the same considerations we discarded 21 values over a total number of 83. The results were:

$A = 0.000362$ ml 1-1 μA^{-1}
$B = 4000.0$ °K
$f = 1.0000$

Fig. 1 shows the oxygen concentrations observed (O) and predicted (P) by the program for these 62 values. The symbol Y indicates the coincidence of observed and predicted values.

CONCLUSIONS

The analysis of the results indicates that the parameters B and f of equation (4) were Constant for a period of at least one year. This means that the effects of temperature on the membrane are invariable over a long period of time.

The small changes of the coefficient A are probably due to the

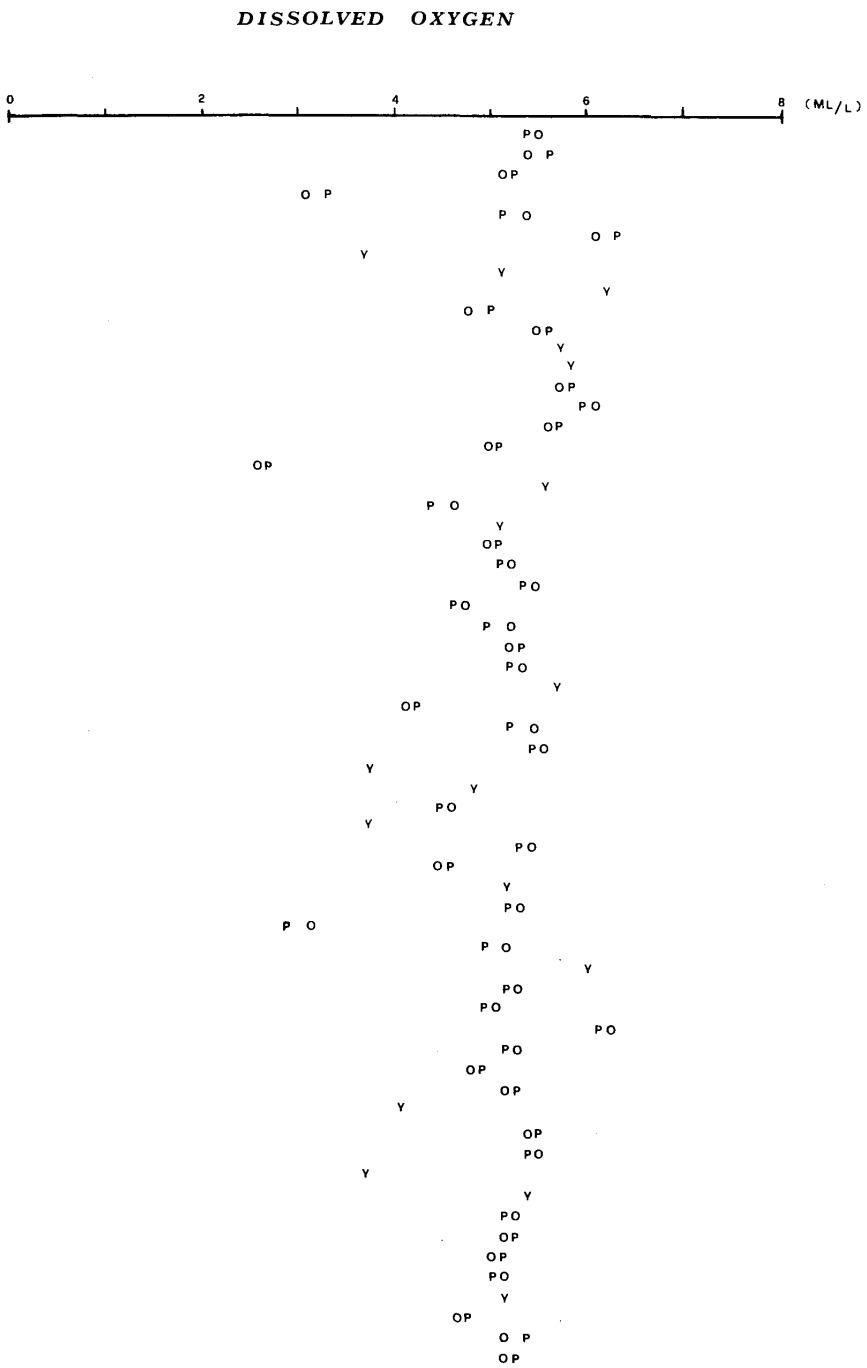


FIG. 1. - Dissolved oxygen concentration observed (O) and predicted (P) by the best-fit for the cruise DINAS 4 (August 1978). The symbol Y indicates the coincidence of observed and predicted values.

aging of the membrane, which appears to be more rapid at the beginning of its life. Further calibrations will confirm this hypothesis.

Nevertheless, it is possible to state that:

— calibration procedures might be simplified, taking only the coefficient A into account;

— during the operations at sea the time-consuming Winkler titration can be reduced to a very small number of samples.

The research is still under development to solve the problem of the response of the cell when sharp thermocline conditions are encountered. In this case the factor f of equation (4) cannot be considered as a Constant equal to 1, and a time-dependent expression must be introduced.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Authors are most grateful to Dr. D. Bregant and the personnel of Istituto Talassografico of Trieste (C.N.R.) for their precious help in carrying out the great number of Winkler titrations requested by the present work.

This work was supported by the National Research Council of Italy (contract N° 77.01018.88).

SYNOPSIS

A calibration procedure is presented, which is suitable for polarographic sensors measuring «in situ» dissolved oxygen in seawater. The cell employed was a DOS, manufactured by Beckman Instr. and fitted to a CTD N. Brown Mark III B. The current of the cell is proportional to the partial pressure of dissolved oxygen; the concentration of the latter is computed by the acquisition program as a function of cell-current, temperature, salinity and pressure.

The calibration was performed by means of a best-fit program: it computes the value of the coefficients of such a function, provided that steady or quasi-steady conditions on temperature differences exist and that a certain number of reference values of dissolved oxygen have been previously determined by the well-known Winkler method. This procedure was followed during three oceanographic cruises in the Northern Adriatic Sea. The validity of the results may be seen in the

values of the standard-error of the estimate, determined on the cali-bration data of the three cruises:

0.15 ml/1 for the first cruise
0.13 ml/1 for the second cruise
0.13 ml/1 for the third cruise.

Furthermore, from the comparison of the coefficients computed for the three cruises, it is possible to state that only one of them varied slightly in the course of the experiments (12 months). This result confirms the possibility of employing polarographic sensors without the need for continuous calibrations.

RIASSUNTO

Viene presentato un metodo di calibrazione valido per sonde polarografiche utilizzate in misure «in situ» di ossigeno disciolto in acqua di mare. La sonda impiegata durante la messa a punto del metodo è un DOS della Beckman, montato su di un CTD N. Brown Mark III B. Il CTD fornisce alla cella una tensione costante di 0.8V e misura la corrente che vi circola, che è proporzionale alla pressione parziale dell'ossigeno disciolto. La concentrazione di questo viene calcolata direttamente in ml/1 dal programma di acquisizione, il quale utilizza un'espressione analitica che fornisce tale grandezza in funzione della corrente della cella, della temperatura, della salinità e della pressione.

La calibrazione è stata eseguita per mezzo di un programma di best-fit che determina il valore dei coefficienti di tale espressione una volta che sussistano condizioni termiche stazionarie o quasi stazionarie e che, come riferimento, siano stati determinati col metodo di Winkler un congrue numero di valori di ossigeno disciolto. Questa procedura è stata impiegata nel corso di tre recenti crociere nell'Adriatico Settentrionale. La validità dei risultati è indicata dall'errore standard della stima, ottenuto sui dati di calibrazione delle crociere (complessivamente 575):

0.15 ml/1 nella prima crociera
0.13 ml/ nella seconda crociera
0.13 ml/1 nella terza crociera.

Dal confronto dei coefficienti calcolati per le tre crociere è stato possibile anche concludere che soltanto uno dei coefficienti dell'equazione sopra menzionata varia lievemente nel corso della sperimentazione (12 mesi). Questo risultato conferma la possibilità di usare le celle polarografiche senza dover ricorrere a continue calibrazioni.

BIBLIOGRAPHY

Briggs R. and M. Viney, 1964. The design and .performance of temperature
compensated electrodes for oxygen measurements. *Journal of Scientific Instruments*, 41, 78-83.

Carritt D.E. and J.W. Kanwisher, 1959. An electrode System for measuring dissolved oxygen. *Analytical Chemistry*, 31, 5-9.

Green E.J. and D.E. Carritt, 1967. Tables for oxygen saturation of sea-water. *Journal of Marine Research*, 25, 140-147.

Greene M.W., R.D. Gafford and D.G. Rohrbaugh, 1970. A continuous profiling, deep-submergible dissolved oxygen monitor. In: *Marine Technology*, Marine Technology Society Ed., 2, 1485-1502.

Mancy K.H., D.A. Okun and C.N. Reilley, 1962. A galvanic cell oxygen
sensor. *Journal of electroanalytical chemistry*, 4, 65-92.

Marquardt D.W., 1964. Least squares estimation of non linear parameters. Pub. of E.I. Du Pont de Nemours & Co. Inc., Wilmington, Delaware.

Strickland J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. *A practical handbook of sea-water analysis*. Fisheries Research Board of Canada, Bull. 167.

Van Landingham J.W. and M.W. Greene, 1971. An in situ molecular oxygen profller. *Marine Technology Society Journal*, 5, 11-23.

Whitfield M., 1975. The electroanalytical chemistry of sea water. In: *Chemical Oceanography*, 2nd edition, J.P. Riley and G. Skirrow Editors, Academic Press, 4, 1-54.

MERCURIO TOTALE IN PESCI MARINI PELAGICI

F. BALDI * e A. RENZONI
* Borsista della «Commission of the European Communities».

Negli ultimi anni diversi autori hanno cercato di approfondire le conoscenze sul ciclo biogeochimico del mercurio; in alcuni settori sono stati raggiunti buoni risultati, in altri i dati a disposizione sono lacunosi e frammentari. Ciò è dovuto, in gran parte, al fatto che le variabili in giucco sono moltissime: di particolare importanza i diversi livelli di concentrazione del metallo nella crosta terrestre, la sua forma chimica, l'ambiente ossidante o riducente a livello dell'inter-facies acqua-sedimento, la diversa biodisponibilità di quell'elemento o dei suoi composti, etc.

Parallelamente ad alcune indagini sul contenuto in mercurio totale in organismi marini bentonici abbiamo determinato la concen-trazione di quel metallo in un numero piuttosto consistente di tonni e di altri pesci pelagici pescati lungo le coste italiane e nelle immediate vicinanze dello stretto di Gibilterra (costa atlantica).

Per quanto riguarda il tonno *Thunnus thynnus* L.) i risultati riportati nel diagramma (fig. 1) mostrano con estrema chiarezza l'esistenza di due gruppi di individui, ben diversificati per contenuto in mercurio totale nel tessuto muscolare. Un primo gruppo, costituito da individui pescati lungo le coste italiane, che mostrano un tipico e marcato fenomeno di accumulo correlato con il peso (età) dell'animale; un secondo gruppo, comprendente sia individui pescati lungo le coste italiane e sia nelle vicinanze dello stretto di Gibilterra, che presenta valori di contenuto in mercurio inferiori nettamente a quelli del gruppo precedente.

La concomitante analisi della concentrazione di mercurio totale nel muscolo di altri pesci pelagici, alice (*Engraulis enchrasicolus* L.), sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) e scombro (*Scomber scombrus* L.,

e *Scomber japonicus colias* Gm.) che costituiscono l'alimento base del tonno ha messo in evidenza che anche per quest'ultime specie il contenuto in mercurio degli individui pescati nei mari Ligure, Tirreno ed Adriatico è superiore a quello riscontrato nelle specie pescate nelle adiacenze dello stretto di Gibilterra.

Specie	Staz.	numero esemplari	Lunghezza alla forca min. – max cm		Peso min. - max. g		Mercurio totale min. - max. $\mu g.Kg^{-1}$ (p.f.)		X
Engraulis	A	47	10	- 15	9	- 35	27	- 140	74
encrasicolus	B	300	5	- 15.5	1	- 30	41	- 472	170
Sardina	A	59	12	- 17.5	17	- 58	5	- 104	41
pilchardus	B	184	9	- 18	5	- 60	28	- 377	151
Scomber	A	4	20	- 21	119	- 144	39	- 78	53
scombrus	B	56	14	- 35	33	- 559	120	- 752	327
Scomber japonicus colias	A	9	17	- 24	58	- 133	43	- 96	75

TAB. 1. - Pesci pelagici raccolti in varie zone adiacenti lo stretto di Gibilterra (A) ed in varie aree dei mari Ligure, Tirreno ed Adriatico (B).

L'ipotesi, sostenuta da diversi specialisti della biologia del tonno, di una probabile migrazione genetica di tonni adulti dall'Atlantico al Mediterraneo (e viceversa dopo la riproduzione) sembra trovare in questi nostri reperti un ulteriore punto a suo favore. I nostri reperti dimostrerebbero infatti che in Mediterraneo si pescano tonni (quelli con gli alti valori di mercurio e con evidente fenomeno di accumulo) che hanno sempre vissuto in Mediterraneo e tonni Atlantici (quelli con bassi valori di mercurio, pur essendo di notevoli dimensioni) che vengono catturati durante la loro breve permanenza nel nostro bacino. La notevole omogeneità di valori del contenuto in mercurio di questi ultimi con i valori ottenuti nei tonni pescati nelle vicinanze di Gibilterra sarebbe la prova che gli esemplari catturati lungo le nostre coste e con valori simili agli esemplari atlantici non hanno vissuto continuativamente nel Mediterraneo; non sono in definitiva andati sottoposti alla quotidiana elevata assunzione di mercurio, cui sono invece andati incontro i loro simili sempre vissuti nel nostro bacino.

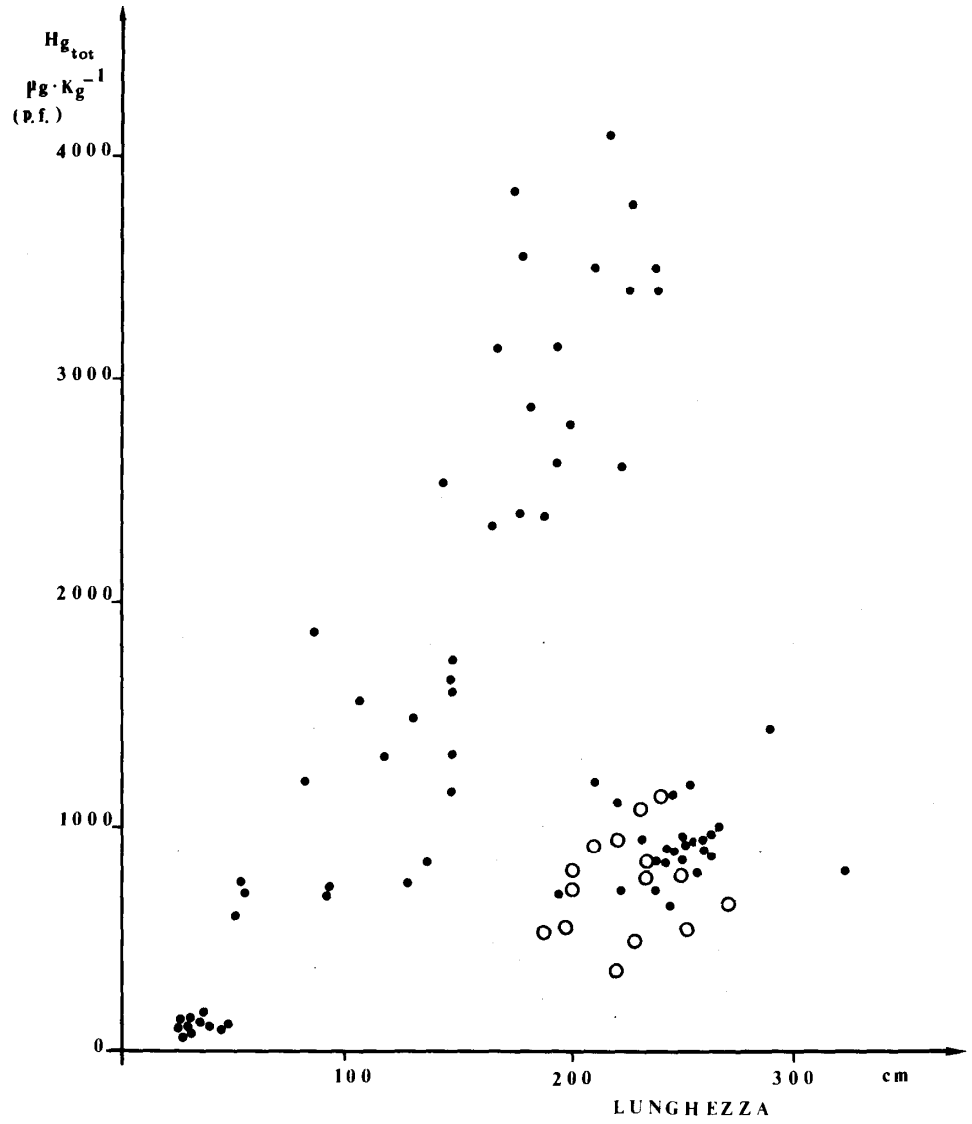


FIG. 1. - *Thunnus thynnus* L.: mercurio totale nel tessuto muscolare di esemplari pescati in varie zone dei mari Ligure, Tirreno ed Adriatico (•) ed in varie zone adiacenti lo stretto di Gibilterra (o).

I valori di mercurio degli altri pesci pelagici pescati in Mediterraneo, superiori (tab. 1) a quelli degli esemplari pescati in Atlantico rendono molto verosimile questa ipotesi.

L'origine del metallo nelle acque marine e le cause di questa maggiore biodisponibilità mediterranea possono essere materia di dibattiti ed interpretazioni per ancora molto tempo; va comunque tenuto ben presente che il bacino del Mediterraneo è situato in un'area con forti anomalie da minerali mercuriferi ed è pertanto in questa direzione che va ricercata la possibile spiegazione dei più alti valori mediterranei, sia degli organismi pelagici che di quelli bentonici. Dai dati in letteratura non risulterebbe alcuna differenza fra il contenuto in mercurio totale delle acque atlantiche e di quelle mediterranee, mentre scarsi sono i dati sui sedimenti.

Qualche ulteriore utile indicazione potrà scaturire dallo studio di questi ultimi, e forse anche da più accurati e sofisticati metodi di analisi delle acque e del materiale in sospensione.

(Maggiori dettagli e riferimenti bibliografici nel lavoro in extenso).

ELEMENTI PER UNA DINAMICA DI POPOLAZIONE DEI TUBIFICIDI (ANELLIDA, OLIGOCHAETA)

L. ADREANI e G. BONOMI
* C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza.

INTRODUZIONE

La scarsità delle conoscenze disponibili riguardo ai fondamentali elementi di dinamica di popolazione dei tubificidi è notoriamente legata alle difficoltà presentate dallo studio delle loro popolazioni naturali. Un primo scoglio è infatti già presentato dai problemi sistematici: quando sia presente — il che costituisce la norma — più di una specie, diviene assai problematica, se non impossibile la costituzione di compartimenti monospecifici del tipo: uova (ooteche)→ giovani→ adulti, che forniscano le prime ripartizioni demografiche sul popolamento. Spessissimo il ricercatore può separare per specie gli individui adulti, ma si trova costretto ad unificare in «pools» plurispecifici le ooteche e gli individui giovani, sessualmente immaturi. Altre difficoltà gravi sono presentate dalla complicatezza del ciclo biologico di questi organismi. Essi infatti, dopo il periodo di deposizione delle ooteche, vanno incontro ad un riassorbimento degli organi della riproduzione (Cernosvitov, 1930, Poddubnaya, 1971) ed assumono un habitus da individuo giovane, così che nei conteggi di routine al binoculare non è possibile separare gli individui che non hanno raggiunto la prima maturazione sessuale da quelli «ringiovaniti». Per questa ragione, oltre che per la tendenza di questi organismi a rigenerare segmenti, la determinazione dell'età attraverso misure di peso o di lunghezza individuali viene ad essere fortemente limitata. Infine, la relativa lunghezza del ciclo biologico e le difficoltà degli allevamenti rendono poco invitante lo studio di popolazioni sperimentali, che forniscono pochi risultati per unità di sforzo di ricerca.

Durante una indagine annuale condotta dal nostro Istituto su di un importante lago artificiale della Basilicata, il Lago di Pietra del Pertusillo, abbiamo studiato con attenzione particolare le popolazioni dei tubificidi *Tubifex tubifex* e *Limnodrilus hoffmeisteri*, praticamente i soli oligocheti nella zona profonda. Nel bacino, che ha profondità massima di 90 m, si sviluppa un notevole deficit stagionale di O_2 e l'ambito annuale di variazione della temperatura media della fascia di fondo da noi campionata — circa 45 ÷ 65 m di profondità — fu di 4,3°C (6,2 - 10,5°C; Bonomi, 1979; in stampa). Il lago è da considerarsi moderatamente produttivo, la sua produzione primaria fito-planctonica essendo stata stimata (Ruggiu e Saraceni, 1978) in 290 g C • m^{-2} • a^{-1}.

I due tubificidi menzionati hanno costituito materiale particolarmente favorevole per uno studio di dettaglio perché non solo si poterono contare separatamente per le due specie gli individui giovani e adulti in grazia del loro aspetto esterno, ma la stessa fortunata situazione fu presentata dalle ooteche: ovoidali e trasparenti in *T. tubifex*, allungate e incrostate in *L. hoffmeisteri*. Mediante dissezione di opportuni sub campioni di ooteche fu pertanto possibile stimare la popolazione embrionale. Una prima elaborazione dei dati raccolti è presentata in Bonomi e Adreani (1978) e Bonomi (1979).

II notevole interesse presentato da questo materiale ha indotto a dare inizio ad allevamenti sperimentali allo scopo di ricavarne valuta-zioni del tempo richiesto dallo sviluppo embrionale delle uova e dal-l'insorgere della prima maturazione sessuale negli adulti, che permettessero l'applicazione di metodi numerici per il calcolo dei principali parametri demografici delle popolazioni e per la stima della loro produzione numerica e ponderale. In questa comunicazione esponiamo i risultati di osservazioni condotte per un periodo di circa un anno, su colture delle due specie menzionate.

METODI

Gli allevamenti sono stati impostati a partire da materiale raccolto nel Lago di Pietra del Pertusillo nel gennaio 1978. Si è seguito il metodo suggerito da Kosiorek (1974): i vermi sono stati allevati in cristallizzatori con sabbia fine sterilizzata e acqua di lago filtrata e come

alimento è stata loro fornita lattuga in decomposizione, accuratamente lavata e posta in profondità nel contesto della sabbia stessa. Si è avuto cura di dosare il cibo in modo da assicurare la presenza di lattuga residuale ancora intatta ad ogni aggiunta di alimento (ogni 4-5 giorni a 20 e 15°C; ogni 10-15 giorni a 8 e 5°C). I tempi di sviluppo delle uova sono stati ottenuti, per ogni temperatura, ponendo ad incubare coorti di ooteche provenienti da colture condotte alla stessa temperatura e misurati come differenza fra l'età media della coorte (massima differenza: 2-3 giorni) e il tempo corrispondente al picco di uscita dei neonati dalle ooteche stesse.

RISULTATI

La relazione fra temperatura e tempo di sviluppo embrionale per le due specie è riportata nelle figure l(a) e 2(a). *Tubifex*, per il quale sono state incubate più di 2300 ooteche, sembra richiedere circa 300°C x d; i risultati non permettono di individuare la temperatura soglia (to), ma abbiamo ragione di ritenere che essa sia molto vicina allo zero. La richiesta di *Limnodrilus* può ritenersi di circa 50°C x d superiore. Le incubazioni di ooteche di questa specie si sono basate su un numero di esemplari molto più limitato a causa del fatto che così come in lago (cfr. Bonomi e Adreani, 1978), nelle colture le percentuali di maturi che depongono bozzoli sono notevolmente minori che in *T. tubifex*, risultandone, anche per la minor fecondità, un gettito di ooteche relativamente limitato. Di alcune colture a 8°C solo una ha potuto essere portata a termine, le altre essendo state invase da ife fungine. A 5°C nessuna per ora è stata allevata.

Quanto ai tempi richiesti per la maturazione (figure Ib e 2b) essi sono risultati in *Limnodrilus* notevolmente superiori che in *Tubifex*, così come era stato già da noi arguito dai dati relativi alle popolazioni lacustri (Bonomi e Adreani, 1978).

La variabilità dei valori da noi misurati si è rivelata molto alta, tanto da indurci a dare inizio ad allevamenti di coorti delle due specie, condotti con maggior dettaglio di osservazioni. Nella figura 3 riportiamo per esempio la curva di sopravvivenza di una coorte di *T. tubifex* per la quale al momento della maturazione abbiamo conteggiato separatamente gli individui maturi e gli individui ovigeri, questi ultimi

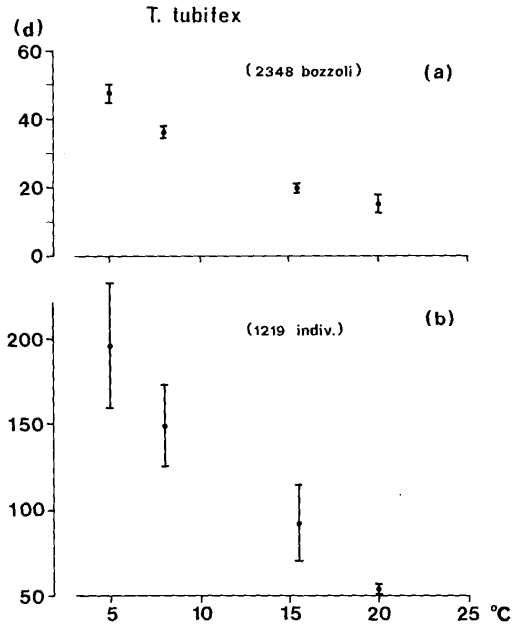


FIG. 1. - Tempi richiesti per lo sviluppo delle uova (a) e per raggiungere la prima deposizione delle ooteche (b) in *Tubifex tubifex*, a diverse temperature (m±σ).

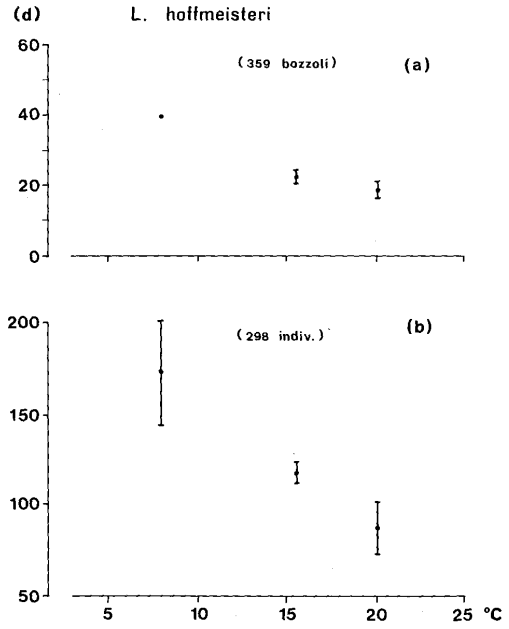


FIG. 2. - Come la figura 1 per *Limnodrilus hoffmeisteri*.

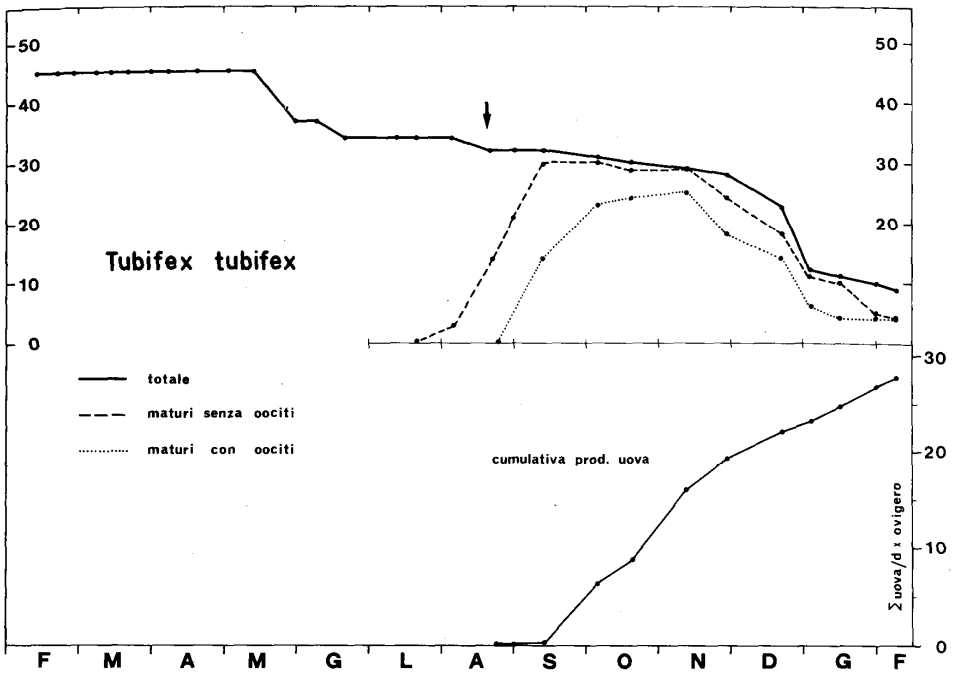


FIG. 3. - Sopravvivenza e maturazione di una coorte di 45 neonati di *T. tubifex* a 8°C. È indicata anche la produzione di uova. La freccia indica la data alla quale si è dato inizio all'assunzione dei pesi individuali, riportati negli istogrammi di figura 4.

essendo ritenuti i produttori delle ooteche. Vi si vede agevolmente tanto la progressva maturazione quanto la successiva regressione, accompagnata da una cospicua mortalità. La deposizione delle ooteche può considerarsi protratta per circa sei mesi e la produzione ovigera ammonta a 6,3 uova per ovigero per giorno (v. tab. 1). A partire dalla data indicata dalla freccia si è dato inizio alla assunzione dei pesi individuali, che sono riportati in forma di istogramma in figura 4. Le ulteriori informazioni così ottenute si sono rivelate notevolmente interessanti. È evidente, infatti, che il processo di maturazione viene ad interessare dapprima gli individui di mole maggiore e poi, gradualmente e in tempi molto lunghi, anche gli individui che rimangono a peso individuale minore. Lo stesso fenomeno si verifica anche nelle coorti di *Limnodrilus* (fig. 5). Quindi il tempo richiesto per raggiungere la deposizione delle ooteche sembra dipendere dal tasso di accrescimento

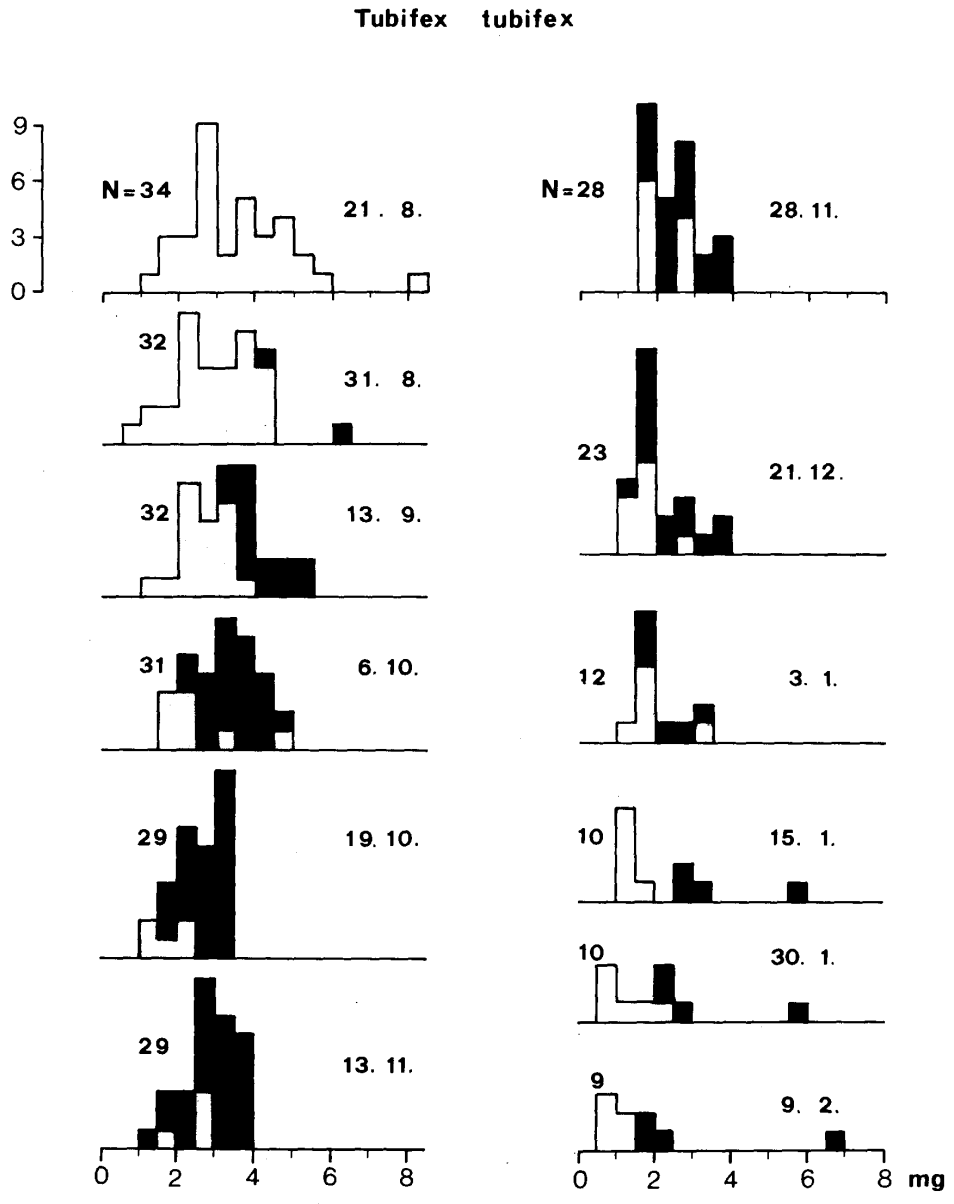


FIG. 4. - Distribuzioni di frequenza dei pesi individuali nella coorte di *T. tubifex* di figura 3. A sinistra di ogni istogramma: numero di sopravvissuti; a destra: data. Aree bianche: individui giovani giovani; aree grigie: maturi senza oociti; aree nere: maturi con oociti.

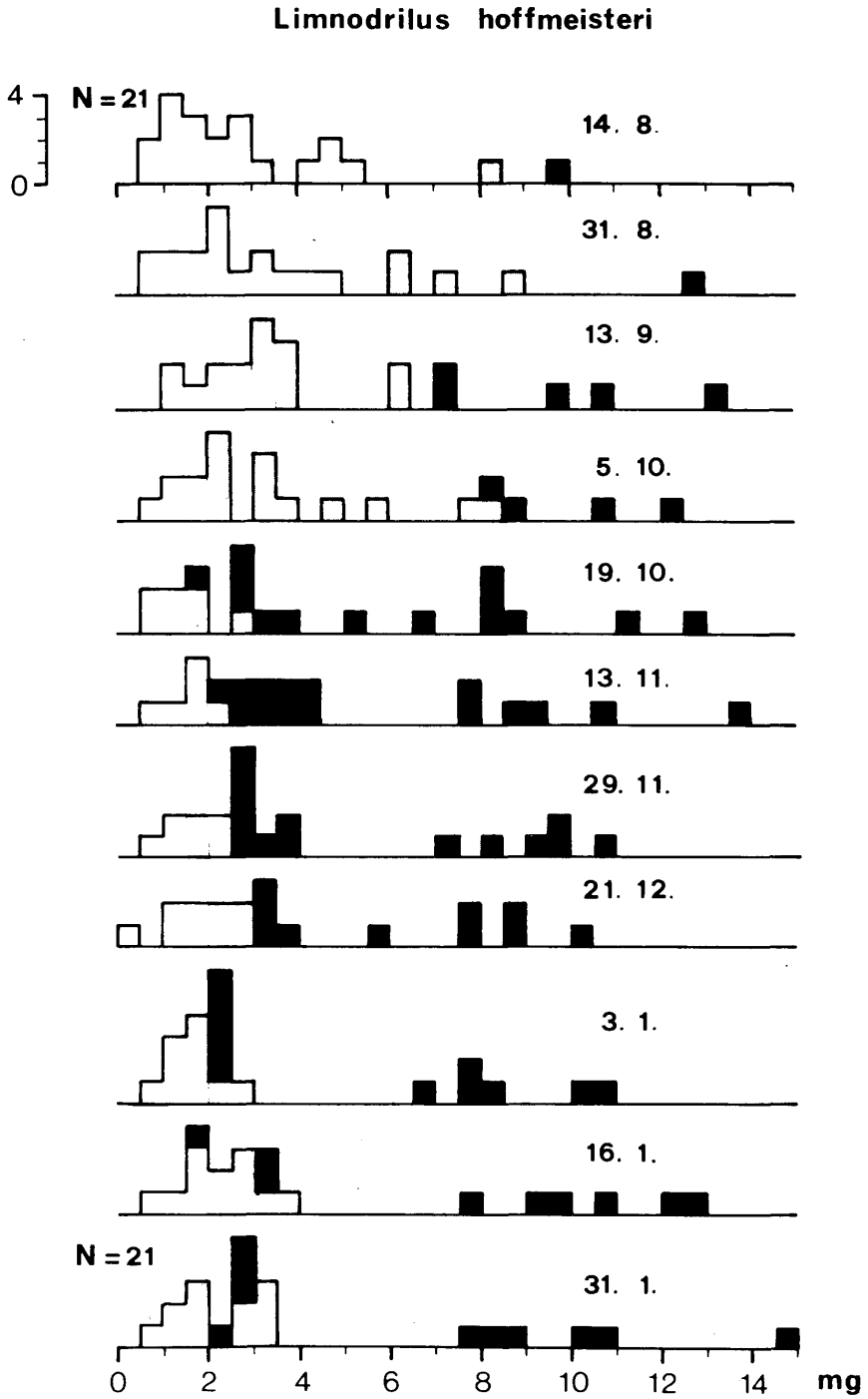


FIG. 5. - Distribuzioni di frequenza dei pesi individuali in una popolazione di *L hoffmeisteri* con età media al 14.8, di 5 mesi. Dal 14.8 al 31.1 sono state prodotte 140 ooteche.

nel periodo che precede la deposizione stessa. Ne consegue che l'applicazione dei tempi medi di prima maturazione (Bonomi e Adreani, 1978; Bonomi, 1979) risulta largamente criticabile, rendendosi probabilmente necessaria una loro ripartizione secondo i pesi individuali pre-maturazione. Il fatto che gli individui di maggiore mole depongono ooteche per tempi più lunghi è già stato evidenziato per *P. hammoniensis* da Thourhauge (1975), ma mancano in questo autore osservazioni su coorti, le sue classi di peso corrispondendo anche a età diverse. È inoltre ovvio che le nostre osservazioni spiegano largamente la dispersione notevole dei tempi di maturazione di cui si è già detto (figure 1b e 2b).

Vale anche la pena di porre l'accento sul grande ambito di variazione ponderale che nelle nostre coorti ha caratterizzato non solo gli individui giovani, ma anche quelli maturi ed ovigeri; probabilmente verifiche di questo tipo dovrebbero essere condotte nei molti casi in cui le polimodalità delle distribuzioni sono state interpretate ipotizzando la presenza contemporanea di più generazioni conviventi (vedi per esempio Ladle, 1971; Jónasson and Thourhauge, 1976a, 1976b, 1976c, Arkipova, 1976).

Un'altra serie di coorti ci sta permettendo interessanti osservazioni riguardo alla produzione di ooteche e di uova. Nelle tabelle 1 e 2 riportiamo alcuni dei risultati ottenuti, separatamente per *T. tubifex* e *L. hoffmeisteri*. Si noti come la deposizione delle ooteche si verifichi ad ondate successive, soprattutto evidenti alle temperature maggiori, caratterizzate da una tendenza a variare il contenuto ovigero medio delle ooteche, con un massimo raggiunto in fase iniziale, seguito da una coda in diminuzione, particolarmente lunga alle temperature basse. È pure evidente che esiste una relazione inversa fra contenuto ovigero e temperatura di allevamento.

Quanto alla produzione di ooteche e di uova, esse sono positivamente correlate, come per *P. hammoniensis* (Thourhauge, 1975), con la temperatura, ma la loro stima nelle diverse condizioni di allevamento presenta problemi e potrà ottenersi solo dopo aver individuato i più importanti fattori dipendenti dalla densità di popolazione. Abbiamo infatti verificato, per esempio, che la produzione di uova dipende anche dalla densità della coorte; tuttavia, a causa dei lunghi periodi di deposizione e delle elevate mortalità ad essa generalmente collegate, risulta assai complesso controllare questo fattore.

Tubifex tubifex (15°C)

(1)	(2)		(3)									produz. ooteche			produz. uova		
d	A	(Ov)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	oot./Δt	oot./d·A	oot./d·Ov	uova/Δt	uova/d·A	uova/d·Ov
8	14	-		1		4		2	2			9	0,08	-	44	0,39	-
16	15	-			6	3	8		2			19	0,16	-	84	0,70	-
28	9	-		1	6	6	5					18	0,17	-	69	0,64	-
45	26	-										0	0	-	0	0	-
58	15	-										0	0	-	0	0	-
72	26	-		1		1						2	0,01	-	6	0,02	-
89	27	-		7	10	8	2					27	0,06	-	86	0,19	-
100	29	-	1	3	14	8	14	2				42	0,13	-	163	0,51	-
113	31	-		12	21	17	4					54	0,13	-	175	0,43	-
139	31	-	6	20	28	17	2					73	0,09	-	208	0,26	-
156	29	-	3	19	4	1						27	0,05	-	57	0,12	-
168	28	(28)	1	1	1							3	0,01	(0,00)	6	0,02	(0,02)
184	29	(27)	1	11	3	2						17	0,04	(0,04)	40	0,09	(0,09)
212	22	(15)		2	1							3	0,01	(0,01)	7	0,01	(0,02)
237	8	(3)										0	0	(0)	0	0	(0)
250	11	(6)	2	2	2	1						7	0,05	(0,09)	16	0,11	(0,21)
261	21	(14)	1	6	7	5						19	0,08	(0,12)	54	0,23	(0,35)
cont.																	
Σ 261 (+90)	-	-	15	86	103	73	35	4	4			320	13,8	-	1015	45,8	-
Tubifex tubifex (8°C)																	
10	18	(12)	1									1	0,01	(0,01)	1	0,01	(0,01)
23	26	(13)				1	1		1			3	0,01	(0,02)	16	0,05	(0,09)
45	30	(18)										25*	0,04	(0,06)	112	0,17	(0,28)
59	30	(23)		2	6	6	1		1			16	0,04	(0,05)	58	0,14	(0,18)
84	29	(22)	3	4	13	16	8					44	0,06	(0,08)	154	0,21	(0,28)
100	26	(19)		9	7	1	4					21	0,05	(0,07)	63	0,15	(0,21)
122	21	(16)		1	6	4	2					13	0,03	(0,04)	46	0,10	(0,13)
135	13	(10)					1	1				2	0,01	(0,02)	11	0,07	(0,08)
147	10	(5)		2		1						3	0,03	(0,05)	8	0,07	(0,13)
162	7	(4)			1	1						2	0,02	(0,03)	7	0,07	(0,12)
172	4	(4)					1					1	0,03	(0,03)	5	0,13	(0,13)
cont.																	
Σ 172 (+191)	-	-	4	18	33	30	18	1	2			131	5,5	-	481	20,2	-
Tubifex tubifex (5°C)																	
13	14	-										4*	0,02	-	20	0,11	-
32	16	-				2	4	5	6			17	0,06	-	100	0,33	-
48	18	-				2	4	1	2	3	1	13	0,05	-	81	0,28	-
61	18	-			1			3	1	4		9	0,04	-	60	0,26	-
80	18	-				1	3	4	2	2	(1)	13	0,04	-	85	0,25	-
97	18	(18)			1	1	7	5	1	1		16	0,05	(0,05)	87	0,28	(0,28)
124	18	(18)		1	1	2	5	8	3	1		21	0,05	(0,05)	115	0,24	(0,24)
154	18	(18)				4	4	4	5	1	1	19	0,04	(0,04)	112	0,21	(0,21)
167	18	(18)				5	7	2				14	0,06	(0,06)	67	0,29	(0,29)
186	18	(18)			1	8	3	1	1			14	0,04	(0,04)	63	0,18	(0,18)
195	18	(18)			3	1		4	1			9	0,06	(0,06)	44	0,27	(0,27)
cont.																	
Σ 195 (+163)	-	-		1	7	26	37	37	22	12	2	149	8,7	-	834	47,5	-

(1) 1 ooteca con 12 uova
* contenuto ovigero non ripartito

TAB. 1. - Produzione di ooteche e di uova in coorti di *Tubifex tubifex*. (1): tempo in giorni dall'ultima osservazione senza ooteche. Fra parentesi: età della coorte alla prima deposizione. (2): numero di adulti (A) e aliquota di ovigeri (Ov.) (3): classi relative al numero di uova per ooteca.

Limnodrilus hoffmeisteri (20 °C)

(1)	(2)		(3)							produz. ooteche			produz. uova		
d	A	(Ov)	1	2	3	4	5	6	7	oot./Δt	oot./d·A	oot./d·Ov	uova/Δt	uova/d·A	uova/d·Ov
9	5	-	6	3	4	1			1	15	0,33	-	35	0,78	-
14	5	-		4	2	1				7	0,28	-	18	0,72	-
17	4	-		1						1	0,08	-	2	0,17	-
21	2	-								0	0	-	0	0	-
28	2	-		1		2	1	1		5	0,36	-	21	1,50	-
35	2	-		5						5	0,36	-	10	0,71	-
42	1	-								0	0	-	0	0	-
50	0	-								0	0	-	0	0	-
55	0	-								0	0	-	0	0	-
63	0	-								0	0	-	0	0	-
69	5	-	1							1	0,03	-	1	0,03	-
77	10	-		10	5	4	1			20	0,25	-	56	0,70	-
87	11	-	3	18	14	5	2			42	0,38	-	111	1,01	-
92	13	-	2	3	5	2				12	0,18	-	31	0,48	-
98	12	-	3	10	10	3				26	0,36	-	65	0,90	-
105	10	-	9	8	1	2				20	0,29	-	36	0,51	-
112	8	-	1	3						4	0,07	-	7	0,13	-
118	4	-								0	0	-	0	0	-
127	1	-								0	0	-	0	0	-
137	0	-								0	0	-	0	0	-
147	0	-								0	0	-	0	0	-
162	0	-								0	0	-	0	0	-
171	0	-								0	0	-	0	0	-
182	0	-								0	0	-	0	0	-
191	4	-								0	0	-	0	0	-
200	4	-								0	0	-	0	0	-
210	1	-								0	0	-	0	0	-
224 cont.	1	-								0	0	-	0	0	-
Σ 224 (+112)	-	-	25	66	41	20	4	1	1	158	21,3	-	393	54,8	-

Limnodrilus hoffmeisteri (8 °C)

15	4	-		1						1	0,02	-	2	0,03	-
34	5	-							1	1	0,01	-	7	0,07	-
50	6	-	1	3	2	3				9	0,09	-	25	0,26	-
61	6	-			2		1	1		4	0,06	-	17	0,26	-
75	6	-	1	5	1					7	0,08	-	14	0,17	-
87	6	(6)	1	4	8	3				16	0,22	(0,22)	45	0,63	(0,63)
110	6	(6)		5	5	4	3	3		20	0,14	(0,14)	74	0,54	(0,54)
143	6	(6)	1	6	8	8	4	1		28	0,14	(0,14)	95	0,48	(0,48)
157	6	(6)	1	4	7	2				14	0,17	(0,17)	38	0,45	(0,45)
169	6	(6)		2	3	3	1			9	0,13	(0,13)	30	0,42	(0,42)
184 cont.	6	(6)	1	5	4		1			11	0,12	(0,12)	28	0,31	(0,31)
Σ 184 (+140)	-	-	6	35	40	23	10	5	1	120	19,8	-	375	62,9	-

TAB. 2. - Come la tabella 1, per coorti di *Limnodrilus hoffmeisteri.*

In conclusione, a noi sembra che questi primi allevamenti, che abbiamo condotto con lo scopo iniziale di ottenere stime atte a permettere l'applicazione di metodi numerici per la valutazione comparativa — per le due specie — delle statistiche di popolazione e della produzione, abbiano fornito alcune osservazioni originali. Esse, se da un lato confermano la complessità del ciclo biologico delle popolazioni dei tubificidi, dall'altro mettono in evidenza alcuni nuovi aspetti, la cui ignoranza rischia di invalidare seriamente i tentativi di analisi dei popolamenti.

Stiamo pertanto elaborando un nuovo e più complesso modello compartimentale (Bonomi and Di Cola, in press) che, traendo profitto dalle ultime osservazioni sulle coorti, meglio descriva la dinamica delle popolazioni naturali delle due specie. Contemporaneamente stiamo cominciando ad allestire colture in condizioni sperimentali più controllate.

BIBLIOGRAFIA

Arkhipova N.R. 1976. Peculiarities of the biology and production in *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. (Oligochaeta, Tubificidae) on grey muds in the Rybinskoe reservoir. *Proc. Reservoir Biol. Inst.*, 34 (37): 5-15 (in russo).

Bonomi G. e L. Adreani. 1978. Significato adattativo della struttura comunitaria e della dinamica di popolazioni nel macrobenton profondo di un lago artificiale. In: «*Il Lago di Pietra del Pertusillo: definizione delle sue caratteristiche limno-ecologiche*». Ed. Ist. Ital. Idrobiol., 133-201.

Bonomi G. 1979. Production of *Tubifex tubifex* Müller and *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède (Oligochaeta, Tubificidae), co-existing in the profundal zone of a reservoir. *Boll. Zool.*, (in press).

Bonomi G. and G. Di Cola. 1979. Population dynamics of *Tubifex tubifex* studied by means of a new model. Paper presented at the «First International Symposium on Aquatic Oligochaete Biology»; Sidney, British Columbia: 1-4 May, 1979 (in press).

Cernosvitov L. 1930 a. La regression physiologique des organes genitaux du *Tubifex tubifex*. *Bull. Biol. France et Belgique*, 64: 211-248.

Jónasson P.M. and F. Thorhauge. 1976 a. Population dynamics of *Potamothrix hammoniensis* in the profundal of Lake Esrom with special reference to environmental and competitive factors. *Oikos*, 27: 193-203.

— 1976 b. Production of *Potamothrix hammoniensis* in the profundal of eutrophic Lake Esrom. *Oikos*, 27: 204-209.

— 1976 e. Growth and life cycle of *Potamothrix hammoniensis* (Tubificidae, Oligochaeta) in the profundal of eutrophic Lake Esrom. A field and laboratory study. *Arch. Hydrobiol.*, 78: 71-85.

Kosiorek D. 1974. Development cycle of *Tubifex tubifex* Müller in ex-perimental culture. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 21: 411-422.

Ladle M. 1971. The biology of oligochaeta from Dorset chalk streams. Freshwat. Biol., 1: 83-97.

Poddubnaya T.L. 1971. Rezorbtsiya i regenartsiya polovoi sistemy u tu-bifitsid naprimere *Isochaetides newaensis* Mich. (Oligochaeta, Tubificidae). *Tr. Inst. Biol. Vnutr. Vod. Akad. Nauk* SSSR, 22 (25): 81-90.

Rugghi D. e C. Saraceni. 1978. Struttura dei popolamenti algali e produzione primaria. In: «*Il Lago di Pietra del Pertusillo: definizione delle sue caratteristiche limno-ecologiche*». Ed. Ist. Ital. Idrobiol., 67-98.

Thorhauge F. 1975. A field and laboratory study on the reproduction of *Potamothrix hammoniensis* (Tubificidae, Oligochaeta). *Arch. Hydrobiol*, 76: 449-474.

I PICCOLI LAGHI DELLA REGIONE LOMBARDIA: PROPOSTA DI UNA GERARCHIA TROFICA IN BASE A SEMPLICI CRITERI DI VALUTAZIONE

R. DE BERNARDI, G. GIUSSANI e R. MOSELLO
C.N.R., Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza.

L'estendersi del processo di eutrofizzazione ad un numero sempre maggiore di ambienti lacustri, soprattutto in aree ad elevato sviluppo demografico e produttivo, pone con crescente urgenza il problema della protezione e del recupero di questi corpi d'acqua.

A causa dell'ampiezza e della complessità che questo fenomeno è andato assumendo negli ultimi anni, motivi di ordine pratico impongono una gradualità nella realizzazione di un auspicabile piano di interventi risanatori, rendendo così indispensabile la formulazione di criteri di priorità d'azione.

Alla definizione di questi criteri di priorità intervengono con peso diverso elementi e considerazioni di varia natura. È comunque fuori di dubbio che una corretta impostazione del problema non possa prescindere dalla conoscenza del processo di eutrofizzazione e quindi da informazioni di carattere prettamente limnologico sugli ambienti in questione.

In questa ottica, si è dato recentemente inizio ad un programma di ricerche limnologiche integrate che prendessero in considerazione i vari compartimenti biotici ed abiotici di 21 ambienti lacustri della Regione Lombardia (Tab. 1) e che, attraverso l'uso di metodologie comuni, permettessero un confronto della loro situazione trofica attuale.

Si deve infatti sottolineare che le conoscenze limnologiche sui numerosi «piccoli laghi» del territorio lombardo, quando non completamente mancanti, sono frammentarie e in alcuni casi riferentisi a situazioni che debbono considerarsi superate.

LAGHI	Quota m s.l.m.	Superficie Lago km^2	Superficie bacino km^2	Volume $m^3 \times 10^6$	Profondità massima m	Profondità media m	Tempo di ricambio anni	Popolazione residente nel bacino
ALSERIO	260	1,23	17,05	6,55	8,1	5,34	0,35	12.500
ANNONE EST	224	3,81	9,59	24,03	11,3	6,31	1,36	6.900
ANNONE OVEST	224	1,70	12,98	6,81	10,1	4,00	0,81	5.300
COMABBIO	243	3,40	12,60	16,40	7,7	4,4		7.500
ENDINE	334	2,34	33,69	11,93	9,4	5,1	0,27	26.000
GANNA	452	0,06		0,13	4,0	2,0		0
GARLATE	198	4,65		70,00	34,0	15,0		
GHIRLA	442	0,24		2,00	14,0	8,0		700
MANTOVA SUPERIORE	18	4,50			12,0			
MANTOVA DI MEZZO	15	0,80			4,0			10.000*
MANTOVA INFERIORE	15	1,00			4,0			40.000*
MEZZOLA	198	4,81	720,07	176,35	69,0	36,7		
MONATE	266	2,51	3,25	45,30	34,5	13,1		5.000
MONTORFANO	397	0,46	1,44	1,91	6,8	4,2	1,51	0
OLGINATE	198	0,77			17,0			
PIANO	279	0,72		4,60	12,5	6,4		
POZZO DI RIVA	198	0,27	34,76		12,0			
PUSIANO	259	4,93	89,00	69,23	24,3	14,0	0,68	27.121
SARTIRANA	318	0,09	0,89	0,15	3,0	1,7		
SEGRINO	374	0,38	3,00	1,20	8,6	3,2	0,42	0
VARESE	238	14,95	97,05	162,40	26,0	10,7	1,79	63.100

*Popolazione relativa alla sola città di Mantova.

TAB. 1 - Principali caratteristiche geografiche e morfometriche dei laghi esaminati.

Con questo lavoro si è inteso definire una sequenza gerarchica del grado di compromissione di questi 21 corpi idrici, partendo da semplici criteri classificativi. A tale scopo, tra le numerose variabili misurate nel corso della ricerca, ne sono state considerate solo tre estratte tra quelle che possono ritenersi le più significative per la definizione del livello di produttività di un lago: concentrazioni di fosforo totale superficiale e di clorofilla a nello strato eufotico, e trasparenza misurata con il disco di Secchi. Le variabili sono state misurate in occasione di una campagna invernale di campionamenti.

L'indicizzazione dello stato trofico di ciascun ambiente è stata ottenuta utilizzando i criteri che stanno alla base del TSI (trophic state index) proposto da Carlson (1977).

Questo indice si basa sulla considerazione che ambienti oligotrofi presentano un'elevata trasparenza delle acque e che l'incremento del livello trofico ha come conseguenza una progressiva diminuzione di trasparenza a causa della maggiore biomassa algale. Nei laghi per i quali non vi sono interferenze significative nel grado di trasparenza, dovute ad esempio a solidi sospesi alloctoni o ad altre cause, la misura della trasparenza, effettuata con il disco di Secchi, può essere indicizzata in maniera da ottenere una scala di valori che vanno da O, per gli ambienti oligotrofi, a 100 per gli ambienti eutrofi.

Carlson (1977) costruisce questa scala di valori assumendo come zero un valore di trasparenza di 64 m e ponendo che ad ogni dimezzamento del valore di trasparenza corrisponde un aumento di 10 unità nell'indice.

Dal punto di vista analitico, il valore del TSI ottenuto dal disco di Secchi (TSI_{SD}) è dato dalla seguente relazione (Carlson, 1977):

$$TSI_{SD} = 10\ (6 — Iog_2\ SD) \qquad (1)$$

Lo stesso indice numerico può essere ricavato anche da variabili quali fosforo totale e clorofilla a quando la loro relazione con la trasparenza sia nota.

Per i 21 laghi qui considerati gli indici di stato trofico, calcolati in base a fosforo totale (TSI_{TP}) e clorofilla a ($TSI_{chl\ a}$), sono stati ottenuti dalle seguenti formulazioni in accordo con gli schemi proposti da Carlson:

$$TSI_{TP} = 10\ \left(6 — \frac{\ln \frac{60{,}3}{TP}}{\ln 2}\right) \qquad (2)$$

$$TSI_{chl\ a} = 10\ (6 - \frac{1{,}66 - 1{,}43 \ln Chl_a}{\ln 2}) \quad (3)$$

I coefficienti che compaiono in queste espressioni sono stati ottenuti dalle seguenti relazioni tra disco di Secchi e fosforo totale e clorofilla, valide per i 21 ambienti esaminati:

$$SD = 60{,}3\ \frac{1}{TP} \quad (4)$$

n. dati = 21
r = 0,93
p < 0,001

$$SD = 46{,}08\ Chl\ a\ 1{,}43 \quad (5)$$

n. dati = 21
r = 0,73
p < 0,001

In figura 1 sono riportati i valori di TSI calcolati per ciascun lago in base alle espressioni 1, 2, 3.

II confronto tra i valori numerici ottenuti per il TSI calcolato in base alle tre formule per uno stesso lago pone in evidenza alcune differenze che si ripercuotono sulla posizione relativa che ciascun lago occupa nell'ordinamento gerarchico.

Si ottengono cioè tre ordinamenti che presentano tra loro differenze di rilievo che possono essere imputate alla inadeguatezza di un singolo parametro indicizzato a render conto di una situazione molto complessa. In effetti, le relazioni che intercorrono tra le tre variabili considerate non sono sempre necessariamente di tipo diretto ma, come ad esempio nel caso di fosforo e clorofilla, possono anche essere inverse. Questo fa sì che in uno stesso lago si possa verificare che ad un elevato valore di clorofilla corrisponda un valore di fosforo basso. In questo caso il $TSI_{chl\ a}$ e il TSL_{TP} avranno valori molto differenti.

Per integrare il significato ed il peso di ciascuna di queste tre variabili in una stima globale del TSI* si è, pertanto, ritenuto opportuno sommare tra loro i valori dei singoli TSI ottenuti per uno stesso lago; vale a dire:

$$TSI^* = TSI_{SD} + TSI_{chl\ a} + TSI_{TP} \quad (6)$$

È chiaro che il nuovo valore TSI* non è comparabile con i valori di TSI ottenuti dalle formule originali di Carlson, e che quindi i valori critici rappresentativi dei vari livelli di trofia riportati da Carlson (1977) non sono da considerarsi validi nel nostro caso. Una nuova

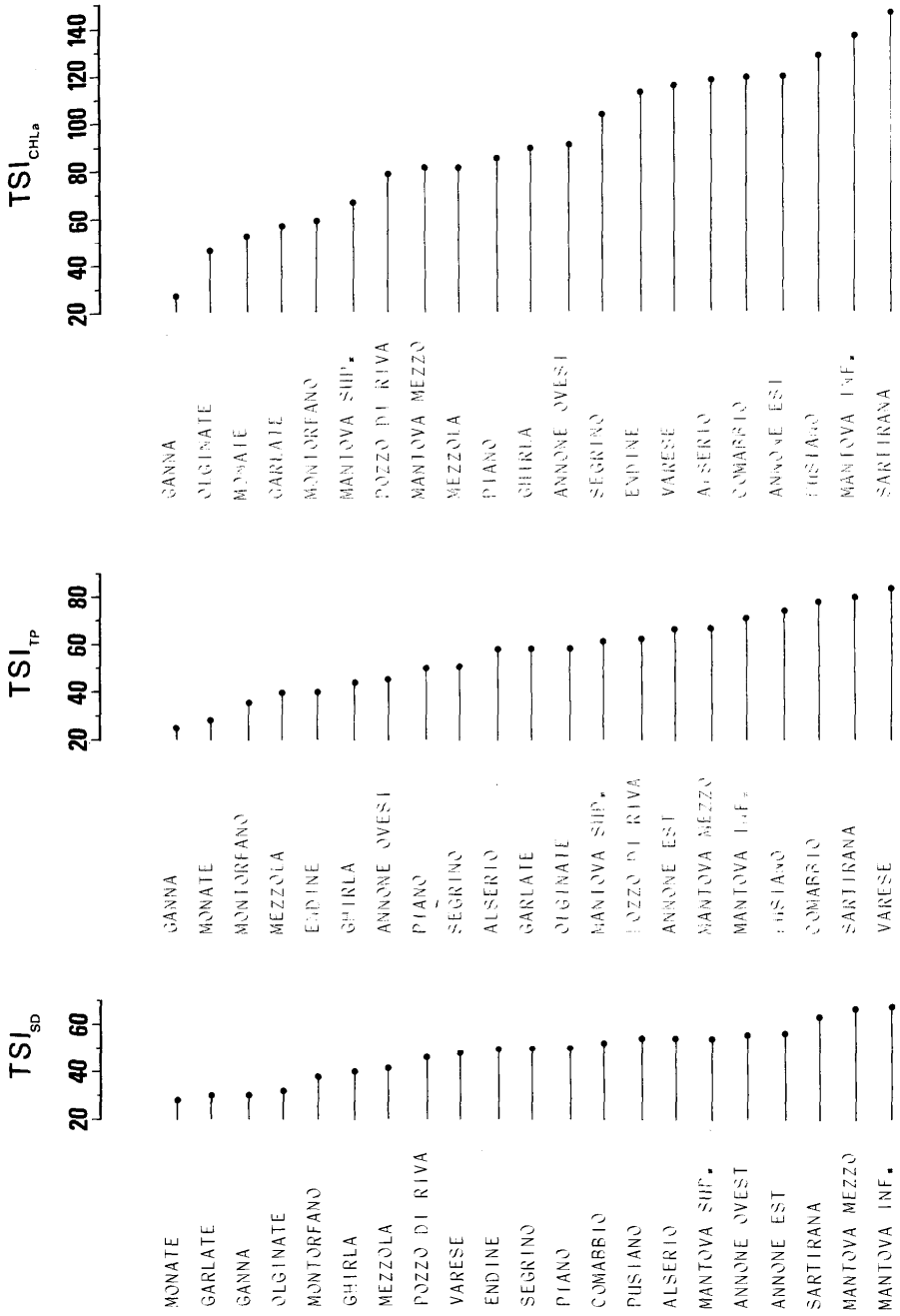


FIG. 1. - Ordinamento gerarchico dei vari corpi idrici ottenuto dal calcolo del TSI in base a disco di Secchi (TSI_{SD}), fosforo totale superficiale (TSI_{TP}) e clorofilla *a* dello strato eufotico ($TSI_{Chl\,a}$).

serie di valori di TSI* rappresentativi di livelli di transizione nel grado di trofia per i laghi in esame è stata ottenuta secondo lo schema riportato in tabella 2. In questo modo, oltre ad avere un ordinamento relativo di ciascun lago rispetto agli altri, si ottiene anche una classificazione in termini assoluti del rispettivo livello trofico.

I risultati relativi al nuovo indice TSI" ed alla individuazione di livelli critici rappresentativi di situazioni di transizione di livello trofico sono riportati in figura 2.

L'esame di questa figura mette in evidenza come, dei 21 laghi considerati, solo 4 presentino condizioni di bassa produttività (Canna, Monate, Montorfano e Olginate) mentre 6 presentano condizioni di iperproduttività (Sartirana, Mantova Inferiore, Pusiano, Comabbio, Varese ed Annone Est). Inoltre, se si considera come soglia critica il passaggio dalla mesotrofia all'eutrofia, l'esame della figura 2 evidenzia che ben 11 su 21 laghi hanno già superato questo livello.

I vantaggi di questo tipo di elaborazione rispetto agli schemi classici di suddivisione dei laghi, dal punto di vista produttivo, in tre livelli trofici (oligotrofia, mesotrofia, ed eutrofia) si possono così riassumere:

— maggior numero di categorie il che comporta la possibilità di una più accurata individuazione degli stati intermedi;
— possibilità di riconvertire in ogni momento i valori degli indici nei numeri che li hanno generati;
— maggiore sensibilità di questa indicizzazione numerica che permette di poter meglio valutare l'evoluzione trofica di un ambiente lacustre;
— l'indice numerico è più facilmente comprensibile anche per i «non addetti ai lavori».

È da sottolineare che, nonostante il limitato numero di dati sui quali si è operato, i risultati ottenuti appaiono attendibili. Infatti, il confronto con le informazioni riportate in bibliografia per molti di questi laghi, derivanti da studi più estesi nel tempo e nel numero di variabili fisiche, chimiche e biologiche considerate, mette in evidenza una sostanziale concordanza nella definizione del livello trofico (Tonolli eBonomi, 1965; Baudouin, 1971; Barbanti, Bonacina, Calderoni, Carollo, de Bernardi, Guilizzoni, Nocentini, Ruggiu, Saraceni e Tonolli, 1973; Regione Lombardia, 1974; Gerletti e Marchetti, 1977; Annoni e Ravera, 1978; Bertoni, Callieri, de Bernardi, Giussani, Mo-

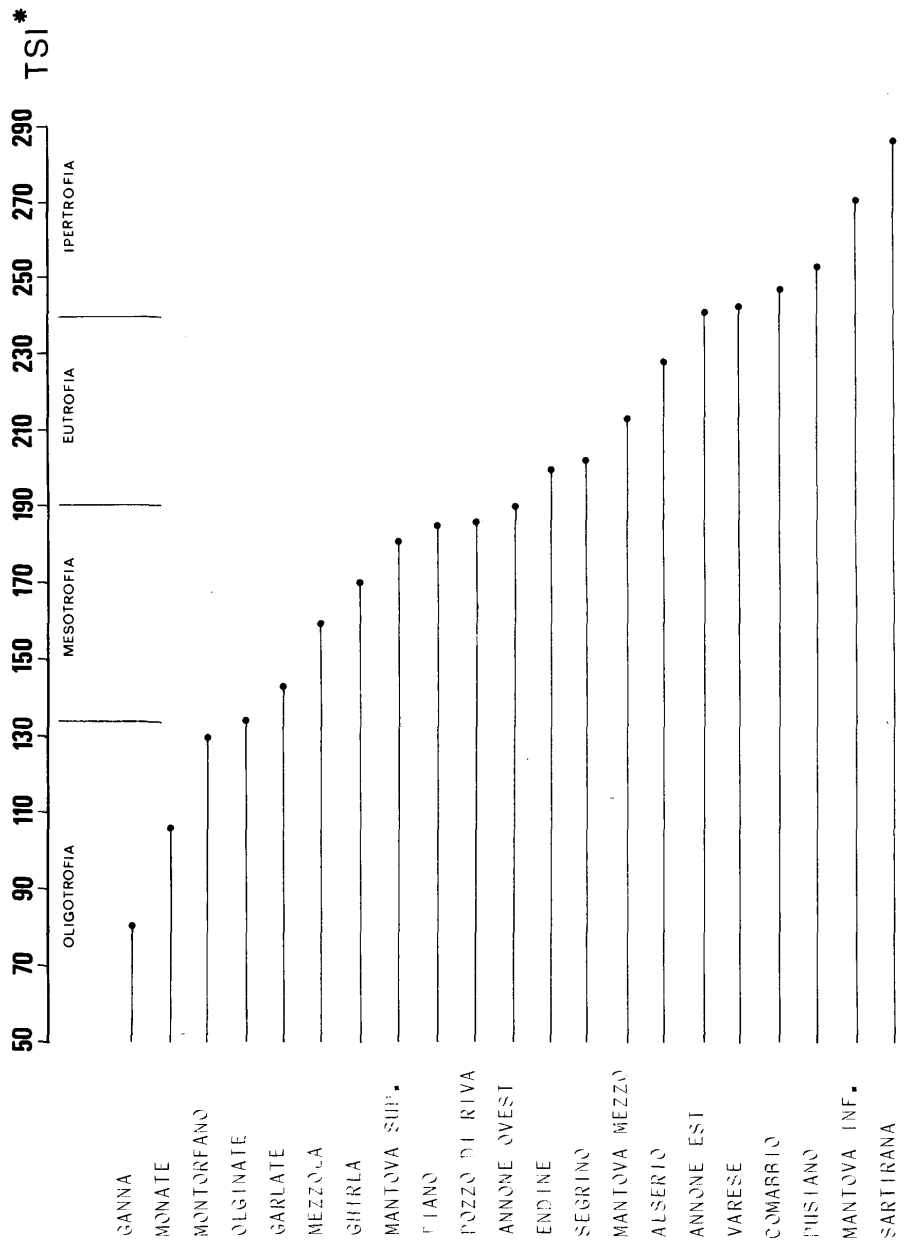


FIG. 2. - Ordinamento gerarchico e caratterizzazione trofica ottenuti dal calcolo del TSI*.

	OLIGOTROFIA	MESOTROFIA	EUTROFIA	IPERTROFIA
SD (m)	4	2	1	
TSI_{SD}	40	50	60	
Chl a (µg/l)	2,5	15	50	
$TSI_{Chl\ a}$	55	90	110	
TP (µg/l)	10	30	100	
TSI_{TP}	40	50	70	
TSI*	135	190	240	

TAB. 2. - Valori di trasparenza (SD), concentrazioni di clorofilla a (Chi a), fosforo totale (TP) e relativi valori di TSI corrispondenti a situazioni di transizione tra vari livelli trofici. I valori critici di disco di Secchi sono stati tratti da Carlson (1977), quelli di fosforo totale e clorofilla a da Vollenweider (1970).

sello e Ruffoni, 1978; Chiaudani, Gerletti, Marchetti, Provini e Vigni, 1978).

Tuttavia è opportuno rilevare che l'indicizzazione numerica dello stato trofico di un lago rappresenta soltanto un momento di sintesi che non si pone come alternativa ad analisi di maggior dettaglio sui vari compartimenti biotici ed abiotici sempre indispensabili per un corretto approccio conoscitivo dell'ambiente lacustre in esame.

RIASSUNTO

L'estendersi del processo di eutrofizzazione ad un numero sempre maggiore di ambienti lacustri, soprattutto in aree ad elevato sviluppo demografico e produttivo, pone con crescente urgenza il problema del recupero di questi corpi d'acqua.

A causa dell'ampiezza e della complessità che questo fenomeno è andato assumendo negli ultimi anni, motivi di ordine pratico impon-

gono una gradualità negli interventi, rendendo così indispensabile la formulazione di appropriati criteri di priorità d'azione.

Alla definizione di questi criteri di priorità intervengono con peso diverso elementi e considerazioni di varia natura; è comunque fuori di dubbio che una corretta impostazione non possa prescindere dalla conoscenza del processo di eutrofizzazione e quindi da informazioni di carattere prettamente limnologico sugli ambienti in questione.

In questo lavoro vengono presentate alcune evidenze limnologiche sullo stato attuale di 21 laghi della Regione Lombardia, che costituiscono elementi conoscitivi non trascurabili per l'auspicabile defini-fr zione di un piano programmatico per il recupero di questi ambienti. Ir In particolare, utilizzando criteri semplici, si è cercato di stabilire una |;7: sequenza gerarchica del grado di compromissione di questi laghi. A f tale scopo, per ciascun lago, sono stati presi in considerazione i se-li guenti tre parametri: fosforo totale superficiale, clorofilla a nello strali to eufotico e trasparenza valutata con il disco di Secchi. I risultati |:; ottenuti dall'elaborazione dei dati relativi a questi tre parametri, se-i*; condo i criteri proposti da Carlson, sono discussi alla luce del signi-fv ficato di questi indici.

BIBLIOGRAFIA

Annoni D. e O. Ravera. 1978. Ricerche condotte sul Lago di Comabbio (provincia di Varese, Italia settentrionale) dal maggio 1976 al maggio 1977, *C.C.E. EUR 5890*: 34 pp.

Barbanti L., C. Bonacina, A. Calderoni, A. Carello, R. de Bernardi, P. Guilizzoni, A.M. Nocentini, D, Ruggiu, C. Saraceni e L. Tonolli. 1973. *Indagini Ecologiche sul Lago d'Endine*. Ist. Ital. Idrobiol. (Ed.): 304 pp.

Baudouin M.F. 1971. *Recherches quantitatives sur le seston d'un écosysteme d'eau douce*: Lago di Manate (Italie du Nord). These Univ. Provence, EUR/C-IS/466/71 F: 89 pp.

Bertoni R., C. Callieri, R. de Bernardi, G. Giussani, R. Mosello e T. Ruffoni. 1978. Lago di Annone: la necessità di una ricerca. Regione Lombardia, Assessorato all'Ecologia. Documenti dell'Ecologia (in stampa).

Carlson R.E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr*., 22: 361-369.

Chiaudani G., M. Gerletti, R. Marchetti, A. Provini e M. Vigni. 1978. Il problema dell'eutrofizzazione in Italia. *Quaderni I.R.S.A.*, 42: 93 pp.

Gerletti M. e R. Marchetti. 1977. Indagine sui laghi della Brianza. *Quaderni I.R.S.A.*, 19: 358 pp.

Regione Lombardia. 1974. *I piccoli laghi lombardi. Situazione attuale, tendenze evolutive recenti*. Ed. Regione Lombardia. Assessorato all'Ecologia, Caccia e Pesca. Milano: 139 pp.

Tonolli V. e G. Bonomi. 1965. Stato biologico del Lago di Varese nelle situazioni passate e presente. In: «*L'inquinamento del Lago di Varese: indagini, rilevamenti, proposte*». Amministrazione Provinciale di Varese: 89-108.

Vollenweider R. 1970. *Les bases scientifiques de l'eutrophization des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophization*. O.C.D.E., Paris, E 40105.

LA MISURA DEL CARBONIO ORGANICO PRESENTE NELLE ACQUE: POSSIBILITA' ATTUALI E PROSPETTIVE FUTURE

R. BERTONI
C.N.R., Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza.

Benché sia evidente l'importanza del carbonio organico negli ambienti acquatici, la misura della sua concentrazione in acqua comincia ad essere affrontata soltanto in questi ultimi anni, per le difficoltà metodologiche ad essa connesse.

Nelle acque è presente, come è noto, uno spettro di sostanze organiche diverse talmente vasto da renderne ardua l'analisi qualitativa. Per determinare il carbonio organico presente in una simile moltitudine di composti è perciò necessario convertire tali materiali in un singolo composto comune. La scelta cade, ovviamente, sulla CO_2, poiché tutti i composti organici possono essere ossidati a CO_2 e poiché questo gas è relativamente facile da misurare con elevata precisione e grande sensibilità. Nelle acque può essere, però, presente carbonio inorganico (CO_2, carbonati e bicarbonati) in concentrazione pari o superiore a quella della CO_2 potenzialmente ottenibile dalla completa ossidazione del carbonio organico. È quindi necessario rimuovere dal sistema il carbonio inorganico, prima di ossidare la frazione organica.

Prima di passare in rassegna i metodi di analisi attualmente disponibili, è il caso di ricordare che il Carbonio Organico Totale (Total Organic Carbon = TOC) presente in acqua viene solitamente considerato come costituito da tre frazioni: particellata (Particulate Organic Carbon = POC), disciolta (Dissolved Organic Carbon = DOC) e volatile (Volatile Organic Carbon = VOC). Questa suddivisione ha un significato puramente operativo, senza alcuna implica-

zione chimica o biologica; essa è infatti dipendente soltanto dalla tecnica usata per separare le tre frazioni.

Passeremo ora ad esaminare i principali metodi attualmente disponibili per la separazione e l'analisi delle frazioni costituenti il TOC più sopra elencate.

CARBONIO ORGANICO PARTICELLATO (POC)

La fase particellata, definita come quella trattenuta da filtri con pori da 0,45 µm, è la componente del sistema del carbonio organico che pone meno problemi analitici, poiché le particelle possono essere separate e concentrate per filtrazione. I filtri inorganici da usare per le analisi di POC possono essere in fibra di vetro o in argento. I primi hanno pori di 0,7 µm (Whatman GF/F) o di 1,32 µm (Whatman GF/C). Con i filtri in fibra di vetro sono trattenute, oltre a tutte le particelle più grandi della dimensione nominale dei pori, anche particelle più piccole per adesione alle fibre di vetro.

I filtri in argento presentano, rispetto ai precedenti, pori di dimensioni più uniformi e più piccoli (0,45 µm). Entrambi i tipi di filtro contengono quantità relativamente grandi e variabili di carbonio organico che deve essere rimosso per combustione prima della filtrazione dei campioni. Dopo questo trattamento i pori di 0,45 µm dei filtri in argento arrivano ad essere di 0,8 µm. Al contrario, i filtri in fibra di vetro non cambiano porosità dopo la rimozione del carbonio organico per combustione.

Così, anche se il limite dimensionale inferiore del POC è, per definizione, di 0,45 µm, si usano normalmente filtri con pori più grandi. Inoltre, dalla scelta del filtro dipende la quantità del materiale che si considera particellato. È stato infatti dimostrato che i filtri Whatman GF/C trattengono tre volte più POC dei filtri in argento con pori di 0,8 u-m (Sheldon e Sutcliffe, 1969; Wangersky e Zika, 1978).

In ogni caso, una volta stabilite le condizioni di filtrazione, l'unico problema è di individuare il volume di campione che è necessario filtrare per avere sul filtro un carico organico sufficiente per l'analisi. Va ricordato che nelle determinazioni del POC i limiti di accuratezza e precisione ottenibili sono legati alla variabilità del filtro-controllo piuttosto che a quella insita nel metodo analitico.

I moderni metodi di analisi del POC si basano quasi senza eccezione sulla ossidazione ad alta temperatura del filtro col suo carico organico in presenza di ossidanti e di reagenti adatti a convertire tutti i gas provenienti dall'ossidazione del carbonio organico a CO2. Tuttavia, in ambienti ricchi di materiale particellato è ancora utilizzato il metodo dell'ossidazione umida con successiva titolazione dell'ossidante consumato (Parsons e Strickland, 1965). Approssimativamente, la conversione dai valori ottenuti mediante ossidazione umida a quelli che si ottengono con ossidazione ad alta temperatura è effettuabile moltiplicando i primi per il fattore 1,09 (Copin-Montegut e Copin-Montegut, 1972).

I diversi metodi di analisi del POC basati sulla combustione ad alta temperatura differiscono principalmente per il metodo di misura della CO_2 derivante dall'ossidazione del carbonio organico.

II primo, e tuttora molto usato rivelatore di CO_2 veramente sensibile è l'analizzatore non dispersivo di gas nell'infrarosso. L'elemento sensibile misura la differenza in assorbimento dell'energia nell'I.R. tra una cella standard, riempita di gas che non assorbe nell'I.R., ed una cella che contiene il gas proveniente dall'ossidazione della sostanza organica. Poiché il gas contenuto in quest'ultima cella assorbe parte dell'energia I.R. che lo attraversa, il rivelatore sottostante la cella di analisi riceve meno energia del rivelatore sottostante la cella standard. Questo tipo di rivelatore è molto sensibile perché non si hanno dispersioni di energia ed è molto selettivo perché alla lunghezza d'onda alla quale la CO_2 assorbe energia nell'I.R. solo il vapore d'acqua può essere sorgente di interferenze. Questo rivelatore, tuttavia, non è lineare, fatto questo che obbliga ad introdurre sistemi di linearizzazione o a utilizzare, per la misura dei picchi derivanti dall'ossidazione del POC, un generatore di funzioni ed un integratore. Analizzatori di carbonio che usano come rivelatore l'analizzatore di gas nell'I.R. sono stati descritti, tra l'altro, da Kuck, Berry, Andreatch e Lentz (1962) e da Ernst (1975).

Un altro misuratore di CO_2 molto usato è costituito da un gas-cromatografo munito di rivelatore a conducibilità termica. Il gas-cromatografo provvede alla separazione dei gas risultanti dall'ossidazione della sostanza organica e il rivelatore misura le quantità di gas sviluppatesi. Un analizzatore di carbonio che utilizza questo rivelatore è stato descritto da Bertoni e Maestroni (1977). Vari «CHN Elemental

Analyzer» commerciali che usano questo tipo di rivelatore sono stati adattati alla misura del carbonio organico nelle acque. Questi strumenti offrono, tra l'altro, il vantaggio di misurare anche l'azoto organico. Particolarmente utile per analisi di routine è un analizzatore per CHN (Fella e Colombo, 1973) prodotto commercialmente dalla Carlo Erba. Questo strumento dispone di un campionatore automatico in grado di contenere 50 campioni e di introdurli sequenzialmente nel tubo di combustione. È necessario che i campioni da analizzare siano posti entro capsuline cilindriche di stagno alte circa 5 mm e aventi un diametro di circa 4 mm. Utilizzando la tecnica descritta da Bertoni (1978) si possono inserire in tali capsuline filtri sui quali sia stato concentrato il materiale particellato. Diventa così possibile analizzare con tale strumento fino a 150 campioni di POC in sequenza. Naturalmente, poiché questi analizzatori misurano tutta la CO_2 prodotta, eventuali carbonati presenti sul filtro saranno essi pure misurati come carbonio organico. Tra le diverse tecniche proposte per rimuovere i carbonati sono da citare l'esposizione del filtro a vapori di HCI o l'immersione del filtro stesso in HCI diluito. La distinzione tra carbonio inorganico ed organico può anche essere ottenuta per combustione differenziale, ponendo i filtri a 500°C per alcune ore allo scopo di rimuovere il carbonio organico dal materiale particellato ricco di carbonati (Hirota e Sryper, 1975).

CARBONIO ORGANICO DISCIOLTO (DOC)

È necessario premettere che, volendo quantizzare questa frazione nel modo più realistico possibile, è necessario eliminare dal campione il materiale particellato per filtrazione e rimuovere il carbonio inorganico acidificando il campione e facendovi gorgogliare un gas inerte. Durante questa operazione viene rimossa anche la maggior parte del carbonio organico volatile (VOC). L'importanza di quest'ultima frazione è tuttora molto discussa e la sua consistenza dal punto di vista quantitativo è, ancor più che per POC e DOC, largamente dipendente dal metodo di separazione utilizzato, essendo quest'ultimo ancora teoricamente e praticamente indefinito. Si può tuttavia ritenere che, in mare, il VOC sia il 2-6% del TOC (MacKinnon, 1977). Quindi, poiché l'acquisizione e l'interpretazione dei dati relativi al VOC è ancora

oggetto di ricerca, si ritiene opportuno rimandare chi è interessato a questa frazione del carbonio organico al lavoro di Wangersky e Zika (1978), ove è raccolta la più recente bibliografia sull'argomento.

I metodi analitici per l'analisi del DOC sono schematicamente presentati in fig. 1. Verranno ora esaminate le varie fasi analitiche, e le loro possibilità tecniche di attuazione, che consentono di pervenire alla misura del DOC.

OSSIDAZIONE

Scopo di questa prima fase dell'analisi è, come già detto, di con-vertire tutte le sostanze organiche disciolte in acqua a CO_2. Questo obiettivo può essere raggiunto trattando il campione liquido con ossidanti (ossidazione umida) oppure ponendo il campione, con o senza precedente rimozione della fase liquida, ad una temperatura di almeno 900°C in presenza di ossidanti (ossidazione ad elevata temperatura).

OSSIDAZIONE UMIDA

Utilizzando questa tecnica, l'ossidazione viene attuata, dopo rimozione del carbonio inorganico, aggiungendo l'ossidante preferito al campione e riscaldando poi quest'ultimo in autoclave. La CO_2 risultante viene poi rimossa dal campione liquido facendovi gorgogliare del gas inerte e misurata con uno dei metodi prima descritti. Col passare degli anni si è manifestata la tendenza ad usare ossidanti sempre più energici nel tentativo di ottenere l'ossidazione completa della sostanza organica. Gli ossidanti affermatisi più di recente sono il persolfato (Boehme, 1975) ed il persolfato catalizzato con argento (Goulden e Brooksbank, 1975). Alcuni dei metodi utilizzati per misurare la CO_2 prodotta per ossidazione umida non sono ormai quasi più in uso: la titolazione dell'ossidante consumato (Maciolek, 1962), la titolazione coulometrica (Duursma, 1960), la titolazione conduttometrica (Krey e Szekielda, 1965). È invece tuttora diffusa la misura della CO_2 prodotta per ossidazione umida mediante analisi non dispersiva del gas nell'infrarosso (Wilson, 1.961; Menzel e Vaccaro, 1964; Williams, 1969).

II metodo dell'ossidazione umida offre il vantaggio che i campioni possono essere, dopo rimozione della CO_2 e aggiunta dell'ossidante,

mantenuti in fiale di vetro chiuse alla fiamma e così conservati senza timori di alterazioni. Questo può essere vantaggioso quando i campioni siano raccolti nel corso di lunghe crociere. Per contro, il grande svantaggio di tutti i metodi di ossidazione umida è dato dal fatto che la completezza dell'ossidazione è incerta. La ricerca di ossidanti sempre più energici è basata sulla assunzione che l'ossidante sia attivo su tutti i composti organici e fornisca valori equivalenti a quelli ottenibili con l'ossidazione ad alta temperatura. Senza scendere nei dettagli della controversia relativa alla ossidazione umida, è sufficiente in questa sede ricordare che le più recenti intercalibrazioni dei metodi impieganti ossidazione umida e combustione ad alta temperatura fanno ritenere che questa ultima tecnica fornisca valori del 15-25% più elevati (Wan-gersky e Zika, 1978).

IRRADIAZIONE CON U.V.

Un altro promettente metodo di ossidazione umida si basa sull'uso di luce ultravioletta ad alta intensità in presenza di agenti ossidanti, quali il perossido di idrogeno o il persolfato di potassio. Il metodo è stato proposto da Beattie, Bricker e Garvin (1961) e successivamente modificato da Woelfel e Sontheimer (1974) e Woelfer, Schuster e Sontheimer (1975). Confrontando l'ossidazione con persolfato con l'ossidazione U.V. si è visto che quest'ultima tecnica da valori di carbonio organico più elevati del 3-5% (Williams, 1969; Goulden e Brooks-bank, 1975).

OSSIDAZIONE AD ALTA TEMPERATURA

Questo tipo di ossidazione può essere effettuata utilizzando il campione «in toto» oppure rimuovendo prima da esso la fase liquida.

Quest'ultima tecnica sembrerebbe la più semplice possibile in quanto prevede semplicemente l'acidificazione del campione seguita dall'evaporazione dell'acqua e, successivamente, dalla combustione del materiale residuo. Il metodo è stato sviluppato sia per l'acqua dolce (Montgomery e Thom, 1962; Bertoni e Maestroni, 1977) sia per l'acqua marina (Skopintsev e Timofeyeva, 1962). Tuttavia, per ottenere accuratezza e precisione ragionevoli, sono necessarie considerevoli precauzioni ed una attenta manualità, poiché si verificano contaminazioni

dei campioni con relativa facilità. Un ulteriore punto critico di questa tecnica è l'introduzione dei campioni nel forno di combustione, perché si possono indurre perturbazioni nell'equilibrio pneumatico del gas di trasporto e perché fenomeni di retrodiffusione del campione in esame causano frequenti contaminazioni del tubo di combustione.

L'ossidazione senza rimozione dell'acqua viene attuata iniettando alcuni microlitri di campione liquido, privato del carbonio inorganico, direttamente nella zona calda del forno di combustione.

Uno strumento utilizzabile per analisi di acque dolci che adotta questa tecnica di introduzione e di ossidazione del campione è stato progettato da Van Hall, Safranko e Stenger (1963); la CO_2 era misurata con un analizzatore di gas nell'infrarosso. Lo strumento fu ulteriormente modificato e dotato di una unità per la rimozione dei carbonati (Van Hall, Barths e Stenger, 1965), e infine prodotto commercialmente dalla Beckman. La versione commerciale dell'apparecchio è utile nel controllo degli impianti di depurazione, ma presenta una insufficiente sensibilità nella maggior parte delle ricerche limnologiche e oceanologiche.

Maggiore sensibilità presenta l'analizzatore automatico di carbonio TCM 400/P, prodotto commercialmente dalla Carlo Erba. Questo strumento, dopo aver effettuato la separazione e l'analisi del carbonio inorganico e del carbonio organico volatile, introduce 100 µl di campione liquido in un reattore ove il DOC è ossidato a CO_2. Questo gas è poi ridotto a CH_4 e misurato con un rivelatore a ionizzazione di fiamma, che è notevolmente più sensibile del rivelatore a conducibilità termica e più pratico dell'analizzatore di gas nell' I.R.

CONOSCENZE ATTUALI SUL CARBONIO ORGANICO NELL'AMBIENTE ACQUATICO

Utilizzando i metodi prima sinteticamente illustrati, si sono raccolti numerosi dati nei più diversi ambienti. Da tali dati si può ricavare una valutazione generale della distribuzione spaziale e temporale del carbonio organico particellato e disciolto. Le informazioni disponibili concordano nell'evidenziare il fatto che il POC e il DOC non sono omogeneamente distribuiti nei corpi d'acqua e che la loro con-centrazione è, generalmente, decrescente dalla superficie al fondo.

Le acque marine sono inoltre più povere di carbonio organico delle acque dolci. Infatti, mentre in queste ultime il DOC è presente con concentrazioni variabili da qualche mg/1 a circa 30 mg/1, nell'ambiente marino sono state reperite concentrazioni che vanno da 1 mg/1 a circa 10 mg/1. Per quanto riguarda il POC le maggiori differenze tra mare ed acqua dolce si hanno nella zona eufotica ove le concentrazioni vanno, rispettivamente, da 10-200 µg/1 a 10-1000 µg/l.

Nei laghi più eutrofi non sono infrequenti, in superficie, concentrazioni di qualche mg/1. Nelle acque dolci e marine più profonde le concentrazioni rilevate sono comprese tra 2-5 µg/1 e 10-20 µg/1.

Numerose ricerche sono state anche compiute per individuare la dipendenza del POC dal fitoplancton. In mare si è visto che il fito-plancton microscopicamente riconoscibile costituisce una cospicua frazione del POC soltanto durante le fioriture algali e che, per la maggior parte dell'anno, non c'è una stretta correlazione tra fitoplancton e materiale particellato. Così, la correlazione tra produttività delle acque superficiali e concentrazione di POC esiste nello spazio ma non nel tempo; in un determinato istante le acque più produttive contengono più particelle organiche dei deserti marini, ma in una stazione definita il ciclo annuale del fitoplancton e del POC non sono necessariamente correlati (Riley, 1959; Hobson, 1971; Nishizawa e Tsunogai, 1974; Takano, 1974; Melnikov, 1975).

Negli ambienti limnici eutrofi, invece, tale correlazione è stata talvolta accertata (Callieri e Bertoni, 1977).

Anche la relazione tra concentrazioni di carbonio e azoto organici particellati e di clorofilla a è stata studiata nel tentativo di valutare la «maturità» del detrito organico (Steele e Baird, 1965).

Attualmente le ricerche sul carbonio organico sono volte, oltre che all'estensione spaziale e temporale delle indagini sulla distribuzione e sulle relazioni tra carbonio organico ed altre variabili, alla valutazione diretta delle variazioni di POC e DOC negli ecosistemi (Bertoni e Callieri, 1978; Bertoni, 1978): questo, allo scopo di quantizzare l'importanza già individuata dal punto di vista qualitativo con metodi indiretti, delle attività biologiche sul ciclo del carbonio organico.

Per raggiungere questi obiettivi si stanno compiendo ulteriori tentativi volti a migliorare, dal punto di vista tecnico, l'utilizzabilità di routine degli analizzatori di carbonio organico o, addirittura, a consentire l'analisi di POC e DOC «in situ» o in continuo.

OSSIDAZIONE		Prodotto	RIVELAZIONE
Umida	Con ossidanti	CO_2	Titolazione dell'ossidante consumato
	Con irradiazione UV		Titolazione coulometrica
			Titolazione conduttometrica
Ad alta temperatura	Con rimozione della fase liquida		Spettrofotometria IR
			Conducibilità termica
	Con iniezione diretta		Riduzione a CH_4 → ionizzaz. di fiamma

FIG. 1. - Schema dei diversi metodi utilizzabili per l'analisi del DOC.

BIBLIOGRAFIA

Beattie J., Bricker C,-and D. Garvin, 1961. Photolytic determination of trace amounts of organic material in water. *Anal. Chem*., 33: 1890-1892.

Bertoni R. 1978. Automatic determination of carbon and nitrogen in suspended matter of natural water with Carlo Erba 1106 CHN Elemental Analyzer. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 36: 297-301.

Bertoni R. 1978. Short-term variations of particulate organic carbon concentrations in natural water and possible relations with bacterial activity. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 36: 321-329.

Bertoni R. e G.J.M. Maestroni. 1977. Un nuovo strumento per l'analisi del carbonio e dell'azoto organici nelle acque. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 34: 131-136.

Bertoni R. and C. Callieri. 1978. Bacterial activity on organic detritus in Lago di Annone, Northern Italy. *Verh. Internal. Verein. Limnol*., 20: 1038-1044.

Boehme H. 1975. Method for the quick determination of organic carbon
using a wet oxidation technique. *Acta Hydrochim. Hydrobiol*., 3: 327-332.

Callieri C. e R. Bertoni. 1977. Detrito organico e decompositori nel Lago
di Annone. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 34: 155-173.

Copin-Montegut C. and G. Copin-Montegut. 1972. Comparison between two processes of determination of particulate organic carbon in sea water. *Mar. chem*., 1: 151-156.

Duursma E.K. 1960. Dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus in the sea. *Neth. J. Mars. Res*., 1: 1-148.

Ernst W. 1975. A new combustion-IR-method for the microdetermination of organic carbon in marine sediments. *Voroeff. Inst. Meeresforsch. Bremerh*., 15: 269-281.

Goulden P.D. and P. Brooksbank. 1975. Automated determination of dissolved organic in lake water. *Anal. Chem.* 47: 1943-1946.

Hirota J. and J.P. Szyper. 1975. Separation of total particulate carbon into inorganic and organic components. *Limnol. Oceanogr*., 20: 896-899.

Hobson L.A. 1971. Relationships between particulate organic carbon and micro-organisms in upwelling areas of south-west Africa. *Invest. Pesqueras*, 35: 195-208.

Krey J. and K.H. Szekielda. 1965. Bestimmung des organisch gebundenen Kohlenstoffs im Meerwasser mit einem neuen Gerat zur Analyse sehr kleiner Mengen CO_2. *Zeitschr. Anal. Chem*., 207: 338-346.

Kuck J.A., J.W. Berry, AJ. Andreatch and P.A. Lentz. 1962. Microdetermination of carbon and hydrogen using nondispersive infrared and thermal conductivity analysis. *Anal. Chem*., 34: 403-407.

Maciolek J.A. 1962. Limnological organic analyses by quantitative dichromate oxidation. *U.S.F. & W.S. Res. Rept.*, 60: 1-60.

MacKinnon M.D. 1977. The analysis of the total organic carbon in sea-water: *a*: Development of methods for the quantification of T.O.C. *b*: Measurement and examination of the volatile fraction of the T.O.C. Ph. D. Thesis, Dal. Univ., pp. 1-183.

Melnikov LA. 1975. Microplankton and organic detritus in water of the south-east Pacific. *Okeanologiya*, 15: 146-157.

Menzel D.W. and R.F. Vaccaro. 1964. The measurement of dissolved organic and particulate carbon in seawater. *Limnol. Oceanogr*., 9: 138-142.

Montgomery H.A.C, and N.S. Thom. 1962. Determination of low cocentration of organic carbon in water. *Analyst*, 87: 689-697.

Nishizawa S. and Tsunogai. 1974. Dynamics of particulate material in the ocean. Pt. L. Production and decomposition of particulate organic carbon in the northern North Pacific Ocean and Bering Sea. In: *Oceanography of the Bering Sea with emphasis on Renewable Resources*, D.W. Hood, ed., Occ. Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Alaska, 2: 173-174.

Parsons T.R. and J.D.H. Strickland. 1965. A manual of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 125: 1-203.

Pella E. and B. Colombo. 1973. Study of carbon, hydrogen and nitrogen determination by combustion gas chromatography. *Mikrochimica Acta*, 1973: 697-719.

Riley G.A. 1959. Note on particulate matter in Long Island Sound. *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, 17: 83-85.

Sheldon R.W. and W.H. Sutcliffe. 1969. Retention of marine particles by screens and filters. *Limnol. Oceanogr*., 14: 441-444.

Skopintsev B.A. and S.N. Timofeyeva. 1962. Content of organic carbon in the waters of the Baltic and North Seas, and in the subtropical and tropical regions of the North Atlantic. *Trudy, Mar. Hydrophys. Inst*., 25: 110-117.

Steele J.H. and LE. Baird. 1965. The chlorophyll a content of particulate organic matter in the northern North Sea. *Limnol. Oceanogr*., 10: 261-267.

Takano H. 1974. Measurements of carbohydrate in suspended matter in shallow seas. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 1974: 69-76.

Van Hall C.E., J. Safranko and V.A. Stenger. 1963. Rapid combustion method for the determination of organic substances in aqueous solution. *Anal. Chem*., 35: 315-319.

Van Hall C.E., D. Barth and V.A. Stenger. 1965. Elimination of carbonates from aqueous solutions prior to organic carbon determination. *Anal. Chem*., 37: 769-771.

Wangersky PJ. and R.G. Zika. 1978. The analysis of organic compounds in sea water. Publ. NRCC N. 16566. Marine Analytical Chemistry Standards Program: 178 pp.

Williams P.M. 1969. The determination of dissolved organic carbon in sea water: a comparison of two methods. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 297-298.

Wilson R.F. 1961. Measurement of organic carbon in sea water *Limnol. Oceanogr.*, 6: 259-261.

Woelfel P. and H. Sontheimer. 1974. New procedure for the determination of organically bound carbon in water using photochemical oxidation. *Vom Wasser,* 43: 315-325.

Woelfel P., W. Schuster and H. Sontheimer. 1975. New work on the measurement of dissolved organic carbon. Z. *Wasser Abwasser Forsch*., 8: 143-146.

ALCUNE RISPOSTE LIMNOLOGICHE AD UN EVENTO METEOROLOGICO ECCEZIONALE: IL NUBIFRAGIO DEL 7 AGOSTO 1978 NEL BACINO DEL LAGO MAGGIORE

W. AMBROSETTI*, L. BARBANTI**, R. DE BERNARDI* e V. LIBERA*

*C.N.R. - Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza. **Istituto Policattedra di Scienze Geologico-Mineralogiche, Università di Sassari.

Le cause meteorologiche delle abbondanti ed intense precipitazioni che il 7 agosto 1978 interessarono alcune zone del bacino del Lago Maggiore, ed in particolare l'areale fra i Fiumi Toce e Maggia, sono da ricercare nel verificarsi di un complesso di fenomeni concomitanti. Un'attiva perturbazione originatasi sull'Atlantico Settentrionale è arrivata velocemente sul Mediterraneo Occidentale apportando al suo seguito masse d'aria piuttosto fredde; il contatto di queste ultime con l'aria tropicale presente a sud delle Alpi, prevalentemente calda ed umida, e quindi con caratteristiche termodinamiche completamente diverse, ha dato origine ad una serie di violentissimi temporali: il loro epicentro era ubicato nelle Valli Ossolane dove era collocato, alle ore 19 dello stesso 7 agosto, il massimo gradiente termico orizzontale (fig. 1). L'aria calda ed umida, molto instabile, innalzandosi e raffreddandosi, è andata liberando grandi quantità di acqua, essendo in ciò favorita anche dalla particolare morfologia della zona: le circolazioni cicloniche furono intrappolate nella serie di valli chiuse a settentrione ed attivate dal riscaldamento delle vette e dal conseguente risucchio di aria calda ed umida dalla pianura. Il diverso orientamento orografico dei solchi vallivi ha determinato anche una distribuzione delle precipitazioni estremamente variabile da località a località, con differenziazioni fra i versanti di una stessa valle. È quanto risulta dalla tab. 1, nella quale sono riportate le quantità di pioggia precipitate nella giornata del 7 agosto.

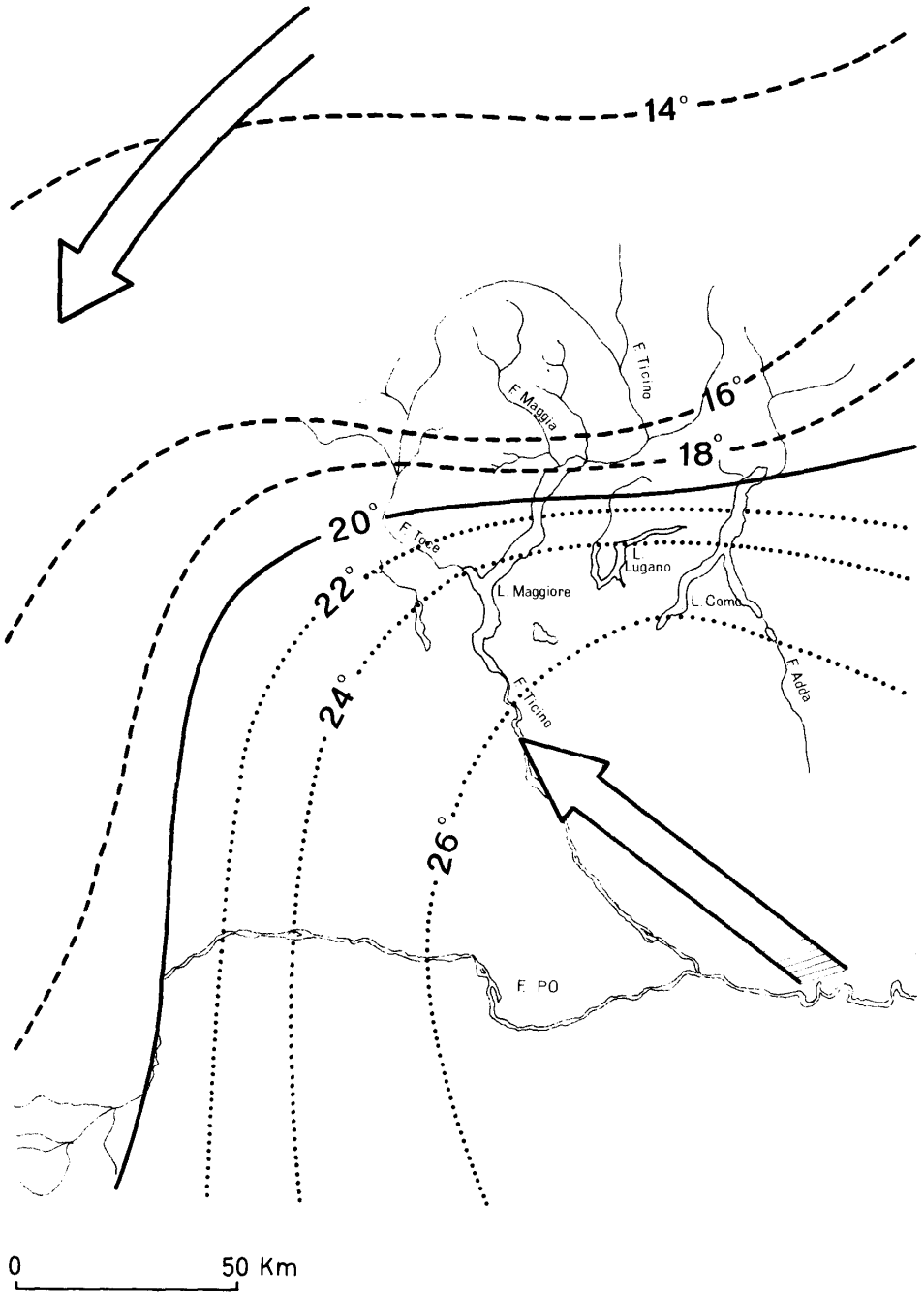


FIG. 1. – Situazione termica al suolo alle ore 19.00 del 7 agosto 1978.

BACINO DEL TOCE

Bacino Alto Toce		Toce da Domo alla Foce		Valle Antrona	
Toggia	mm 60	Crevoladossola	mm 190	Camposecco	mm 72
Sabbione	88	Domodossola	240	Camplicciolì	99
Morasco	80	Pallanzeno	213	Cingino	80
Vannino	60	Candoglia	98	Alpe Cavalli	106
Ponte	68	Mergozzo	65	Rovesca	136
Codelago	94	Val Divedro		Val Strona-Orta	
Devero	92	Lago d' Avino	64	Campello Monti	240
Goglio	94	Gebbo	88	Forno	240
Agaro	93	Varzo	81	Sambughetto	180
Cadarese	115	Valle Anzasca		Cireggio	80
Verampio	125	Macugnaga	100	Boleto	65
Val Isorno		Ceppo More Ili	91		
Larecchio	230	Bagno Anzino	235		
Agarina	265				

BACINO MAGGIA-VERZASCA		BACINO DEL TICINO imm .		LAGO MAGGIORE	
Peccia	mm 181	Airolo	mm 97	Brissago	mm 94
Cavergno	250	Chiggiona	204	Brissago V.	83
Bosco Gurin	197	Olivone	200	Cannobio	60
Cevio	247	Biasca	113	Falmenta	141
Camedo	314	S. Bernardino	176	Cicogna	164
Falagnedra	314	Mesocco	171	Unchio	31
Mosogno	236	Braggio	156	Pallanza	33
Locarno Monti	155	Grono	184	Vira	161
Frasco	260	Bellinzona	133	Lav. P. Tresa	101
		Locarno A.	180	Creva	44
				Ispra	6

TAB. 1. - Quantità di pioggia (mm) precipitata nella giornata del 7 agosto 1978 nelle stazioni dei bacini dei Fiumi Toce e Maggia.

Occorre comunque rilevare che il fenomeno non interessò le intere 24 ore, ma fu molto più limitato nel tempo: ad esempio, a Camedo su 318 mm di pioggia, ben 250 caddero nelle 11 ore comprese fra le 7,30 e le 18,30; a Palagnedra dei 314 mm, 118 mm caddero tra le ore 15 e le 18, mentre a Locarno-Magadino 148 mm dei 180 complessivi caddero in sei ore. Inoltre, secondo Bertramini (1978), nelle zone epicentrali la quantità di precipitazioni può aver superato i 400 mm e forse i 500 mm: tale opinione non è tuttavia suffragata da dati effettivamente misurati.

La carta delle isoiete relativa alla giornata dell'alluvione, riportata in fig. 2, evidenzia come l'areale interessato al fenomeno sia risultato molto limitato, ma come esso si sia concentrato con estrema violenza nelle Valli Vigezzo (Melezzo Occidentale) e Centovalli (Melezzo Orientale). È soprattutto la zona di S. Maria Maggiore, peraltro sprovvista di pluviometri, che deve essere considerata il vero epicentro del fenomeno.

L'eccezionalità dell'evento meteorologico e la pronunciata acclività dei versanti, con conseguenti tempi di corrivazione molto brevi, hanno determinato nei corsi d'acqua della zona fenomeni idrologici di notevole rilevanza. È possibile documentare, per esempio, le variazioni di portata del Toce a Candoglia (fig. 3): da una portata di 120 m^3/sec alle ore 16 del 7 agosto si sono raggiunti, al colmo della piena (03 del giorno successivo), 2.137 m^3/sec. Non si posseggono dati dettagliati riguardanti altri corsi d'acqua della zona, anche perché in alcuni di essi sono stati superati i limiti massimi misurabili dalle apposite strumentazioni; per il Fiume Maggia, a Locamo, è stata stimata una portata al colmo di oltre 4.000 m^3/sec, mentre il Ticino immissario superò i 3.000 m^3/sec.

La risposta idrometrica del Lago Maggiore (fig. 3) è stata tale da incrementare il suo livello di circa un metro e mezzo, con la massima variazione di oltre 1,40 m fra le ore 16 del giorno 7 (193,97 m s.l.m.) e le 12 del giorno 8 agosto (195,39 m s.l.m.).

La massa d'acqua in arrivo al lago possedeva anche un notevole carico solido, per il quale però non sono state fatte valutazioni: si è trattato, in massima parte, di materiale in sospensione derivato dall'erosione dei versanti (fenomeno per altro acuito dagli eventi alluvionali precedenti), dal distacco di frane e dalla disgregazione di manufatti, strade e case, nonché di materiale flottante, per la maggior

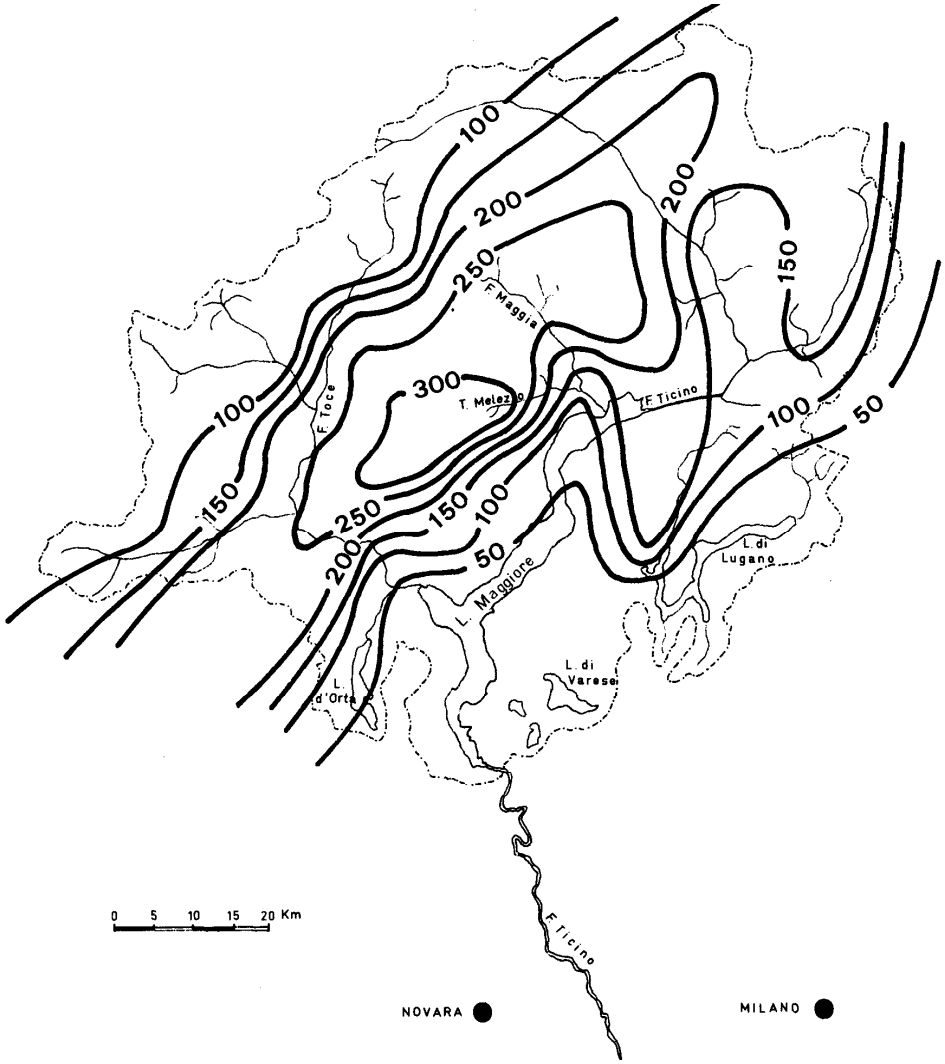


FIG. 2. - Carta delle isoiete relative alla giornata del 7 agosto 1978.

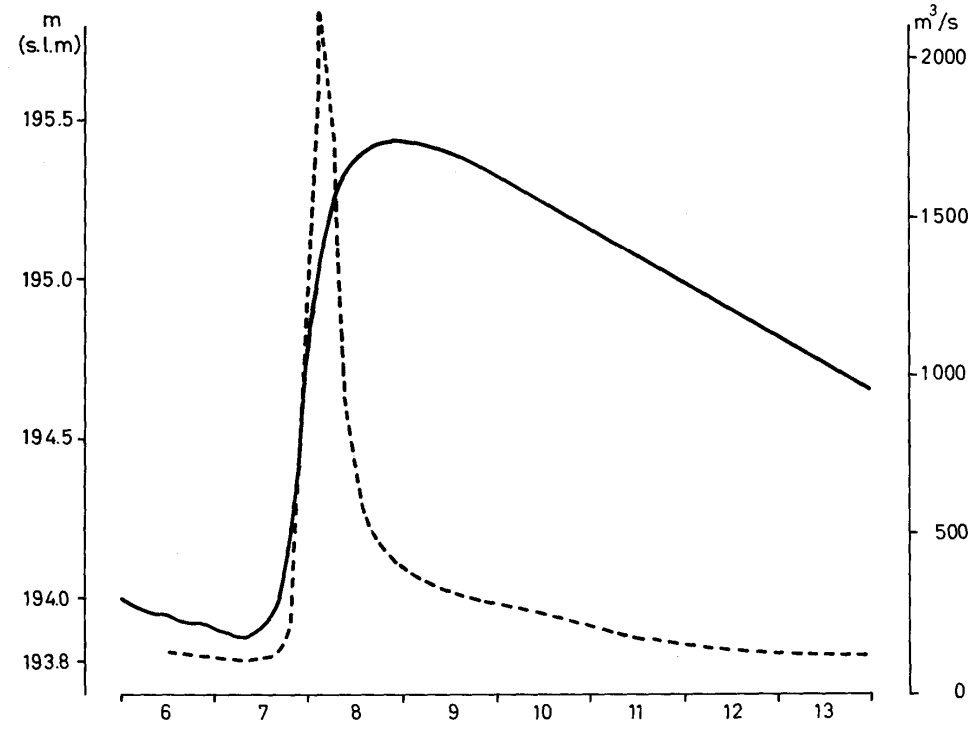


FIG. 3. - Andamento delle portate del Fiume Toce a Candoglia e dei livelli idrometrici del Lago Maggiore.

parte di natura vegetale, compresi numerosi tronchi di alberi di alto fusto. Questi ultimi si sono andati accumulando nel lago, particolar-mente nelle zone prospicienti le foci dei Fiumi Toce e Maggia.

L'eccezionalità dell'evento ora descritto, che tra l'altro ha causato rilevantissimi danni e perdite di vite umane, ci ha spinti a veri-ficare quale fosse stata la risposta del lago agli abnormi apporti liquidi e solidi conseguenti all'episodio alluvionale, attraverso misure dirette delle caratteristiche fisiche e chimiche delle sue acque, nonché di alcuni componenti della biocenosi planctonica.

Furono effettuati sopralluoghi in giorni successivi a partire dal 10 agosto (prima di tal giorno il lago non era praticabile per l'enorme massa di materiale flottante) fino al 22 dello stesso mese, particolarmente concentrati nel bacino di Pallanza (direttamente influenzato dalle acque del Toce) e nel punto di massima profondità del lago (tra Ghiffa e Caldè). Seppure in maniera saltuaria e non organica, in quanto ogni campionamento seguiva sulla base di quanto era stato trovato in precedenza, si è cercato di raccogliere le maggiori informazioni possibili attraverso le seguenti misure:

• temperatura delle acque in superficie ed in profondità, con termistor fino a —50 m e con termometri a rovesciamento ai livelli più bassi;
• trasparenza con disco di Secchi;
• radiazione subacquea, con fotocellula;
• distribuzione della torbida, con rilevamento all'ecoscandaglio;
• misure di velocità e direzione delle correnti con crociere di deriva;
• prelievi di campioni di acqua lungo la colonna dalla superficie al fondo ed analisi chimiche di laboratorio sui seguenti parametri: conducibilità, pH, ossigeno, alcalinità, ammoniaca, nitriti, nitrati, fosfati, fosforo totale, silice;
• analisi qualitativa e quantitativa del popolamento fitoplanctonico a diverse profondità (0; 2,5; 5; 10 e 15 m);
• analisi del popolamento zooplanctonico su campioni ottenuti con pescate sinussoidali per mezzo di plankton-sampler di Clarke-Bumpus, armato con rete da 126 μm di luce, ai seguenti orizzonti: 0-10 m; 10-20 m; 20-30 m.

Il quadro fenomenologico definibile sulla base dei dati raccolti può essere così sintetizzato:

1) Le acque torbide del Toce si infossavano immediatamente dopo il loro ingresso in lago: la linea di delimitazione sulla superficie lacustre fra acque fluviali e di lago era molto netta e disposta a semicerchio intorno alla foce stessa. Con l'ausilio dell'ecoscandaglio è stato possibile seguire il progressivo sprofondamento delle acque torbide fluviali che si presentavano in filoni ben definiti soltanto in un tratto di lago limitato alla zona più prossima alla foce.

La temperatura delle acque del Toce era di 11,4 °C, valore che in lago è stato ritrovato soltanto intorno ai 19 m di profondità, per cui è da rilevare come l'infossamento dell'acqua fluviale sia avvenuto anche a causa della sua densità termica, oltre che per il carico torbido.

Il distribuirsi delle enormi masse d'acqua immissaria a diversi livelli di profondità ha avuto come conseguenza quella di procurare disturbi nel tipo di stratificazione termica che in questo periodo dell'anno si instaura nel Lago Maggiore: ne sono una prova le due curve termiche verticali rilevate al centro del Bacino di Pallanza rispettivamente il 10 e il 21 agosto (essendo in questo secondo caso l'evento di piena praticamente concluso) (fig. 4).

D'altra parte è stato osservato anche come la dinamica delle correnti lacustri dalla superficie fino a 10 m di profondità era, in questa porzione di lago, alquanto complessa, con le crociere da deriva che venivano richiamate verso la foce, quasi in un movimento di compensazione: non si trattava di correnti innescate dal vento in quanto si è operato in una situazione di calma quasi completa.

2) Più al largo l'ecoscandaglio evidenziava, alla profondità di 5-6 m, il limite superiore di uno strato che, dal segnale di risposta e secondo le interpretazioni di Schròder (1964), fu identificato come un livello di torbidità costituita in massima parte da materiale minerale di origine alloctona e con una componente bologica autoctona (fig. 5). La sua presenza era individuata anche dalla profondità di estinzione del disco di Secchi (m 3,70) e dalle misure di radiazione subacquea che si riduceva ali' 1% di quella incidente alla profondità di 10 m, e con un massimo gradiente di estinzione appunto fra 5 e 6 m.

3) Questo strato di torbidità è stato seguito nella sua distribuzione spaziale e temporale: sempre con l'ausilio dell'ecoscandaglio, eseguito nella giornata dell' 11 agosto lungo profili trasversali all'asse del bacino di Pallanza, esso fu individuato in tutta la porzione sud-occidentale di quest'ultimo, a meridione cioè dell'allineamento foce del Toce-

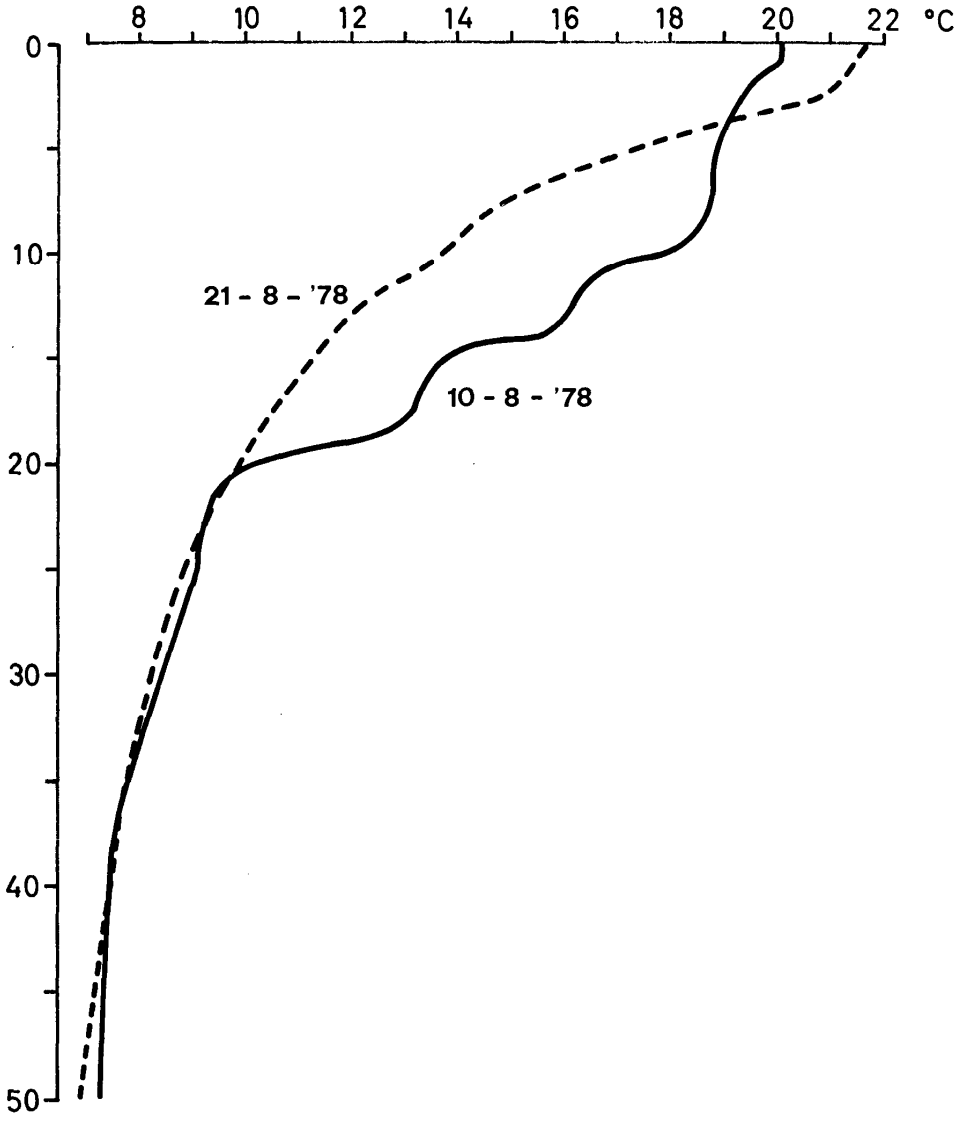


FIG. 4. - Curve termiche rilevate il 10 ed il 21 agosto 1978 nella stazione 6 del Bacino di Pallanza.

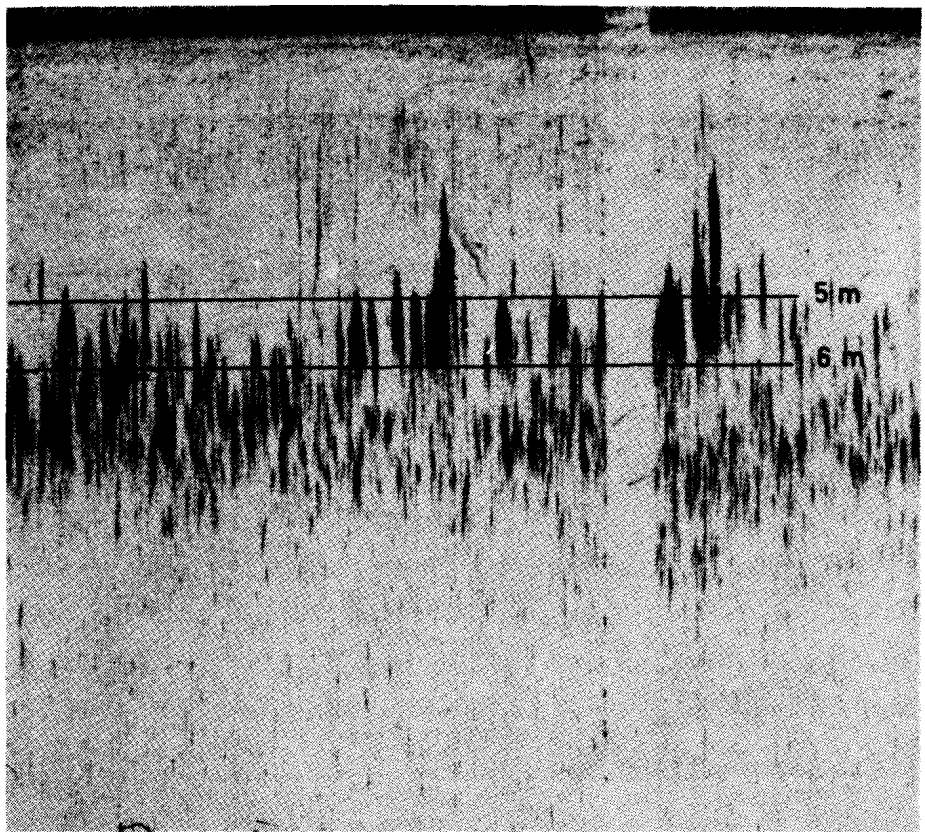


FIG. 5. - Tipo di segnale ecometrico indicante la presenza di un livello di torbidità.

Isola Madre (fig. 6): la profondità del limite superiore dello strato risultava pressoché costante intorno ai 5-6 m, mentre la diversa intensità del segnale evidenziava la presenza di un filone preferenziale localizzato al centro della stessa porzione di lago, passante cioè fra l'Isola Madre e quella dei Pescatori, e più spostata verso quest'ultima. Una tale direzione preferenziale della massa d'acqua immissaria era peraltro già stata identificata da Vollenweider (1966) in uno studio di un episodio di piena e da Damiani (1972) attraverso l'analisi gra-nulometrica dei sedimenti.

Nei giorni successivi, e precisamente il 14 ed il 18 agosto, il livello superiore dello strato torbido era ancora presente rispettivamente intorno ai 10 m ed ai 18 m di profondità lungo la stessa direttrice: il segnale appariva però più affievolito e, seppure in misura molto meno evidente, la risposta dell'ecosonda è stata positiva anche in alcune altre aree del bacino, come per esempio fra l'Isola Madre e Pallanza. Il giorno 21, infine, il segnale, molto debole, indicava la presenza del-

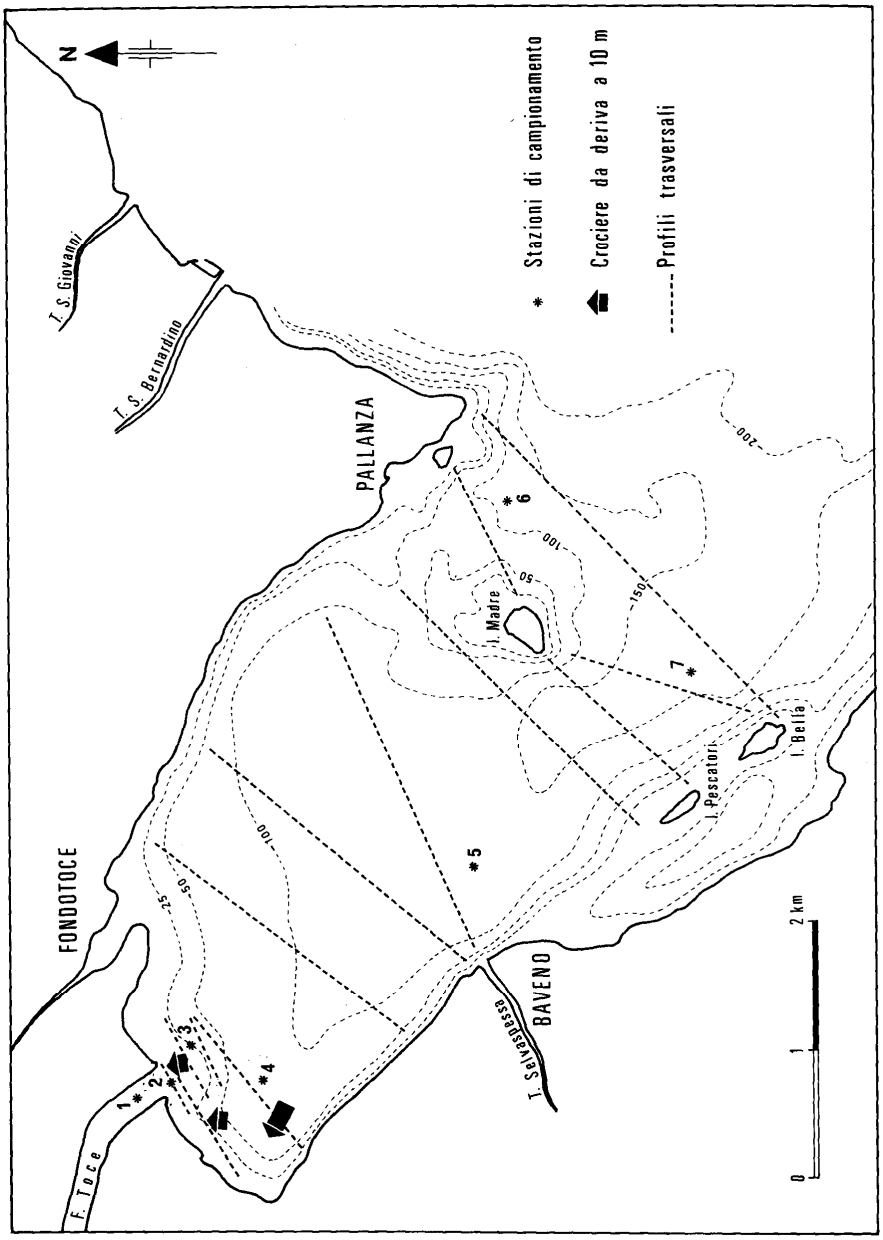


FIG. 6. - Schema delle operazioni limnologiche nel Bacino di Pallanza.

10 strato di torbida attorno ai 24-25 m di profondità, con una diffusione quasi uniforme su tutto l'areale in esame.

Pur non avendo proceduto ad alcuna misura diretta della torbidità, si è tenuto conto della distribuzione dei campioni di acqua che ne presentavano tracce evidenti ed in tal modo si è potuto avere conferma della presenza e dell'ubicazione del flusso principale riscontrato attraverso le misure ecometriche.

Sembrerebbe doversi concludere che, fino a quando permane una consistente «vis a tergo» dell'emissario in piena, il filone torbido, benché perda per sedimentazione il materiale sospeso più grossolano, tende a mantenere la sua individualità per alcuni chilometri entro il lago; al cessare dell'episodio di piena l'orizzonte torbido si diffonde in areali sempre più vasti, approfondendosi con continuità.

4) Fra i dati chimici raccolti nel bacino di Pallanza (tab. 2) uno dei più significativi per il nostro scopo è rappresentato dalla concen-trazione di ammoniaca, che può essere utilizzata come tracciante in quanto deriva dall'inquinamento del Lago d'Orta e giunge al Lago Maggiore attraverso il sistema idrografico Torrente Niguglia (emissario dell'Orta) - Torrente Strona - Fiume Toce.

Dall'analisi delle acque immissarie risulta che l' 11 agosto esse avevano una concentrazione in NH_3 di 254 μg/l: nella stessa giornata
11 suo picco di concentrazione nelle stazioni di prelievo distribuite nel bacino di Pallanza si collocava tra i 5 e i 10 m di profondità, confermando in tal modo l'inserimento delle acque immissarie a questo livello. Una simile stratificazione dell'ammoniaca era stata riscontrata anche il giorno precedente in una stazione fra le Isole Madre e Bella. Il 21 agosto in questa stessa stazione l'ammoniaca mostrava il massimo di concentrazione intorno ai 10 m di profondità, confermando in tal modo il progressivo sprofondamento delle acque immissarie, anche se in misura non così netta come evidenziato dalla torbida.

5) Le analisi condotte sui campioni di acqua prelevati nel punto di massima profondità del lago avevano lo scopo di raccogliere informazioni sull'influenza della piena anche in una zona non direttamente investita dagli immissari.

La distribuzione verticale di alcuni parametri fisici e chimici, anche in rapporto con dati che da alcuni anni periodicamente si raccolgono nello stesso punto, mostra un comportamento «anomalo» degli

	Conducibilità $\mu S\ cm^{-1}$	NH_3 $\mu g\ N\ l^{-1}$	NO_2 $\mu g\ N\ l^{-1}$	NO_3 $\mu g\ N\ l^{-1}$	PO_4 $\mu g\ P\ l^{-1}$	$P_{tot.}$ $\mu g\ P\ l^{-1}$	SiO_2 $mg\ Si\ l^{-1}$	O_2 $mg\ l^{-1}$	
Stazione **7**									10-8-1978
sup.	105	49	0	462	2	11	0,07	10	
- 5	105	59	0	471	10	23	0,05	10,3	
- 10	104	67	1	476	11	17	0,18	9,4	
- 20	119	30	2	719	11	14	1,01	8,6	torbido
- 30	124	60	6	767	16	66	1,28	8,2	torbido
- 50	127	28	4	821	32	38	1,49	8,6	
-100	150	47	1	793	16	31	1,60	7,6	
-150	135	6	0	805	18	27	1,66	7,3	
Stazione **1**									11-8-1978
	115	254	4	528	4	22	0,08		torbido
Stazione **2**									
sup.	145	35	1	456	2	11	1,04		torbido
- 12	110	120	2	506	6	12	1,15		torbido
Stazione **3**									
- 10	111	95	2	503	5	12	1,11		torbido
Stazione **4**									
- 10	110	121	3	460	11	14	1,44		torbido
- 25	119	24	3	696	19	27	1,64		torbido
- 35	133	20	3	773	17	27	1,54		torbido
- 60	127	17	5	774	18	27	1,56		torbido
Stazione **5**									
sup.	106	15	0	444	2	14	0,05	10,6	torbido
- 5	107	50	1	465	2	19	0,06	10,8	torbido
- 10	107	65	2	502	9	18	0,63	9,4	torbido
- 20	117	21	3	752	15	20	1,24	8,8	torbido
- 30	127	15	3	804	25	30	1,54	8,2	torbido
- 50	133	19	3	766	26	32	1,64	8,0	
- 80	133	8	2	796	22	29	2,71	7,4	
Stazione **2**									21-8-1978
- 5	117	81	5	592	6	14	1,52		
- 10	119	130	7	497	9	11	1,73		
Stazione **7**									
sup.	107	18	6	445	3	12	0,07	9,4	
- 5	105	13	5	463	3	12	0,21	10,2	
- 10	117	68	5	562	6	14	1,33	9,2	
- 15	115	15	2	722	5	12	0,98	8,0	
- 20	119	6	3	770	6	12	1,04	7,8	
- 30	118	8	2	795	5	14	1,07	8,5	
- 50	133	7	3	835	17	23	1,39	7,2	
-100	131	5	3	814	27	33	1,63	7,0	

TAB. 2. – Dati chimici relativi ai campioni d'acqua prelevati nelle stazioni del Bacino di Pallanza.

strati d'acqua al di sotto dei 300 m di profondità: la temperatura (6,4 °C), in particolare, risulta più elevata di quella riscontrata negli strati intermedi (inferiore a 6,3 °C) e lo stesso può dirsi per la con-centrazione di ossigeno disciolto; anche le concentrazioni di NH_3 e di NO_2, presentano un significativo incremento in profondità, tale da raggiungere gli stessi valori ritrovati intorno ai 10 m nel bacino di Pallanza. Da rilevare anche che i campioni d'acqua prelevati al di sotto di 300 m di profondità presentavano la stessa torbidità riscontrata negli strati che abbiamo definito torbidi nelle stazioni in prossimità delle Isole Borromee.

Sembra pertanto che sia possibile individuare un secondo livello di inserimento delle acque fluviali che va a collocarsi in vicinanza del fondo del lago. Il fenomeno, a nostro avviso, trova la sua spiegazione in quel flusso di acqua immissaria che, per l'elevata densità conseguente alla grande quantità di materiale solido sospeso, abbiamo visto essersi rapidamente infossato immediatamente a valle della foce del Toce; questo flusso ha evidentemente mantenuto la sua individualità negli strati a più contatto con il fondo. Come è ovvio, sulle acque prelevate a Ghiffa possono aver inciso con un'analoga dinamica anche altri fiumi tributari ed in particolare la Maggia e il Ticino.

L'apporto di tali acque verso le massime profondità ha una notevolissima ripercussione sia sulle caratteristiche termiche del lago sia sulla sua situazione idrodinamica. In un caso, si ha riscaldamento delle acque profonde con conseguente incremento dell'energia advettata che, fra i componenti del bilancio termico del lago, tende ad acquistare un valore negativo molto pronunciato. Nell'altro, l'apporto d'acqua immissaria (che nell'episodio che stiamo trattando è valutabile intorno all' 1 % del volume totale del lago) ha determinato un più accentuato mescolamento anche nella porzione più depressa della colonna d'acqua ed un'accelerazione dei tempi di rinnovo della massa liquida. L'apporto di acqua immissaria in profondità significa anche ossigenazione degli strati più depressi, non altrimenti possibile nel periodo estivo di stratificazione termica.

6) L'analisi del popolamento fitoplanctonico dell'I 1 agosto mette in luce che non esistono sostanziali differenze tra la stazione di Baveno e quella di Pallanza (diversamente rappresentative della distribuzione della torbida, fig. 6 stazione 5 e 6), sia dal punto di vista della composizione specifica sia da quello della densità e della distribuzione

verticale. In entrambe le stazioni il fitoplancton, numericamente dominato dalle cianoficee, presenta un massimo di densità alla profondità di 5 m che corrisponde grosso modo alla profondità da cui si ottiene un segnale di risposta all'ecoscandaglio. L'unica differenza tra le due stazioni è rilevabile nella componente ultra planctonica del popolamento algale ($\leq$ 2 p,m). Infatti, mentre nella stazione di Pallanza è stato possibile valutarne la densità, almeno fino alla profondità di 5 m, in quella di Baveno la grande quantità di particelle inorganiche finis-sime in sospensione ha reso impossibile il suo conteggio fin dalla superficie.

7) Differenze sostanziali sono invece emerse dall'esame dei popolamenti zooplanctonici delle due stazioni sia a livello di densità numerica che della loro distribuzione verticale. In particolare, come messo in luce nella fig. 7, mentre nella stazione di Pallanza (la meno influenzata dal fenomeno di torbida) la densità del popolamento zooplanctonico aumenta progressivamente con la profondità, nella stazione di Baveno la densità massima è localizzabile nei primi 10 m di acqua. È interessante osservare che queste differenti distribuzioni nelle due stazioni sono determinate in maniera sostanzialmente simile soprattutto da due dei tre gruppi di organismi che compongono il popolamento, vale a dire cladoceri e copepodi, mentre per i rotiferi la situazione non è altrettanto evidente. È tuttavia da sottolineare che i risultati ottenuti sul popolamento a rotiferi debbono essere considerati sottostimati a causa del tipo di rete utilizzato per le raccolte.

Passando ad un'analisi del popolamento a livello specifico si può subito osservare come le differenze maggiori tra le due stazioni si debbano in massima parte ricondurre a differenze nelle popolazioni degli organismi filtratori fitofagi quali *Daphnia hyalina* e *Bosmina coregoni*, tra i cladoceri, e *Eudiaptomus padanus* e *Mixodiaptomus laciniatus*, tra i copepodi (fig. 8). In particolare, i popolamenti di questa specie sono presenti con densità più elevate nella stazione di Pallanza meno interessata dal fenomeno di torbida.

I dati ottenuti sul popolamento zooplanctonico portano una conferma a quanto osservato da Tonolli (1962) sulla minore produttività evidenziata dalle minori biomasse planctoniche in aree lacustri sottoposte all'influenza diretta degli immissari. È chiaro che i limiti del piano sperimentale realizzato in questo lavoro non permettono di evidenziare a livello funzionale l'influenza di eventi della portata di quello de-

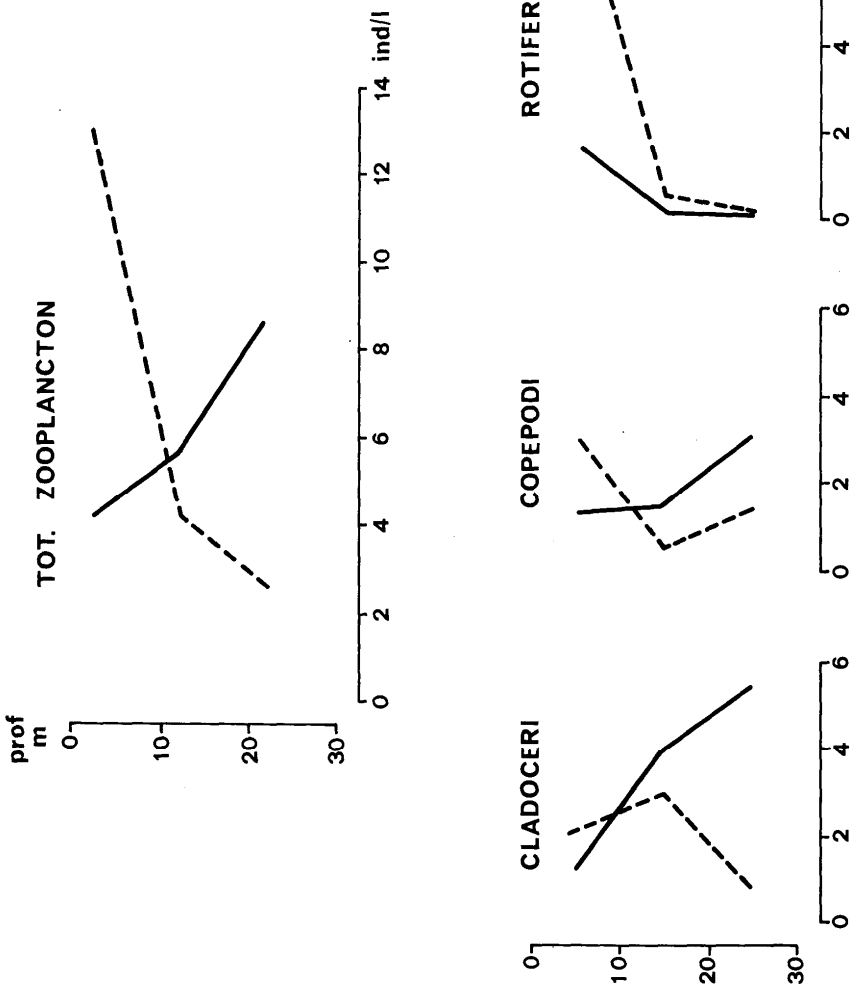


FIG. 7. - Distribuzione verticale del popolamento zooplanctonico nelle stazioni di Pallanza (Staz. 6 ———) e di Baveno (Staz. 5 - - - - - - - -).

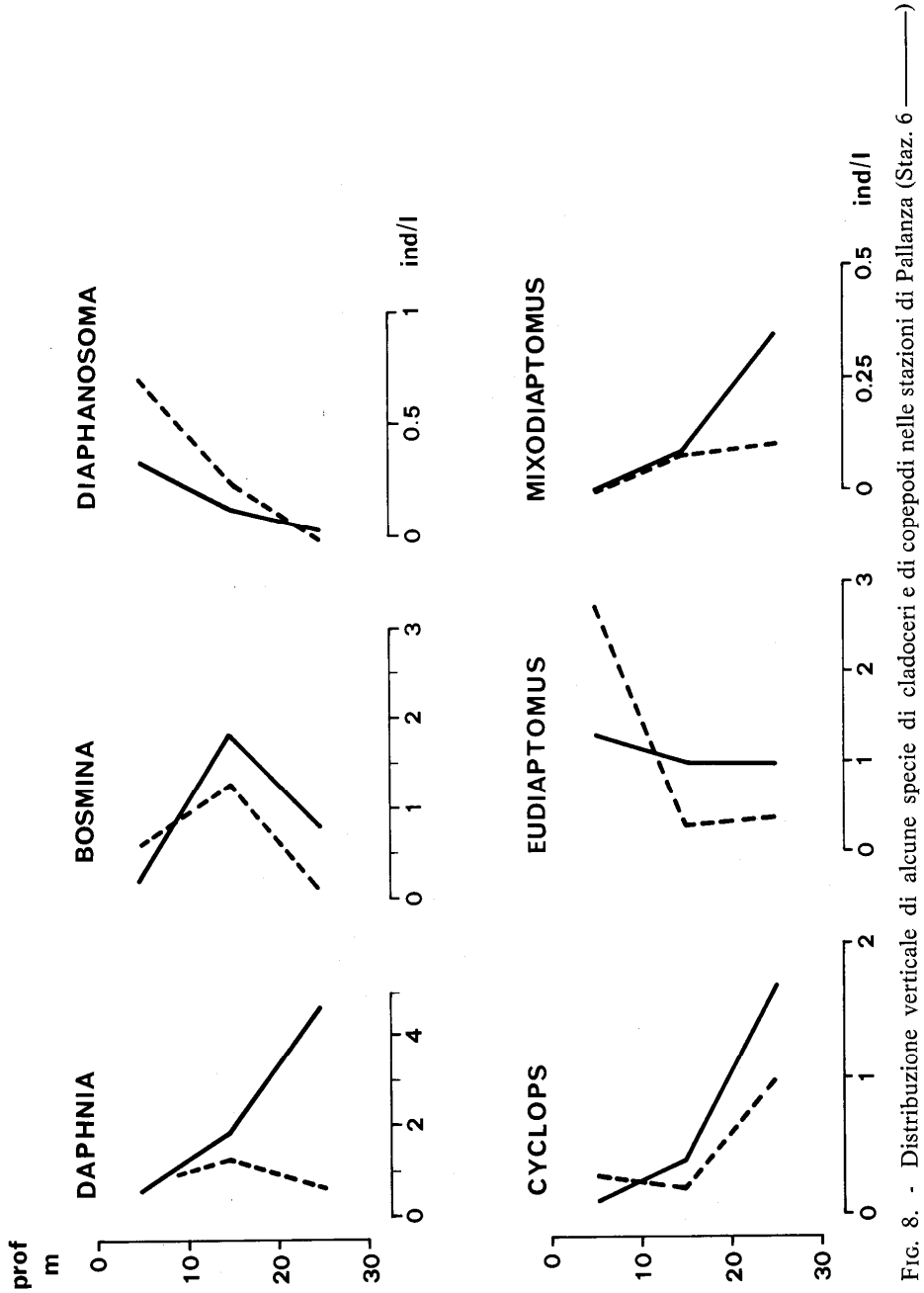


FIG. 8. - Distribuzione verticale di alcune specie di cladoceri e di copepodi nelle stazioni di Pallanza (Staz. 6 ———) e di Baveno (Staz. 5 - - - - - - -).

scritto sulle varie componenti biotiche ed abiotiche dell'ecosistema lacustre.

Dai risultati emersi da questo studio appare, tuttavia, evidente come fenomeni che rivestono carattere di eccezionalità, come quello descritto, debbano essere presi in maggior considerazione e necessitino di più attente indagini che permettano una dettagliata valutazione del loro impatto sull'ecosistema lacustre e dell'alterazione da essi indotta nei delicati equilibri chimici che ne regolano il funzionamento.

Ringraziarmo il Dottor Flavio Ambrosetti, Direttore dell'Osservatorio Ticinese di Locamo Monti, per aver messo a disposizione i dati inerenti alla meteorologia e il Signor Sergio Piazza, per la collaborazione prestata nella raccolta dei dati di campagna.

BIBLIOGRAFIA

Bertamini T. 1978. Alluvione in Ossola - 7 agosto 1978. *Oscellana*, 3: 113-132, 149-161.

Damiani V. 1972. Studio di un ambiente fluvio-lacustre sulla base di una analisi granulometrica dei sedimenti: Fiume Toce e bacino Isole Borromee. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 29: 37-95.

Schròder R. und H. Schròder. 1964. On the use of the echo sounder in lake investigations. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*., 17: 167-188.

Tonolli V. 1962. L'attuale situazione del popolamento planctonico del Lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 15: 81-133.

Vollenweider R.A. 1956. L'influenza della torbidità provocata dalle acque di piena nel bacino di Pallanza (Lago Maggiore). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 9: 85-111.

EFFETTI ECOLOGICI DEL RAME VALUTATI PER MEZZO DI UN ECOSISTEMA SPERIMENTALE

O. RAVERA e D. ANNONI
Dipartimento di Scienze Fisiche e Naturali
CCR, Euratom
21020 Ispra (Varese)

Dai risultati ottenuti in laboratorio sulla tossicità di un polluente su una o poche specie è molto difficile prevedere gli effetti della stessa concentrazione dello stesso polluente sulla comunità naturale. L'esigenza di informazioni più attendibili è evidente (es. Ringelberg, 1973; Lacaze, 1974), ma dagli studi su ambienti naturali inquinati non è facile stabilire relazioni quantitative tra l'entità dell'inquinamento e i suoi effetti a livello biologico e soltanto in pochi e particolari ambienti naturali è permesso introdurre inquinanti a fini sperimentali. Un compromesso tra gli esperimenti di laboratorio e l'osservazione in natura è dato da esperimenti condotti in porzioni di ambienti naturali isolate da questi per mezzo di lamine di materiale plastico («enclosures» degli autori anglosassoni). Negli ultimi anni diverse ricerche sono state condotte con questo metodo a livello della comunità sia nell'ambiente d'acqua dolce che in quello marino al fine di valutare sia l'influenza di sostanze nutrienti (esempio: Lavroskaya, 1967; Shapiro, 1973; Lund, 1975; Devik, 1976) che quella di sostanze tossiche (Parsons et al., 1976; Blinn et al., 1977; Kuiper et al., 1977; Lee et al., 1977).

Sulla base di queste considerazioni abbiamo condotto una ricerca con due scopi: 1) valutare l'influenza del rame sulle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche in una colonna d'acqua di un lago eutrofizzato e 2) stimare l'influenza dei sedimenti sugli effetti ecologici causati dalla contaminazione del rame.

METODI

L'esperimento, della durata di 20 giorni (21 luglio 1976 - 10 agosto 1976), è stato condotto in un lago poco profondo (profondità massima = m 7.7, media = m 4.4) con superficie relativamente grande (km2 3.5) e fortemente eutrofizzato: il Lago di Comabbio (Provincia di Varese, Italia Settentrionale). Le caratteristiche di questo lago sono state riportate in Annoni et al., 1977; 1978.

Alla profondità di circa 3 metri sono stati ancorati 8 cilindri di PVC trasparente. Lo spessore della lamina di PVC era di 0.3 mm; l'altezza dei cilindri era di 3 metri e il diametro di 1 metro e, quindi il loro volume risultava di m^3 2.3 circa. La forma del cilindro era mantenuta costante da anelli di PVC rigido applicati al suo margine superiore e inferiore; la verticalità era ottenuta con zavorre galleggianti. Quattro cilindri erano aperti alle due basi e il loro fondo era costituito dai sedimenti del lago, mentre gli altri quattro erano isolati dal sedimento mediante un disco di PVC rigido applicato alla base inferiore del cilindro (fig. 1). Si avevano così due serie di cilindri: una con la colonna d'acqua isolata dai sedimenti e una a contatto con essi.

All'inizio dell'esperimento, a tre cilindri di ciascuna serie era aggiunto $CuCl_2$ in soluzione, in quantità tale da ottenere nei tre cilindri tre concentrazioni iniziali rispettivamente di 10 µg Cu/1, 50 µg/1 e 100 µg/1. Un cilindro per serie era mantenuto per controllo.

Le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche della colonna d'acqua all'interno dei cilindri sono state analizzate nei seguenti giorni: 0 (21 luglio 1976), 1°, 2°, 6°, 12° e 20° (10 agosto) dall'inizio dell'esperimento. Al 2° giorno il cilindro a contatto con il sedimento e contaminato con 50 µg/l veniva eliminato poiché trovato parzialmente lacerato. La trasparenza era misurata con il disco di Secchi, la temperatura con il termometro a rovesciamento (2/10°C), il pH con un pHmetro (sensibilità = 0.2 unità) e la conducibilità elettrolitica era espressa in unità µS a 18°. La concentrazione dell'ossigeno disciolto era misurata con il metodo di Winkler, quella della clorofilla con il metodo fluorimetrico e quella del rame nell'acqua e nei sedimenti per mezzo dell'assorbimento atomico. Campioni di acqua per le analisi fisiche e chimiche e per il conteggio del fitoplancton erano raccolti con una bottiglia a chiusura automatica della capacità di 2 1, mentre lo zooplancton veniva raccolto con una rete di eterlon a forma conica

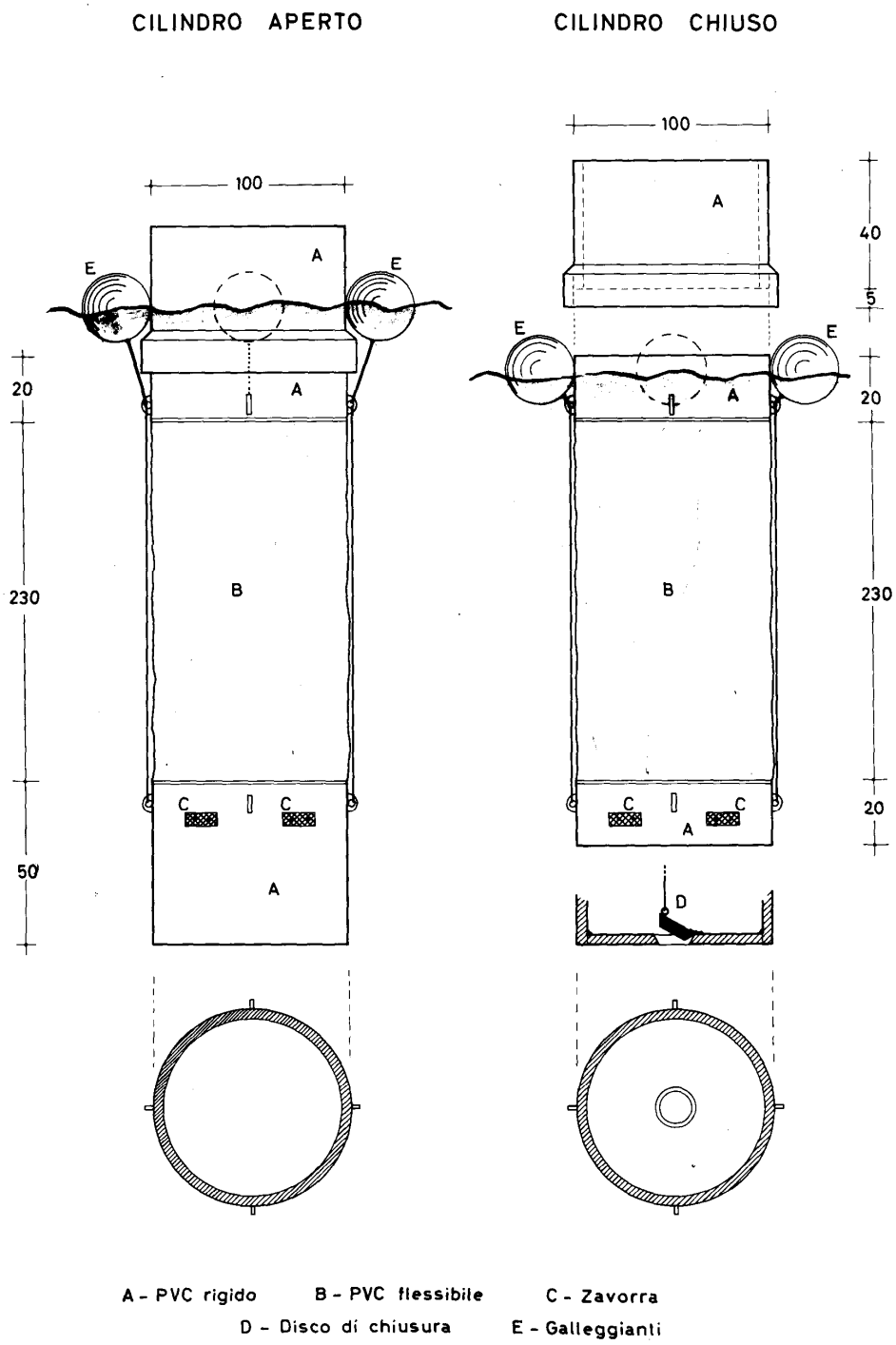


FIG. 1. – Schema dei cilindri.

(lunghezza cm 60, diametro 20 cm, luce 88 µm) che filtrava una colonna d'acqua dal fondo alla superficie del cilindro. I campioni d'acqua venivano raccolti alla superficie, alla profondità di 1.5 m e a 20 cm dal fondo. Poiché dai dati ottenuti è risultato che per i diversi parametri le differenze con la profondità erano piuttosto modeste, abbiamo creduto opportuno riportare per ciascun sopralluogo soltanto i valori medi delle tre profondità. Il campionamento quantitativo del fi-toplancton ha permesso di seguire nel tempo l'andamento della densità di popolazione delle specie più importanti, mentre per lo zooplancton è stato possibile seguire soltanto le variazioni della frequenza relativa delle diverse specie, poiché il metodo di campionamento usato era semiquantitativo.

RISULTATI

Nella colonna d'acqua di tutti i cilindri, dall'inizio alla fine dell'esperimento, la temperatura alla superficie era passata da 27°C a 22.7°C. La differenza tra la superficie e il fondo al giorno 0 era di 1.4°C, nei giorni successivi tale differenza è diventata irrilevante. Dall'inizio alla fine dell'esperimento la conducibilità è diminuita di 10 µS nei controlli passando da 130 µS a 120 µS. Nello stesso intervallo di tempo il valore del pH era «grosso modo» costante attorno a 9.4 nei controlli e nei cilindri con 10 µg/1. Nel cilindro isolato dal sedimento con 50 µg/1, il valore del pH diminuiva dal valore iniziale di 9.3 fino a 8.1 al 12° giorno per ritornare gradualmente a 9.3 alla fine dell'esperimento. Nel cilindro a contatto con il sedimento con 100 Hg/1 il pH diminuiva da 9.1 a 8.1 (6° giorno) e soltanto al 20° giorno aumentava a 8.4, mentre il cilindro con la stessa concentrazione di Cu, ma isolato dal sedimento, diminuiva progressivamente dall'inizio alla fine dell'esperimento e precisamente da 9.4 a 7.5.

La trasparenza nei controlli e nei trattati con 10 µg/1 diminuiva durante l'esperimento da 80 a 60 cm, mentre nel cilindro con 50 µg/1 la trasparenza subiva un aumento pari a 8 cm dall'inizio alla fine dell'esperimento. Nei cilindri con 100 µg/1, e più rapidamente in quello isolato dal sedimento, la trasparenza aumentava raggiungendo al 20° giorno m 1.06.

La concentrazione dell'ossigeno già con 10 µg/ tendeva a diminuire rispetto al controllo, il cilindro con 50 µg/1, isolato dal sedimento, e

quello con 100 µg/1, a contatto con il fondo, presentavano una simile diminuzione fino al 6° giorno e un simile aumento dal 6° al 12° giorno, dopo il 12° giorno nel cilindro con 50 µg/1 la concentrazione aumentava fino a uguagliare quella del controllo al 20° giorno, mentre con 100 µg/1 rimaneva al livello del 12° giorno fino alla fine dell'esperimento. Nel cilindro con 100 µg/1 isolato dal fondo la concentrazione diminuiva fino al 12° giorno, ma poi si manteneva costante fino al 20° giorno.

La concentrazione della clorofilla attiva nei controlli e con 10 µg/1 variava da 20 µg/1 a 44 µg/1 dall'inizio alla fine dell'esperimento. Con 50µg/l e con 100 µg/1 l'effetto inibente del Cu sulla concentrazione della clorofilla e, quindi, sulla biomassa del fitoplancton era evidente fino dal 1° giorno. L'inibizione perdurava nel cilindro con 100 µg/1 e isolato dal sedimento fino alla fine dell'esperimento, mentre verso la fine dell'esperimento si notava un aumento della concentrazione di clorofilla con 50 µg/1 e nel cilindro a contatto con il sedimento contaminato con 100 µg/1.

Nelle figg. 2 e 3 è stato schematizzato l'andamento dei valori medi del pH, della concentrazione dell'ossigeno disciolto e della clorofilla nei controlli e alle diverse concentrazioni di rame sia per i cilindri a contatto con i sedimenti sia per quelli isolati da essi.

La concentrazione di rame nell'acqua di lago dalla superficie al fondo era di circa 10 µg/1 sia nel cilindro di controllo che nel lago. Nei cilindri trattati con 100 µg/1 la concentrazione nell'acqua a contatto con il sedimento era di 60 µg/1 Cu. La concentrazione di Cu nel sedimento del lago e in quello del controllo era di 100 µg/g, mentre nel sedimento del cilindro trattato con 100 µg/1 era di 135 µgCu/g.

Il 90% del fitoplancton era dato da *Microcystis aeruginosa*, tre altre specie (*Fragilaria crotonensis*, *Anabaena* Sp., *Coelastrum reticulatum*) rappresentavano il rimanente 10%, trascurabili numericamente erano le altre specie. Le variazioni della densità di popolazione del fitoplancton erano quindi la conseguenza delle variazioni di *Microcystis*.

Nei cilindri isolati dai sedimenti non è stata notata alcuna differenza tra la densità di popolazione di *Microcystis* nell'esperimento di 10 µg Cu e in quello di controllo, mentre in quello di 10 µg dei cilindri a contatto con il fondo era evidente una diminuzione della densità al 2° giorno e un aumento dal 2° al 12° che si portava a un valore simile a quello del controllo soltanto al 20° giorno. Nei cilindri isolati dai sedimenti la densità di popolazione al 6° giorno era pari a 1/3

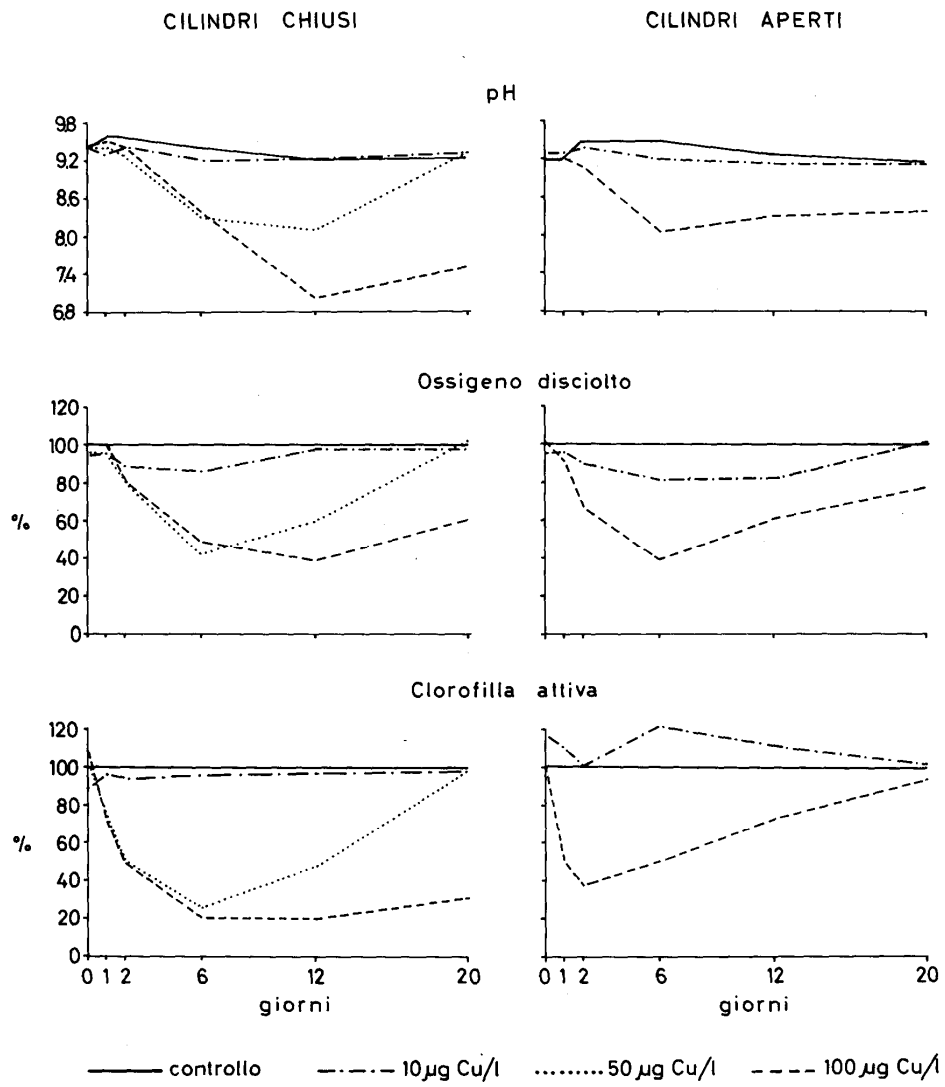


FIG. 2. - Valori medi del pH e percentuali medie, rispetto al controllo fatto uguale a 100, della concentrazione dell'ossigeno disciolto e della clorofilla attiva nei cilindri contaminati con 10, 50 e 100 µg Cu/l.

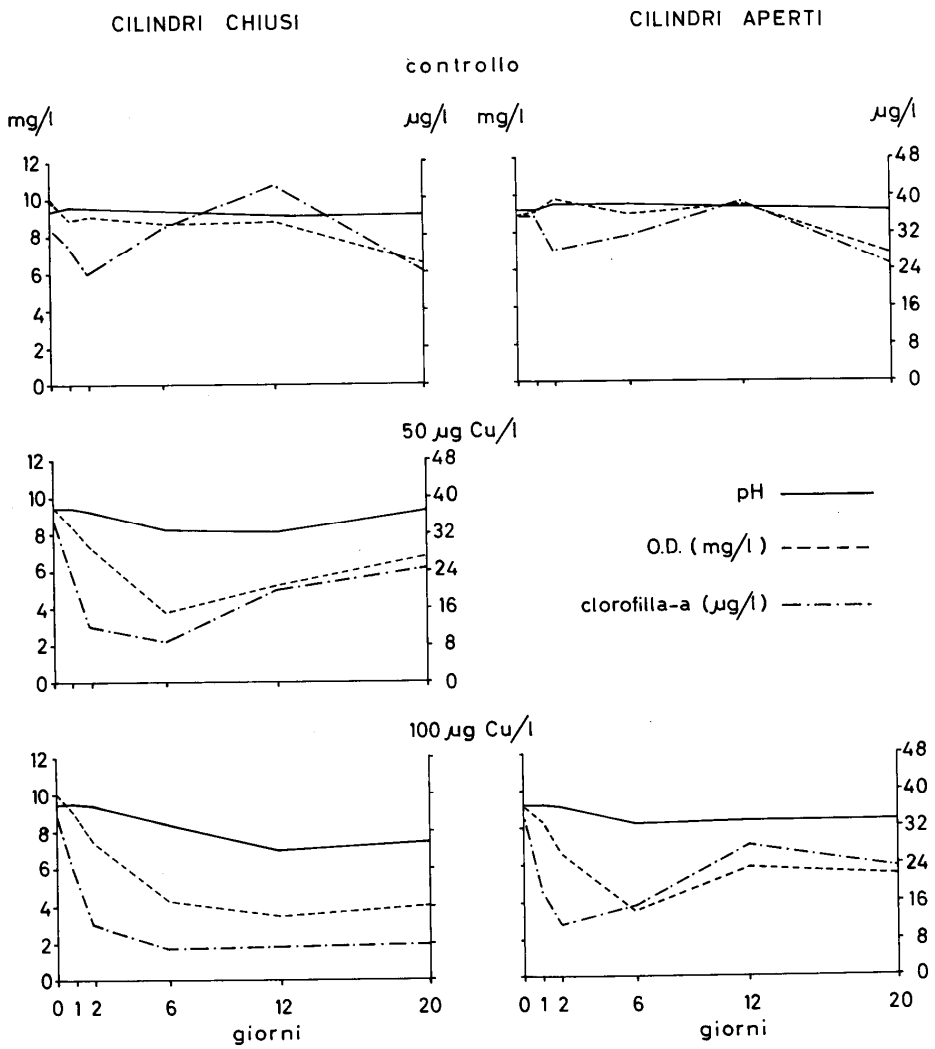


FIG. 3. - Variazioni nel tempo del pH, della concentrazione dell'ossigeno disciolto e della concentrazione della clorofilla attiva in ciascun cilindro chiuso e aperto non trattato e trattato con 50 e 100 µg Cu/1. L'andamento dei parametri considerati alla concentrazione di 10 µg Cu/1 non differisce significativamente da quello del controllo.

di quella del controllo sia nell'esperimento di 50 µg che in quello di 100 u-g, ma mentre in quest'ultimo la densità rimaneva costante fino al termine dell'esperimento in quello di 50 µg aumentava dopo il 6° giorno fino a raggiungere valori simili a quello del controllo.

Nei cilindri a contatto con i sedimenti la diminuzione della densità della popolazione era evidente con 100 µg fino al 2° giorno (ed era più netta che nell'esperimento con 50 µg dei cilindri isolati dai sedimenti) ma al 20° giorno il valore della densità non differiva da quello del controllo.

Per *Fragilaria* nessuna differenza dal controllo è stata notata nei cilindri con 10 µg/1. A 50 e 100 µg/1 la popolazione subiva una leggera diminuzione dal 1° al 6° giorno e aumentava dopo il 6° giorno fino a raggiungere densità superiori a quelle del controllo alla fine dell'esperimento.

A 10 µg/1 pure *Coelastrum* aveva una densità simile a quella del controllo, mentre a 50 e a 100 µg/la la riduzione era evidente dal 2° al 6° giorno. Alla fine dell'esperimento non esisteva differenza alcuna tra controllo e trattati con l'eccezione dell'esperimento con 100 µg/1, nel cilindro isolato dal sedimento, che aveva una densità pari al 50% in più di quella del controllo.

Nei cilindri a contatto col sedimento l'andamento della densità di popolazione di *Anabaena* del controllo non differiva da quello con 10 µg/1, mentre la popolazione con 50 µg/1 subiva una forte diminuzione fino al 12° giorno aumentando poi fino al 20° senza però raggiungere il valore del controllo. Fino dal 1° giorno la popolazione con 100 µg nel cilindro isolato dal sedimento si riduceva a pochi individui e tale si manteneva fino alla fine dell'esperimento, mentre quella mantenuta alla stessa concentrazione ma nel cilindro a contatto con il sedimento alla fine dell'esperimento raggiungeva una densità pari a circa la metà di quella del controllo.

Nelle figg. 4 e 5 è stato schematizzato l'andamento nel tempo della composizione percentuale del fitoplancton e della densità delle popolazioni algali nei controlli e alle diverse concentrazioni di rame sia per i cilindri a contatto con i sedimenti sia per quelli isolati da essi.

Nei controlli e nei trattati con 10 µg/1 e 50 µg/1 la percentuale di Diaptomidi si manteneva sul 20% per tutta la durata dell'esperimento, mentre nei trattati con 100 µg/1 la percentuale diminuiva progressivamente fino a raggiungere il 4% al 20° giorno.

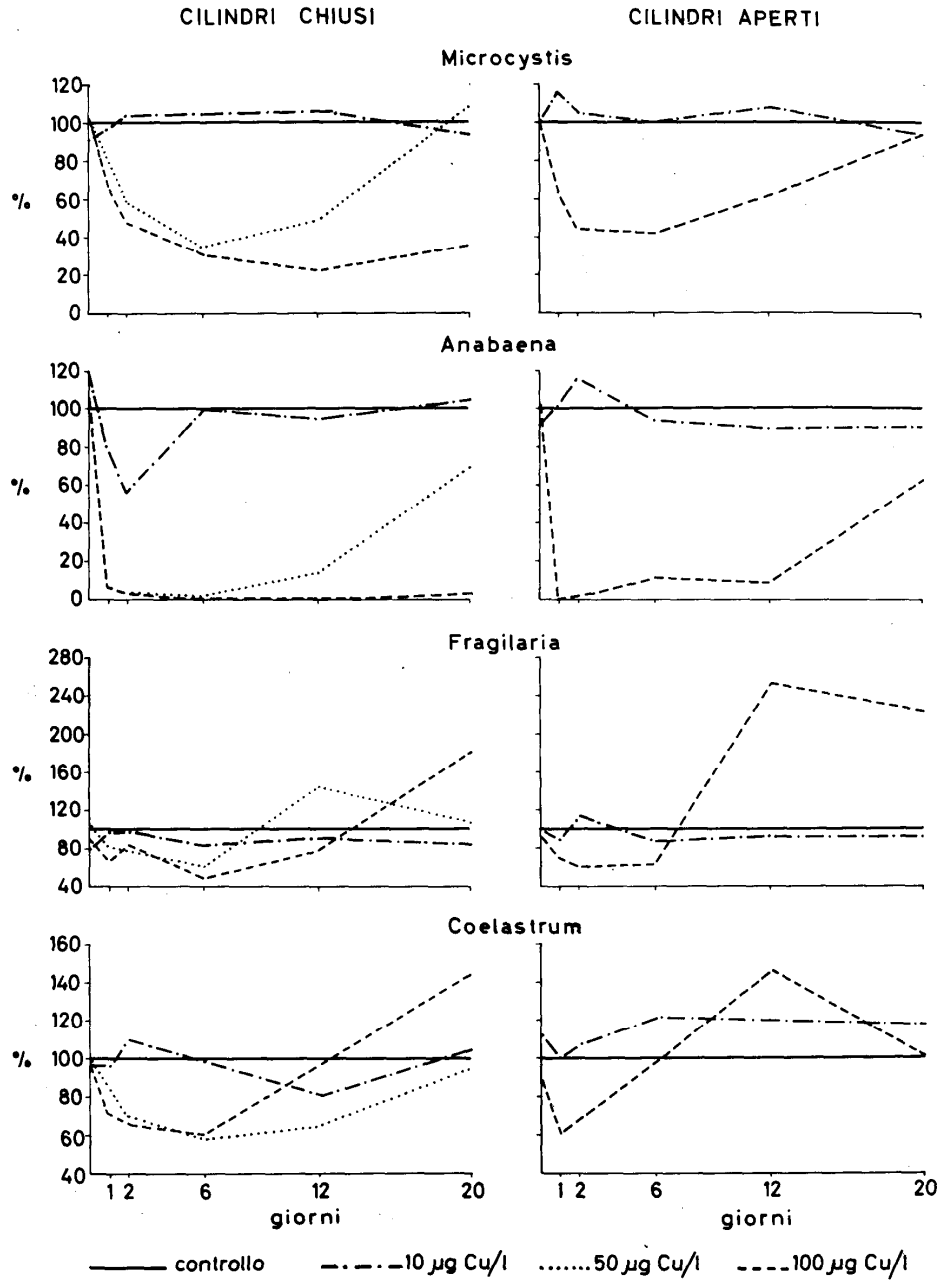


FIG. 4. - Variazioni nel tempo (no. cellule) delle principali specie fltoplanctoniche espresse in valori percentuali rispetto al controllo nei cilindri chiusi e aperti trattati con 10, 50 e 100 µg Cu/1.

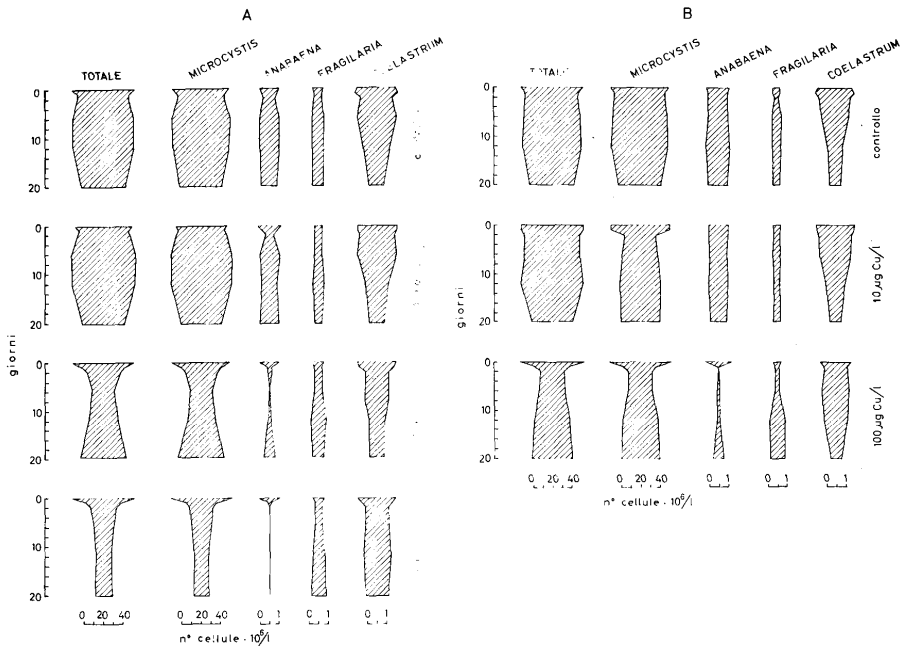


FIG. 5. - Variazioni nel tempo delle principali specie fitoplanctoniche nei cilindri non a contatto con il sedimento (A) e a contatto con il sedimento (B): controllo, 10, 50 e 100 µg Cu/1.

Nei controlli la percentuale dei Cladoceri si aggirava attorno al 20%, percentuale che diminuiva sensibilmente già a 10 µg/l e in modo più evidente nel cilindro isolato dal sedimento. A 50 e a 100 µg/1 la percentuale diminuiva fino dal 1° giorno e tale si manteneva per l'intera durata dell'esperimento.

I Ciclopidi mantenevano la stessa percentuale (circa 40%) nei controlli e nei trattati con 10 µg/1. La percentuale aumentava fino al 50% nei trattati con 50 e 100 µg/1 dal 1° al 12° giorno, valore che per il trattato con 50 µg/1, si manteneva costante fino alla fine dell'esperimento, mentre diminuiva fino ad arrivare al 20% al 20° giorno in quelli trattati con 100 µg/1.

Nel cilindro isolato dal sedimento e trattato con 50 µg/1 e in quello a contatto con il sedimento e con 100 µg/l la percentuale di Rotiferi subiva una notevole diminuzione fino al 6° giorno, dopo questa data la percentuale aumentava al 40% (valore uguale a quello

del controllo) per il trattamento con 50 µg/l e al 66% per quello con 100 µg/1. Nel cilindro isolato dal sedimento e contaminato con 100 µg/1 la percentuale non superava il 20% fino al 12° giorno per poi aumentare e raggiungere, alla fine dell'esperimento il 70%.

Nella fig. 6 è stato schematizzato l'andamento nel tempo della composizione percentuale dei quattro principali gruppi dello zooplancton: Diaptomidi, Ciclopidi, Cladoceri e Rotiferi.

DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

I valori del pH e della trasparenza, che, per un lago fortemente eutrofizzato e poco profondo, sono validi indici della biomassa algale, non presentavano differenze significative tra i cilindri di controllo e le acque del lago circostante. I valori della temperatura non erano ovviamente diversi nell'acqua contenuta nei cilindri e in quella del lago. Si può quindi concludere che, limitatamente al periodo considerato, le condizioni all'interno dei cilindri non erano molto dissimili da quelle del lago. Durante il periodo preso in esame, nei cilindri di controllo la variazione più significativa era dovuto alla temperatura, la quale da 26.5°C scendeva a 22.7°C; il valore del pH, si manteneva «grosso modo» costante, mentre era evidente una certa diminuzione della conducibilità elettrolitica e della trasparenza. La concentrazione della clorofilla presentava una certa fluttuazione nel tempo.

L'influenza del rame era notevole sulla concentrazione della clorofilla e, di conseguenza, sui valori del pH, dell'ossigeno disciolto e sulla trasparenza. Questi effetti erano particolarmente evidenti nei cilindri isolati dal sedimento rispetto a quelli in contatto con esso. Ad esempio, l'andamento della concentrazione di clorofilla attiva nel cilindro isolato dal sedimento e contaminato con 50 µg/1 era molto simile a quello osservato nel cilindro a contatto con il sedimento e contaminato con 100 µg/1.

L'effetto della concentrazione di 10 µg Cu/1 sulla biomassa e sulla struttura del fitoplancton non era molto importante, mentre era evidente a concentrazioni superiori e in particolare nei cilindri isolati dal sedimento. Molto sensibili sembravano essere i generi *Anabaena* e *Microcystis*, poco sensibili *Fragilaria* e *Coelastrum*.

Pure evidenti erano gli effetti sullo zooplancton e in particolare sui

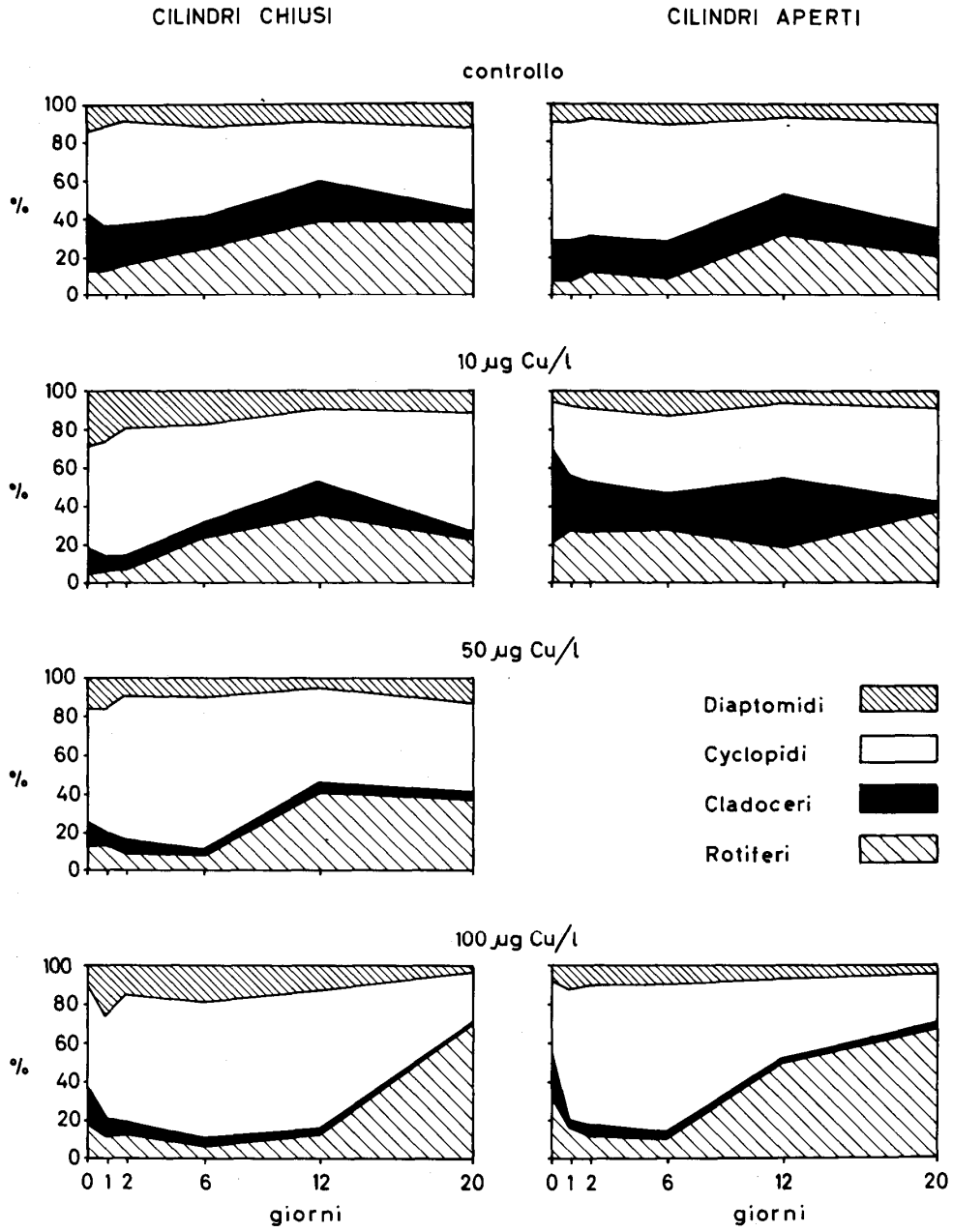


FIG. 6. - Variazioni percentuali nel tempo dei Diaptomidi, Cyclopidi, Cladoceri e Rotiferi nei cilindri non trattati e trattati con 10, 50 e 100 µg Cu/l.

Cladoceri. Dopo un periodo di tempo più o meno lungo si notava nei cilindri contaminati una tendenza a ritornare a condizioni simili a quelle del controllo. Tale tendenza iniziava precocemente alle concen-trazioni più basse e nei cilindri a contatto con il sedimento; questi ultimi avevano un recupero più o meno completo alla fine dell'esperimento.

Le conclusioni più importanti sono le seguenti: 1) concentrazioni di rame superiori a 10 µg/1 provocano effetti a breve termine sulle caratteristiche biologiche, chimiche e fisiche dell'ecosistema: 2) tali effetti non sono permanenti, ma dopo alcuni giorni l'ambiente tende a ritornare allo stadio iniziale o meglio le differenze tra ambiente trattato e controllo tendono a ridursi; 3) gli effetti più importanti sembrano quelli a carico della struttura del fitoplancton e dello zooplancton; tali variazioni potrebbero alterare le interrelazioni tra fitoplancton e zooplancton, dando luogo a effetti a lungo termine sull'intera comunità planctonica; 4) gran parte del rame introdotto nei cilindri già dal 5° giorno veniva adsorbito dalle pareti del cilindro, ma specialmente dai sedimenti; 5) nei cilindri isolati dal sedimento una certa contaminazione da rame è presente nell'acqua fino alla .fine dell'esperimento.

Da quanto è stato detto sembra comprensibile che dopo i primi giorni dalla contaminazione le caratteristiche ecologiche tendano a ritornare alle condizioni iniziali e che gli effetti nei cilindri a contatto con il sedimento sono meno evidenti di quelli osservati nei cilindri isolati dal sedimento. Bisogna però considerare che i nostri risultati simulano gli effetti di una singola contaminazione e pertanto, non possono essere estrapolati ad un carico inquinante protratto per un lungo periodo di tempo.

RIASSUNTO

Sono stati valutati gli effetti di 3 concentrazioni di $CuCl_2$ (10, 50 e 100 µg/1 Cu^{2+}) in un ecosistema sperimentale situato in un lago poco profondo (prof. max = 7.7 m) e fortemente eutrofizzati: Lago di Comabbio (Varese, Italia Settentrionale).

A questo scopo 8 cilindri di PVC trasparente e del diametro di 1 m sono stati ancorati su di un fondale di circa 3 m. La colonna d'acqua di 4 cilindri era a contatto con il sedimento, mentre la colonna degli altri quattro era isolata da questo.

In ciascuna delle due serie un cilindro era tenuto per controllo. L'esperimento è stato protratto per 20 giorni (21 luglio - 10 agosto 1976). Nei cilindri contaminati, dopo qualche giorno dall'inizio dell'esperimento, la biomassa del fitoplancton subiva una notevole diminuzione e la struttura delle comunità fito e zooplanctoniche appariva fortemente alterata. Aumentava contemporaneamente la trasparenza, mentre diminuivano il valore del pH, la concentrazione della clorofilla e quella dell'ossigeno disciolto. La biomassa del fitoplancton, successivamente, tendeva ad aumentare e maggiormente nei cilindri con basse concentrazioni di Cu e a contatto con il sedimento.

ECOLOGICAL EFFECTS OF COPPER IN AN EXPERIMENTAL ECOSYSTEMS

SUMMARY

The effects of 3 concentrations of $CuCl_2$ (10, 50 and 100 µg/1 Cu2+) in an experimental ecosystem were studied. This System was situated in a shallow lake (max. depth = 7.7 m) with a high level of trophy: Lake Comabbio (Varese, Northern Italy). For this study 8 cylindrical enclosures of transparent PVC (diameter = 1 m) were anchored at a depth of 3 m. The water column in 4 enclosures was in contact with the sediment, whereas that in the other 4 was isolated from the sediment by PVC basis. For each 'series, one enclosure was kept as a control. The duration of the experiment was 20 days (21st July – 10th August 1976). A few days after the commencement of the experiment, in the contaminated enclosures, the phytoplankton biomass decreased and phyto- and zooplankton structures were strongly mofied. At the same time, transparency increased, whereas pH, chlorophyll and dissolved oxygen concentrations decreased. Afterwards the phytoplankton biomass increased and more markedly in the enclosures with low Cu2+ concentrations and in those in contact with the sediment.

BIBLIOGRAFIA

Annoni D. et O. Ravera. 1977. L'influence d'une longue période d'isothermie sur les caractéristiques des eaux d'un lac peu profonde: Lac de Comabbio. *L'eaux et la industrie*, No. 19: 53-56.

Annoni D .e O. Ravera. 1978. Ricerche condotte sul lago di Comabbio (Provincia di Varese, Italia Settentrionale) dal maggio 1976 al maggio 1977. Rapporto C.C.E. EUR 5890 i.

Blinn D.W., Tompkins T. and L. Zaleski. 1977. Mercury inhibition on primary productivity using large volume plastic chambers «in situ». *J. Phycol*., 13: 58-61.

Devik O. 1976. Marine greenhouse systems: the entrainment of large water masses. *Environmental Science Res.*, 8: 113-141.

Kuiper J. 1977. An experimental approach in studying the influence of mercury on a North Sea coastal plankton community. *Helgolander wiss. Meeresunters*, 30: 652-665.

Lacaze J.C. 1974. Ecotoxicology of crude oil and the use of experimental marine ecosystems. *Mar. Pollut. Bull*., 5: 153-156.

Lavrovskaya N.F. 1967. The effect of phytoplankton pigments on concentration of nitrogen and phosphorus in pond waters. *Voprosy prudovogo rybolovstva*, 15 (17): 188-195 Transl. Bureau (MK) Fish. Res. Bd. Canada, Winnipeg Transl. Series No. 1151, 1968.

Lee R.F. and J.W. Anderson. 1977. Fate and effects of naphthalenes: controlled ecosystem pollution experiment. *Bull. Mar. Sc*., 27: 127-134.

Lund J.W.G. 1975. The use of large experimental tubes in lakes *Proc. Symp. The effects of Storage on water quality*, Reading University, 1975: 292-303.

Parsons T.R., Li W.K.W. and R. Waters. 1976. Some preliminary observations on the enhancement of phytoplankton growth by low levels of mineral hydrocarbons. *Hydrobiologie*, 51: 85-89.

Ringelberg J. 1973. Parameter-dependent (temperature) tolerance levels and the influence of the complexity of biological System. *Hydrobiol. Bull*., 7: 106-114.

Shapiro J. 1973. Blue-green algae: why they become dominant. *Science*, 179: 382-384.

CONCENTRAZIONE DEI FLUORURI NELLE ACQUE DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE.

Nota preliminare.

P. FRANCO, A. FRANCESCON e A. BARBARO
Istituto di Biologia del Mare, Venezia.

Nelle acque marine il fluoro da fluoruri tende a comportarsi conservativamente, con un rapporto medio con il doro da cloruri di 6,7 ± 0,1 (Riley 1965), e nonostante la sua bassa concentrazione media (ca. 1,3mg l^{-1}) viene pertanto considerato come componente maggiore del carico disciolto nell'acqua marina, fra gli elementi cioè che contribuiscono significativamente a determinarne la salinità.

Tale comportamento potrà trovarsi modificato in bacini in cui siano attivi processi di diluizione da parte di acque continentali, o in masse d'acqua a salinità elevata, originatesi per concentrazione evaporativa in bacini a bilancio acqueo fortemente passivo.

Mentre sono relativamente ampie in bibliografia informazioni concernenti la distribuzione dei fluoruri in acque oceaniche (ad es. Greenhalgh e Riley 1963, Bewers 1971) od in estuari (ad es. Windom 1971) scarse sono quelle riguardanti bacini marini di ampiezza notevole e fortemente influenzati da apporti fluviali (per il Baltico, si vedano Kremling 1969 e Kullenberg e Sen Gupta 1973), ed ancor meno frequenti sono quelle relative ad acque a salinità molto più elevata della media oceanica.

Posto che entrambe queste ultime condizioni si verificano nell'Adriatico settentrionale in masse d'acqua nettamente differenziate (Franco 1970), si è ritenuto opportuno prendere in esame la distribuzione dei fluoruri nelle acque di questo bacino, per il quale non sono noti dati precedenti.

Si riferisce qui preliminarmente su una parte dei dati finora raccolti.

MATERIALI E METODI

I campioni utilizzati per la determinazione del F da fluoruri sono stati raccolti in alcune delle stazioni eseguite durante due crociere oceanografiche (fig. 1), compiute con la N/O Umberto D'Ancona nell'Adriatico settentrionale nel maggio (11-14) e nel luglio (8-13) 1978[1)].

I campioni, prelevati con bottiglie Niskin generalmente alle quote

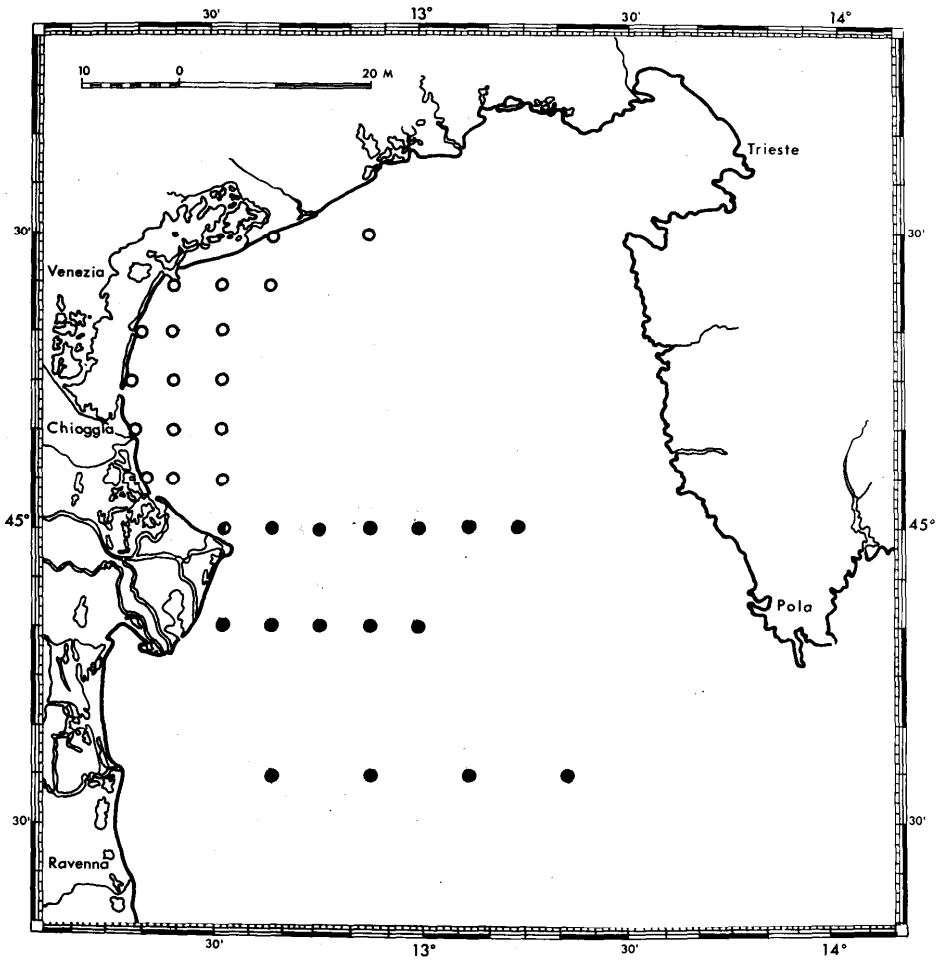


FIG. 1. - Distribuzione delle stazioni di prelievo durante la crociera del maggio (simboli vuoti) e del luglio 1978 (simboli pieni).

standard, e contenuti in flaconi di politene, sono stati conservati a temperatura ambiente fino al momento dell'analisi. Questa è stata condotta con il metodo del complessone lantanio-alizarina descritto da Greenhalgh e Riley (1961) e secondo la procedura descritta da questi Autori (il coefficiente di variazione, determinato su una serie omogenea di campioni, è pari a 0,75%).

Il rapporto F/Cl usato nella nota presente è calcolato fra concentrazioni su volume: quella del F in mg l^{-1}, quella del Cl in g l^{-1} (Clorosità a 20°C), e risulta espresso, anche per omogeneità con la letteratura precedente, in unità x 10^5.

Le concentrazioni del Cl da cloruri sono state ottenute sia direttamente per titolazione sec. Mohr-Knudsen, sia calcolate dalla salinità conduttimetrica, computata con i polinomiali ottenuti da Cox, Culkin e Riley (1967) dal rapporto di conduttività misurato con salinometro da laboratorio Bisset-Berman mod. 6230.

I rapporti ottenuti con le concentrazioni in Cl da cloruri misurate per titolazione e quelle calcolate sono in buon accordo per salinità più elevate del 15‰, e tendono a mostrare qualche discrepanza per salinità progressivamente inferiori, in relazione alla variazione dei rapporti ionici in acque fortemente diluite da apporti fluviali.

RISULTATI E DISCUSSIONE

La concentrazione del F da fluoruri nei campioni varia entro limiti piuttosto ampi, da 1,03 a 1,42 mg l^{-1} nelle acque campionate durante la crociera primaverile, la cui salinità varia dal 25,45 al 37,03‰, e da 0,30 a 1,54 mg l^{-1} in quelle prelevate durante la crociera estiva, in campioni in cui la salinità variava dal 2,76 al 37,91‰.

II primo lotto di campioni è stato prelevato in una zona costiera, nel Golfo di Venezia, fra le latitudini 45° e 45°30' N, in una situazione idrologica condizionata da un regime primaverile poco avanzato, con forte instabilità verticale ed acque relativamente omogenee.

La seconda serie di determinazioni si riferisce invece a campioni provenienti da una fascia trasversale al bacino, fra le latitudini 44°35'

1) Le crociere sono state eseguite nell'ambito dell'attività finanziata dal Progetto Finalizzato per l'Oceanografia ed i fondi marini, Subprogetto Risorse biologiche.

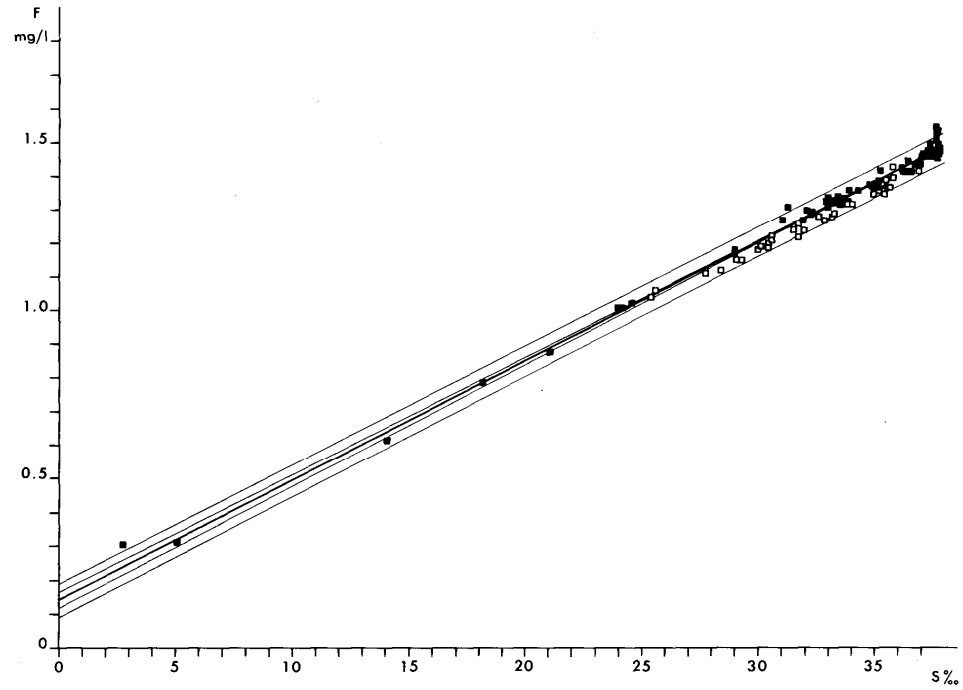


FIG. 2. - Relazione fra la concenti-azione del F da fluoruri disciolti e la salinità nei campioni. Sono indicate la retta di regressione (vedi tab. 1) e le curve delimitanti le fascie fiduciali (P = 0,05). (I simboli come in fig. 1).

e 45° N, in regime nettamente estivo, con una stratificazione pronunciata e masse d'acqua fortemente eterogenee.

La concentrazione del F^- è strettamente correlata con la salinità (fig. 2), ed i coefficienti angolari delle rette di regressione calcolate sia per le due serie di campioni prese separatamente che per il loro complesso non risultano significativamente diversi. Nella distribuzione dei dati considerati non si può inoltre dimostrare alcuna significativa deviazione dalla linearità, come quella che Kullenberg e Sen Gupta (1973) sostengono di poter ricavare per le acque del Baltico, e che questi autori attribuiscono alla rimozione del F, a salinità elevata per evaporazione, ed in zone estuarine a bassa salinità da parte del materiale sospeso in sedimentazione, meccanismo di rimozione quest'ultimo che non sembra confermato da altri (vedi Carpenter 1969).

TAB. 1. - Valori medi, limiti fiduciali (1), coefficienti di regressione e correlazione fra concentrazione dei fluoruri e salinità.

	N° osserv.	F mg l^{-1}	S ‰	Cl ‰	F mg l^{-1}	r
Maggio	47	1,29 ± 0,03	33,26 ± 0,85	18,41 ± 0,47	0,147 ± 0,034 · S	0.991
Luglio	104	1,35 ± 0,04	34,17 ± 1,18	18,91 ± 0,65	0,150 ± 0,035 · S	0.996
Totale	151	1,33 ± 0,03	33,89 ± 0,85	18,76 ± 0,85	0,136 ± 0,035 · S	0.998

(1) I limiti fiduciali sono ottenuti dall'errore standard delle medie per il valore del t di Student corrispondente al grado di libertà per una probabilità di 0,05.

Nell'insieme dei campioni considerati (tab. 1) il rapporto del F^- con il Cl^- varia entro limiti molto ampi, da 19,63 in acque fortemente diluite nella piume del Po a 6,64 in acque a salinità elevata, con un valore medio di 6,92 + 0,03, che è dell'ordine di grandezza di quelli noti in letteratura (si veda ad es. Greenhalgh e Riley, 1963). Per valori di salinità superiori al 14‰ il rapporto mostra una significativa correlazione inversa con la salinità (r = -0,795***): la regressione risulta anch'essa largamente significativa (fig. 3).

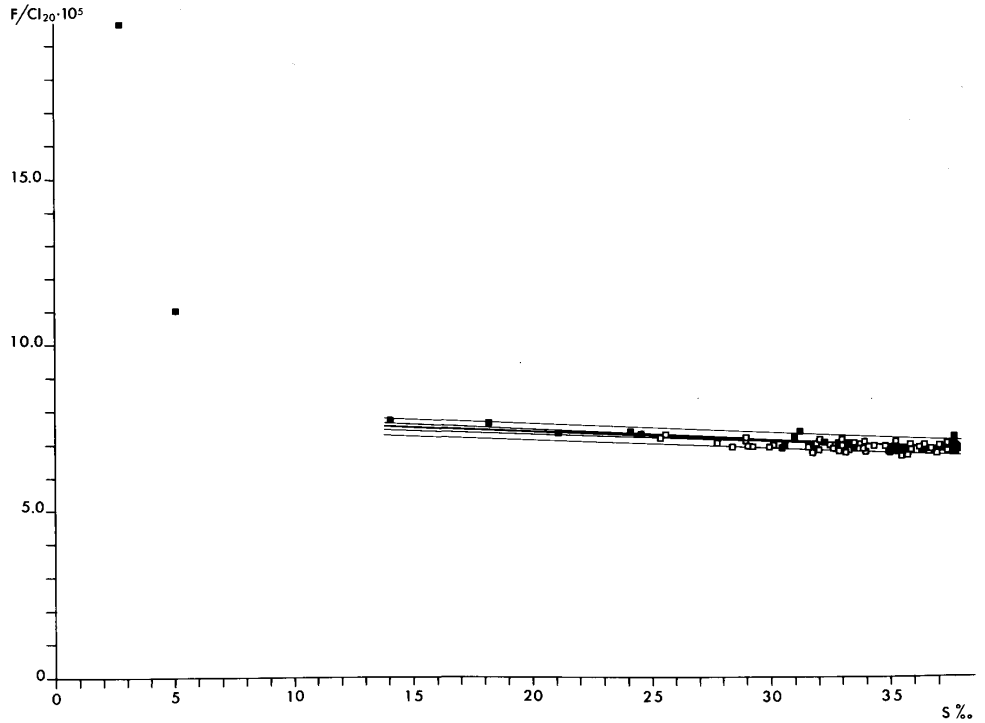


FIG. 3. - Relazione fra il rapporto F/C120.105 e la salinità. Sono indicate la retta di regressione, calcolata per salinità superiori al 14 ‰ ($F/Cl_{20} \cdot 10^5 = 7{,}989 — 0{,}031 \cdot S$) e le curve delimitanti le fascie fiduciali. (I simboli come in fig. 1).

Caratteri particolari mostra la distribuzione della concentrazione del F^- e del rapporto F/Cl_{20} nel gruppo di campioni prelevati durante la crociera d'estate: situazione stagionale questa in cui l'oceanografia del bacino nord-adriatico è caratterizzata da masse d'acqua superficiali fortemente diluite da apporti fluviali, separate da un picnoclino molto pronunciato dalle acque profonde a salinità elevata, in questo caso compresa fra il 37 ed il 38‰ (fig. 4).

Nello strato superficiale, con salinità media del 31,22 ± l,89‰, la concentrazione del F^- varia da 0,30 a 1,42 mg l^{-1} (fig. 5), con un valore medio di 1,23 ± 0,07 mg l^{-1}: nella distribuzione del rapporto

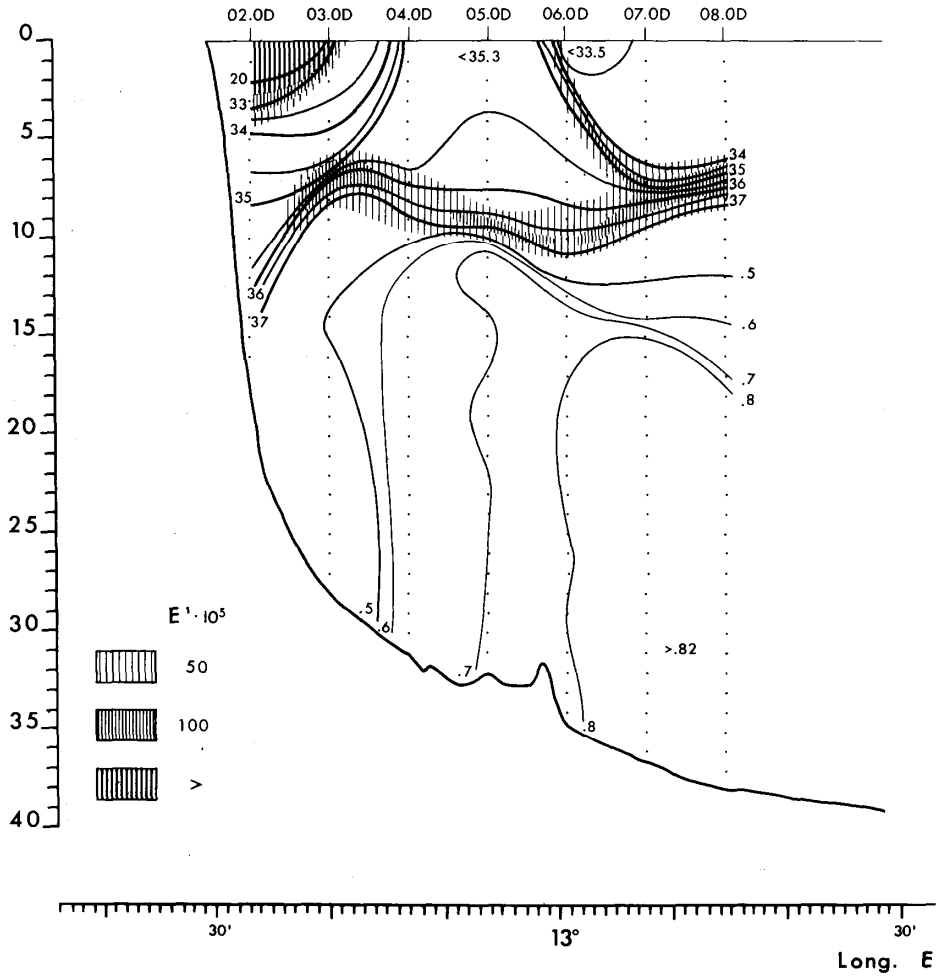


FIG. 4. - Sezione alla latitudine 45°N (8 luglio 1978).
Distribuzione della salinità da misure con STD: sono indicati anche gli strati a più elevata stabilità (E' sec. Hesselberg e Sverdrup).

$F/C1_{20}$ (da 6,80 a 19,63, attorno ad una media di 7,34 ± 0,50) i valori più elevati coincidono con i corpi d'acqua in cui si verifica la destratificazione ed il mescolamento delle iniezioni fluviali di acque dolci, nelle quali la concentrazione del F^- è relativamente bassa, ma con un rapporto con quella del Cl^- molto più alto di quello caratterizzante le acque marine (fig. 6).
Le acque sottostanti al picnoclino mostrano una concentrazione di F^- molto meno variabile (da 1,43 a 1,54 mg l^{-1}) ed in media significativamente più elevata (1,47 + 0,07 mg l^{-1}), in relazione con la salinità più alta e la sua più ristretta variabilità (37,64 ± 0,07‰). In

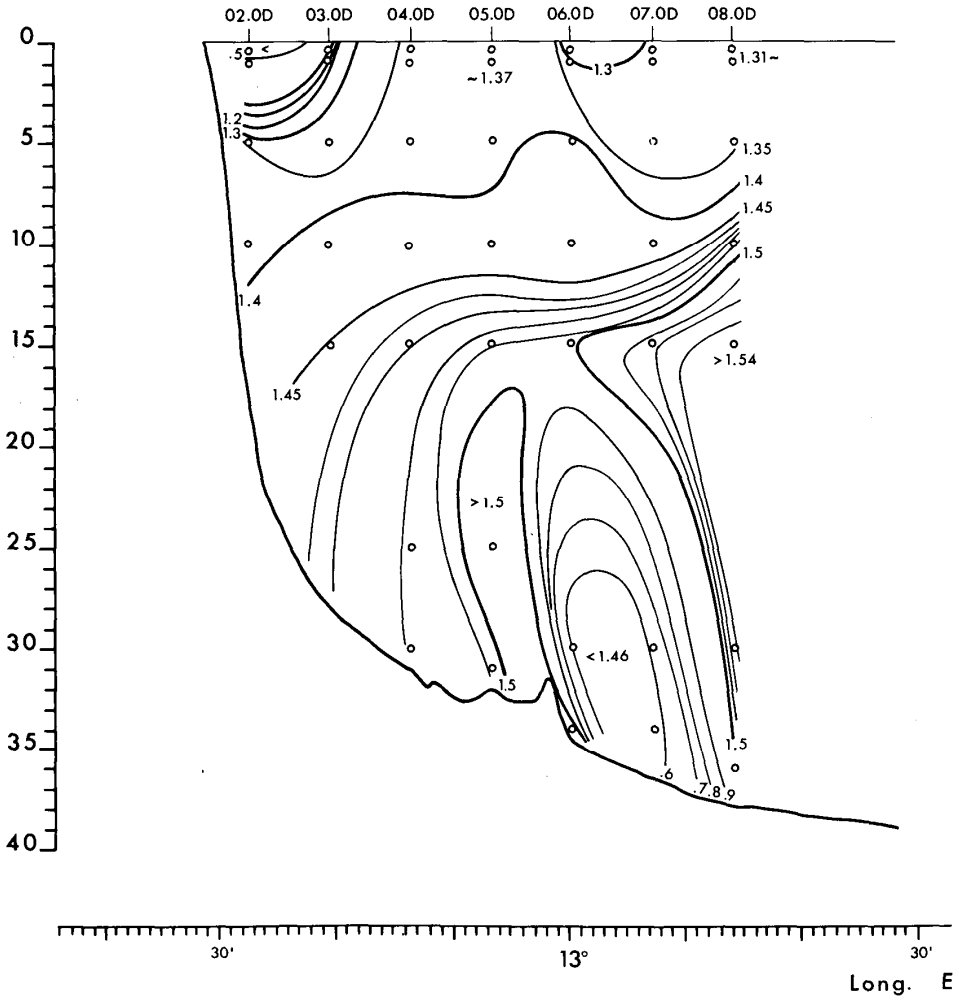


FIG. 5. - Sezione alla latitudine 45°N (8 luglio 1978).
Distribuzione del F^{1-}, in mg l^{-1}.
L'interpolazione fra i punti di misura è lineare.

alcuni campioni, corrispondenti ad un corpo d'acqua a salinità compresa fra il 37,7 ed il 37,89‰, si riscontrano assieme a concentrazioni del F^- maggiori di 1,50 mg l^{-1} valori del rapporto F/Cl_{20} anormalmente alti (fra 6,69 e 7,18, con una media di 7,09 ± 0,12).

Il limitato numero di osservazioni ed il carattere preliminare di questa nota non consentono di estendere ulteriormente la discussione dei risultati: restano confermati il carattere peculiare della distribuzione dei fluoruri nelle acque dell'Adriatico settentrionale, e l'interesse che questo parametro può rivestire come potenziale tracciante di masse d'acqua.

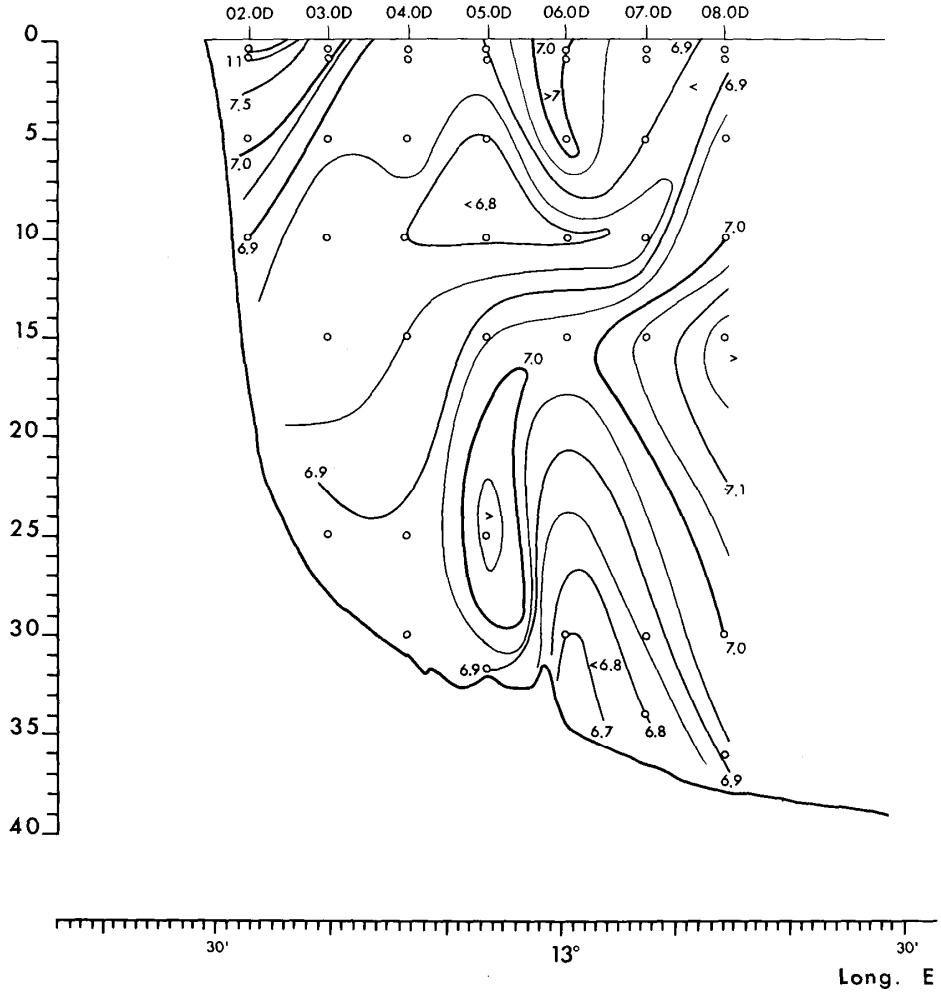


FIG. 6 - Sezione alla latitudine 45°N (8 luglio 1978).
Distribuzione del rapporto F/Cl_{20} : 10.
L'interpolazione fra i punti di misura è lineare.

RIASSUNTO

Si riferisce su i risultati di analisi, condotte con il metodo colorimetrico sec. Greenhalgh e Riley su campioni d'acqua prelevati lungo sezioni trasversali nell'Adriatico settentrionale, in condizioni primaverili-estive.

Le concentrazioni misurate variano fra un minimo di 0,30 mgF l^{-1} in acque fortemente diluite da apporto fluviale ad 1,54 mgF l^{-1}, in acque a salinità elevata, con una concentrazione media di 1,33 ± 0,03 mgF l^{-1}.

Si dimostra nei campioni esaminati una relazione diretta e lineare fra la concentrazione dei fluoruri e la salinità.

Il rapporto Fluoro/Clorosità$_{20°C}$ (x 10^5) varia fra un massimo di 19,63 in acque diluite ad un minimo di 6,64 in acque a salinità più elevata, con un valore medio di 6,92 ± 0,03.

Si discute la distribuzione della concentrazione del F^- in relazione alla struttura della colonna d'acqua ed alle masse d'acqua presenti nel bacino.

SUMMARY

Fluoride concentration in the northern Adriatic Sea waters.
A preliminary account.

Results of colorimetric analysis, according to Greenhalgh and Riley's lanthanum-alizarine complexone method, on water sampled on longitudinal sections in the northern Adriatic Sea, in spring and summer conditions are reported. The concentration of fluoride varied in the samples between 0.30 mgF l^{-1} in waters strongly influenced by riverine dilution and 1.54 mgF l^{-1} in higher salinity waters, with a mean value of 1.33 ± 0.03 mgF l^{-1}.

A linear, direct relationship between fluoride concentration and salinity is found with no apparent deviation from linearity. The Fluoride/Chlo-rosity$_{20°C}$ (x 10^5) ratio varied between 19.63 in the diluted water and 6.64 in the one with higher salinity: the average value is 6.92 ± 0.03 and shows a statistically significant inverse relationship with salinities higher than 14‰.

The distribution of fluoride concentration related to the water column structure and to the water masses in the basin are discussed.

BIBLIOGRAFIA

Bewers J.M. 1971. North Atlantic fluoride profiles. *Deep Sea Res*., 18, 237-241.

Carpenter R. 1969. Factors controlling the marine geochemistry of fluorine. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 33, 1153-1167.

Cox R.A., Culkin F., Riley J.P. 1967. The electrical conductivity/chlorinity relationship in natural sea water. *Deep Sea Res.*, 14, 203-220.

Franco P. 1970. Oceanography of northern Adriatic Sea. 1 Hydrologic features: Cruises July-August and October - November 1965. *Archo Oceanogr. Limnol.*, 16 suppl., 1-93.

Greenhalgh R., Riley J.P. 1961. The determination of fluorides in natural waters with particular reference to sea water. *Anal. Chim. Acta*, 25, 179-188.

Greenhalgh R., Riley J.P. 1963. Occurrence of abnormally high fluoride concentration at depth in the oceans. *Nature*, 197, 371-372.

Kremling K. 1969. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Meereswassers aus der Ostsee vom Früjahr 1966. *Kiel. Meeresforsch*., 25, 81-104.

Kullenberg B., Sen Gupta R. 1973.Fluoride in the Baltic. Geochim. *Cosmochim. Acta*, 37, 1327-1337.

Riley J.P. 1965. The occurrence of anomalously high fluoride concentrations in the North Atlantic. *Deep Sea Res*., 12, 219-220.

Windom H.L. 1971. Fluoride concentration in coastal and estuarine waters of Georgia. *Limnol. Oceanogr*., 16, 806-810.

DETERMINAZIONE DI Cd, Pb, Cu IN ACQUA DI MARE MEDIANTE VOLTAMMETRIA DI RIDISSOLUZIONE ANODICA. CONFRONTO DEI RISULTATI OTTENUTI A BORDO ED IN LABORATORIO (*)

G. SCARPONI, E. MICCOLI e R. FRACHE
Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Università di Genova.
Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova.

INTRODUZIONE

Nella determinazione analitica quantitativa dei metalli pesanti in acqua di mare, una particolare attenzione deve essere rivolta alla frazione libera da complessi con leganti forti e quindi disponibile per essere assimilata dagli organismi marini. È stato infatti puntualizzato che la tossicità di un metallo in acqua di mare è correlata alla frazione facilmente scambiabile (T.M. Florence, G.E. Batley 1977). I problemi maggiori che si incontrano in questo tipo di analisi sono costituiti dalla elevata sensibilità richiesta per la tecnica analitica e dai rischi di contaminazione (positiva o negativa) del campione e di alterazione degli equilibri nelle fasi di campionamento, conservazione ed analisi dell'acqua di mare. La voltammetria di ridissoluzione anodica (anodic stripping voltammetry, ASV) effettuata sul campione al pH naturale è una tecnica che risponde alla sensibilità necessaria senza richiedere pre-concentrazione (minima manipolazione del campione) e consente di determinare la frazione «labile» del contenuto totale dei metalli (T.M. Florence et al. 1977). Per ridurre al minimo il rischio di contaminazione sarebbe auspicabile realizzare un precondizionamento con acqua di mare di tutti i materiali che vengono a contatto con il campione ed effettuare l'analisi immediatamente dopo il campionamento, ma è evidente che, per una ricerca sistematica, è necessario disporre di

(*) Contributo «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova». Contratto C.N.R. n. 78.01045.88.

un metodo di conservazione dei campioni per tempi ragionevolmente lunghi.

Per quanto riguarda l'influenza del metodo di conservazione dei campioni sui risultati, la letteratura riporta dati ancora incompleti e spesso contrastanti. D.E. Robertson (1968) ha studiato la conservazione di acqua di mare in contenitori di vetro pyrex, polietilene e polietilene dopo acidificazione a pH 1,5 per un certo numero di metalli fra i quali non sono compresi Cd,PbeCu; i risultati del lavoro, comunque, mostrano un sensibile assorbimento dei metalli studiati sul vetro pyrex e sul polietilene, cosa che non si verifica nel caso che il campione venga mantenuto in polietilene a pH 1,5. T.M. Florence (1972) ha trovato che l'acqua di mare naturale mantenuta in bottiglie di polietilene perde rapidamente bismuto e lentamente piombo, presumibilmente per assorbimento sulle pareti del contenitore; i risultati analitici sono invece costanti per almeno un mese quando i campioni vengano acidificati a pH < 2. M. Branica, L. Sipos, S. Bubic e S. Kozar (1976) hanno studiato la conservazione di acqua di mare in polietilene alla temperatura di 0°C e 20°C ed a pH 2 e 8; in tutti i casi hanno trovato che, dopo tre settimane, le concentrazioni di Pb e Cu non avevano subito significative variazioni mentre quella del Cd risultava notevolmente aumentata ed hanno attribuito quest'ultimo fenomeno al rilascio di Cd da parte delle pareti del contenitore. H.W. Nurnberg, P. Valenta, L. Mart, B. Raspor e L. Sipos (1976) hanno trovato che, se i campioni vengono conservati in polietilene, si verificano rapide perdite nel contenuto di Cd e Pb per assorbimento sulle pareti mentre buoni risultati (campioni acidificati a pH 2) possono essere ottenuti se i contenitori vengono adeguatamente condizionati. Il congelamento del campione a —20°C è anche una pratica auspicata. G. Duyckaerts e G. Gillain (1977) hanno conservato i campioni — senza preventiva filtrazione — in polietilene a —20°C e trovato concentrazioni costanti di Zn, Pb e Cu per due mesi; lo stesso risultato è stato ottenuto conservando i campioni a temperatura ambiente ma acidificati a pH 1 mentre il mantenimento a temperatura ambiente e pH 8 porta a diminuzioni dell'ordine del 50% per tutti i metalli nel giro di pochi giorni.

In definitiva l'effetto della conservazione dei campioni di acqua di mare in contenitori di polietilene a temperatura ambiente e pH naturale è ancora controverso mentre l'uso del congelamento è in genere riconosciuto valido. In questo lavoro si è voluta verificare la reale sta-

bilità dei campioni al congelamento prolungato in contenitori di polietilene. L'interesse è stato rivolto alla determinazione contemporanea di Cd, Pb e Cu e non di Zn onde evitare complicazioni dovute a formazione di composti intermetallici (W. Kemula e Z. Kublik, 1963; M. Whitfield, 1975).

PARTE SPERIMENTALE

CONTENITORI DEI CAMPIONI.

Per la conservazione dei campioni sono stati utilizzati contenitori cilindrici in polietilene (Kartell, Milano, Art. 735, Ø = 30 mm, h = 74 mm, capacità 50 mi); gli stessi servivano poi come celle di misura, evitando così operazioni di prelievo di aliquote da un unico campione e travaso in altri recipienti, manipolazioni che comportano rischi di contaminazione. Prima dell'uso tutti i contenitori erano mantenuti immersi, per una notte, in HCl 1:1 e lavati accuratamente con acqua bidistillata.

CAMPIONAMENTO E FILTRAZIONE.

I campioni venivano prelevati a varie profondità in due punti del Mar Ligure (vedi Tabella) con bottiglie Van Dorn in PVC. Appena raccolta, l'acqua di mare veniva filtrata attraverso filtri Millipore (0.45 μm sotto flusso di azoto. Il filtrato veniva fatto scendere direttamente nei contenitori dei campioni, determinandone il volume (20 mi) tramite una linea di livello precedentemente segnata. Per ogni campione venivano preparate otto aliquote conservate poi alla temperatura di —10°C. Quattro di queste venivano analizzate nel giro di due o tre giorni, le altre alla distanza di un mese dalla raccolta.

PROCEDIMENTO DI ANALISI.

Le misure voltammetriche erano eseguite con una unità elettrochimica AMEL, utilizzando un elettrodo lavorante a film di mercurio su supporto cilindrico di grafite e un riferimento $Ag/AgCl_{(S)}$,NaCl(lF). L'agitazione era effettuata con una ancoretta magnetica che ruotava, azionata da un motore sincrono, alla velocità di 600 giri/min. La soluzione era termostatata a 25 ± 0.05°C. Dopo lo scongelamento (ca.

TAB. 1. - Determinazione simultanea di Cd, Pb e Cu in alcuni campioni di acqua di mare prelevati nel Mar Ligure. Confronto dei risultati ottenuti nelle analisi effettuate immediatamente dopo il congelamento e alla distanza di un mese.

Elemento	Potenziale di picco(E_p) (Volt vs.Ag/AgCl$_s$,NaCl 1F)	Irriproducibilità media delle determinazioni. (Interv. confid. al 95%)	Campione (*)	Concentrazione (µg/l) Valore immediato	Valore dopo 1 mese	Diff. %
Cd	— 0.69	± 20 %	1	0.15	0.25	+ 67
			2	0.08	0.23$_5$	+ 193
			3	0.19	0.55	+ 189
			4	0.26	0.63	+ 142
Pb	— 0.50	± 15 %	1	4.4	3.4	— 23
			2	4.6	4.1	— 11
			3	4.4	4.7	+ 7
			4	3.6	4.1	+ 14
Cu	— 0.32	± 35 %	1	2.7	5.2	+ 93
			2	1.5	7.2	+ 313
			3	2.8	5.3	+ 89
			4	6.2	9.2	+ 48

(*) Localizzazione dei campioni.
1) 43°26.7'N; 09°13.0' E superficie. 2) Idem profondità 20 m.
3) Idem profondità 50 m. 4) 43°37.O'N; 08°37.O' E profondità 2200 m.

1h) il campione veniva analizzato, previo degasamento, elettrolizzando ad un potenziale di —1.00 Volt per cinque minuti con successiva scansione lineare del potenziale (50 mV/s) nel verso anodico. Appena dopo la registrazione del voltammogramma di ridissoluzione anodica, l'elettrodo veniva ripulito da ogni residuo dei metalli (E. Ladanyi, U.D.N. Radulescu e M. Gavan, 1970) mantenendolo ad un potenziale

costante di —250 mV per due minuti. La determinazione analitica era effettuata con il metodo delle aggiunte standard.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella Tabella sono riportati i risultati ottenuti nella determinazione simultanea di Cd, Pb e Cu immediatamente dopo il congelamento (a bordo della nave oceanografica) e dopo un mese di conservazione a —10°C (in laboratorio). I dati di concentrazione costituiscono il valore medio delle determinazioni effettuate su quattro aliquote dello stesso campione, indipendentemente conservate (vedi parte sperimentale). Le irriproducibilità riportate, ± 20% per Cd, ± 15% per Pb e ± 35% per Cu, costituiscono le medie delle incertezze sulle determinazioni di tutti i campioni (definite come intervallo di confidenza al 95%). L'elevato valore di esse va ricondotto al fatto che è comprensivo di tutte le operazioni effettuate, dal campionamento alla analisi strumentale (per ogni aliquota venivano eseguite una filtrazione ed una misura del volume indipendente ed ognuna veniva conservata in un proprio contenitore. Invece l'incertezza su ogni singola determinazione voltammetrica, definita come incertezza nella localizzazione del punto di intercetta del metodo delle aggiunte tarate con l'asse delle ascisse, è minore: in media ± 10% per Cd, ± 6% per Pb e ± 16% per Cu. Una migliore riproducibilità delle misure relative al picco del Cd potrebbe essere ottenuta aumentando sia il tempo di deposizione che la sensibilità dell'amperometro; in questo caso tuttavia i picchi relativi a Pb e Cu andrebbero fuori scala e si dovrebbe rinunciare alla possibilità di una determinazione contemporanea dei tre elementi.

I risultati esposti mostrano che l'effetto della conservazione dei campioni è differente per ciascun metallo.

PIOMBO. Le differenze fra le determinazioni immediate e quelle effettuate dopo prolungata conservazione, di segno alternativamente positivo e negativo, rientrano nei limiti della irriproducibilità del metodo. Questo ci consente di affermare che un prolungato mantenimento del campione a —10°C in contenitori di polietilene, non comporta significative variazioni nel piombo determinato.

CADMIO E RAME. Tutte le determinazioni effettuate dopo conservazione danno valori sistematicamente maggiori di quelli relativi alle

analisi immediate con incrementi che variano da un minimo di + 50% ad un massimo di + 300% e, comunque, abbondantemente eccedenti la irriproducibilità del metodo. Risulta quindi evidente che la prolungata conservazione comporta un incremento delle concentrazioni determinabili di Cd e Cu.

L'esatta riproduzione della metodica analitica, in laboratorio e a bordo della nave oceanografica, e il fatto che l'incremento non si è verificato per tutti gli elementi, escludono la possibilità di un errore sistematico in eccesso. D'altra parte una contaminazione dall'ambiente del laboratorio avrebbe dovuto manifestarsi con maggior evidenza per il Pb che non per Cd e Cu.

Due ipotesi possono quindi spiegare i risultati ottenuti con il metodo di conservazione descritto: la prima è la possibilità di rilascio dei due elementi da parte delle pareti del contenitore, la seconda è che la filtrazione con filtri a 0.45p<m lasci passare materiale particolato (D.E. Robertson, 1976) che, al congelamento, può frazionarsi rilasciando Cd e Cu. Visto che in letteratura si trovano risultati contrastanti sull'effetto della prolungata conservazione dei campioni in polietilene, non sembra possibile, come è stato riportato (T.M. Florence, 1972; H.W. Nurnberg et al., 1976; G. Duyckaerts et al., 1977; M. Branica, et al., 1976) addebitare tutti i fenomeni al comportamento di questo materiale in quanto esso dovrebbe assorbire i metalli in alcuni casi, rilasciarli in altri e in altri ancora essere inerte. In questa problematica, la seconda ipotesi sembra offrire nuovi spunti di ricerca e di verifica considerato anche che nel particolato i metalli studiati si trovano in elevate concentrazioni (T.M. Florence, 1972).

I risultati relativi al Pb, che mostrano una sostanziale costanza delle risposte voltammetriche dopo la conservazione dei campioni per un mese allo stato congelato, suscitano particolare interesse, soprattutto se si tiene conto del fatto che la conservazione di acqua di mare a temperatura ambiente in contenitori di polietilene comporta sempre una diminuzione del contenuto di questo metallo (T.M. Florence, 1972; G. Duyckaerts et al., 1977; H.W .Nurnberg et al., 1976; M. Branica et al., 1976).

In conclusione l'incertezza sulla stabilità dei campioni alla conservazione prolungata, già riscontrata in letteratura, viene confermata anche dal presente lavoro. Si ribadisce quindi l'importanza di effettuare le analisi immediatamente dopo il campionamento. Lo studio dei me-

todi di conservazione continua, tuttavia, a rivestire un notevole interesse visto che non è sempre possibile soddisfare questa condizione. In ogni caso sarebbe auspicabile che ogni ricercatore verificasse nel proprio laboratorio la validità del metodo di conservazione usato, specificandone le modalità.

I soddisfacenti risultati ottenuti utilizzando a bordo la voltammetria di ridissoluzione anodica confermano l'applicabilità di questa tecnica per analisi immediate, a differenza di altre.

BIBLIOGRAFIA

Branica M., Sipos L., Bubic S. and Kozar S. 1976. Electroanalytical determination and characterization of some heavy metals in seawater. *Natl. Bur. Stand. (U.S.), Spec. Publ.* 422: 917.

Duyckaerts G. e Gillain G. 1977. Determination of Cu, Pb, Cd, Zn in sea water and plankton by anodic stripping voltammetry. *Essays on Analytical Chemistry.* Ed. E. Wannien, Pergamon Press, Oxford, p. 417.

Florence T.M. 1972. Determination of trace metals in marine samples by anodic stripping voltammetry. *J. Electroanal. Chem*. 35: 237.

Florence T.M. and Batley G.E. 1977. Determination of thè chemical forms of trace metals in natural waters, with special reference to copper, lead, cadmium and zinc. *Talanta*, 24: 151.

Kemula W. e Kublik Z. 1963. Application of hanging mercury drop electro-des in analytical chemistry. In *Advances in Analytical Chemistry and Instrumentation.* Ed. C.N. Reilley, Interscience, New York, Vol. 2, p. 123.

Ladanyi E., Radulescu U.D.N. and Gavan M. 1970. Rapid plating and slow anodic stripping of metallic ions on a hanging mercury drop electrode. *J. Electroanal. Chem*. 24: 91.

Nurnberg H.W., Valenta P., Mart L., Raspor B. and Sipos L. 1976. Applications of polarography and voltammetry to marine and aquatic chemistry. II The polarographic approach to the determination and speciation of toxic trace metals in the marine environment. *Z. Anal. Chem.* 282: 357.

Robertson D.E. 1968. The adsorption of trace elements in sea water on various container surfaces. *Anal. Chim. Acta* 42: 533.

Robertson D.E. 1976. Analytical chemistry of natural waters. *Natl. Bur. Stand. (U.S.), Spec. Publ.* 422: 805.

Whitfield M. 1975. The electroanalytical chemistry of sea water. In *Chemical Oceanography*, Ed. J.P. Riley e G. Skirrow, Academic Press, Londra, II Ed., Vol. 4, Gap. 20, p. 1.

EFFETTO DEL Cu^{++} SULLA ASSUNZIONE DI AMINOACIDI, SULLA SINTESI PROTEICA E SUL CONTENUTO IN ATP DI DIFFERENTI TESSUTI DI MYTILUS GALLOPROVINCIALIS L.

A. VIARENGO*, M. PERTICA*, G. MANCINELLI *,
R. CAPPELLI ** e M. ORUNESU *
*Istituto di Fisiologia Generale, Università di Genova.
**Istituto di Chimica Generale e Inorganica, Università di Genova.
G.R.O. - G. (Gruppo di Ricerca Oceanologica - Genova).

È noto da tempo che i metalli pesanti possono inibire l'attività di numerosi enzimi (Dixon M., Webb E.C., 1964) ed alterare la funzione di vari costituenti cellulari come membrane (Rothstein A., 1959), lisosomi (Moore N.M., Stebbing A.R.D., 1976), mitocondri (Corner E.D.S., Sparrow B.W., 1956) ecc. Per quanto riguarda gli organismi marini, in particolare i mitili, è stato dimostrato che i metalli pesanti esercitano effetti inibitori sulla assunzione di O2 (Brown B.E., Newell R.C., 1972), sul battito cardiaco (Scott D.M., Major C.W., 1972) e sulla formazione di bisso (Davenport J., 1977).

Mancano attualmente indicazioni sull'azione che i metalli pesanti esercitano sul metabolismo protidico di tali animali. Nelle presenti esperienze abbiamo voluto studi?re gli effetti del Cu^{++} (alla concen-trazione finale di 0.08 ppm) su due aspetti del metabolismo protidico del mitilo: l'assunzione di aminoacidi dall'ambiente e il tasso di sintesi proteica. Inoltre, dal momento che l'assunzione di aminoacidi e la sintesi proteica sono processi attivi che necessitano di un notevole apporto energetico, abbiamo controllato se il Cu^{++} può modificare la concentrazione tissutale dell'adenosintrifosfato (ATP).

MATERIALI E METODI

Nelle nostre esperienze abbiamo usato esemplari di *Mytilus galloprovincialis* L. delle dimensioni di 4 - 6 cm, raccolti a Palmaria (La Spezia). Gli animali erano mantenuti in acquario con acqua di mare artificiale preparata secondo le indicazioni di La Roche (La Roche G., Eisler R., Tarzwell C., 1970) alla temperatura di 14-15°C per almeno 5 giorni prima degli esperimenti. Durante gli esperimenti l'acqua (11 per mitilo) ed il metallo, presente alla concentrazione di 0.08 ppm, venivano rinnovati quotidianamente.

ASSUNZIONE DI AMINOACIDI DALL'AMBIENTE.

Due ore prima del sacrificio, nei beckers contenenti gli animali venivano aggiunti 2 μCi/1 di idrolizzato proteico marcato con C^{14}. I tessuti erano omogeneizzati con due volumi di saccaroso 0.25 M contenente 500 μg/1 di PMSF (fenilmetil sulfonilfluoruro) come antiproteolitico. Per il dosaggio delle proteine presenti nell'omogenato erano utilizzate aliquote di 25 μl; per valutare l'assunzione di aminoacidi dall'ambiente, aliquote di 50 μl erano deposte su filtri di fibra di vetro (Whatman GF/C) e poste ad asciugare a 37°C per 10 ore. La radioattività dei campioni in esame, che rifletteva la quantità degli aminoacidi assunti, era valutata mediante uno scintillatore in fase liquida.

SINTESI PROTEICA.

Due ore prima del sacrificio ad ogni animale venivano somministrati per via intramuscolare (nel muscolo adduttore posteriore) 2 μCi di Leucina C^{14}. I tessuti erano prelevati ed omogeneizzati come descritto in precedenza. Aliquote di 25 μl erano utilizzate per il dosaggio delle proteine e aliquote di 100 μl erano deposte su filtro (Whatman Cromatography Paper 3ET) per la valutazione della quantità del precursore marcato incorporato nelle proteine secondo le indicazioni di Fu-Li Yu (Yu F.-L., Feigelson P., 1970).

I valori di radioattività dovuti alla presenza di aminoacidi marcati incorporati nella frazione proteica in esame, erano riferiti a mg di proteine tissutali (attività specifica) e corretti tenendo conto della quantità di aminoacidi marcati assunti dal tessuto stesso.

DOSAGGIO DELLE PROTEINE.

Le proteine dei diversi tessuti erano valutate utilizzando il metodo di Lowry (Lowry O.H., Rosebrough N.J., Far A.L., Randall R.J., 1951), usando albumina serica di bue, frazione V, come standard.

VALUTAZIONE DELLA RADIOATTIVITÀ.

La radioattività presente nei campioni era misurata utilizzando uno scintillatore in fase liquida Packard Tri-Carb 2425; la miscela per il conteggio della radioattività conteneva 5 g di PPO/1 di toluene. I campioni erano contati per un tempo sufficiente ad ottenere un errore di conteggio inferiore al 5%.

DOSAGGIO DELL'ATP.

I tessuti (branchie, epatopancreas, mantello) estratti con la massima rapidità, erano immersi in azoto liquido e pesati. I singoli tessuti venivano triturati in presenza di azoto liquido e omogeneizzati con due volumi di TCA al 7%, secondo il metodo di Wijsman (Wijsman T., 1976). Dopo centrifugazione, il sopranatante veniva diluito con Tris-HCl 20 mM pH 7.4 ed utilizzato per il dosaggio del contenuto in ATP che era eseguito secondo le indicazioni di Cheer (Cheer S., Gentile J.H., Hegre C.S., 1974), utilizzando preparazioni di Luciferina-Luciferasi della Sigma Chemical Company.

CONCENTRAZIONE DEL Cu^{++} NEI TESSUTI IN ESAME.

Per la mineralizzazione dei campioni e la determinazione spettrofotometrica del Cu^{++} abbiamo seguito le indicazioni di Capelli (Capelli R., Contardi V., Zanicchi G., 1976). 0.5-1 gr di campione del tessuto in esame (peso umido) erano trattati con HNO_3 65% e lasciati a reagire a freddo per due ore. Si procedeva quindi al riscaldamento in recipiente chiuso di teflon per 2 - 3 ore, fino a raggiungere una temperatura di 180°C. Dopo raffreddamento si portava il campione al volume di 10 mi con acqua deionizzata e su questa stessa soluzione si procedeva al dosaggio del Cu^{++} mediante spettrofotometria di assorbimento atomico, utilizzando una fiamma aria - acetilene. La determinazione veniva effettuata alla lunghezza d'onda di 324.7 nm, con il metodo della retta di lavoro.

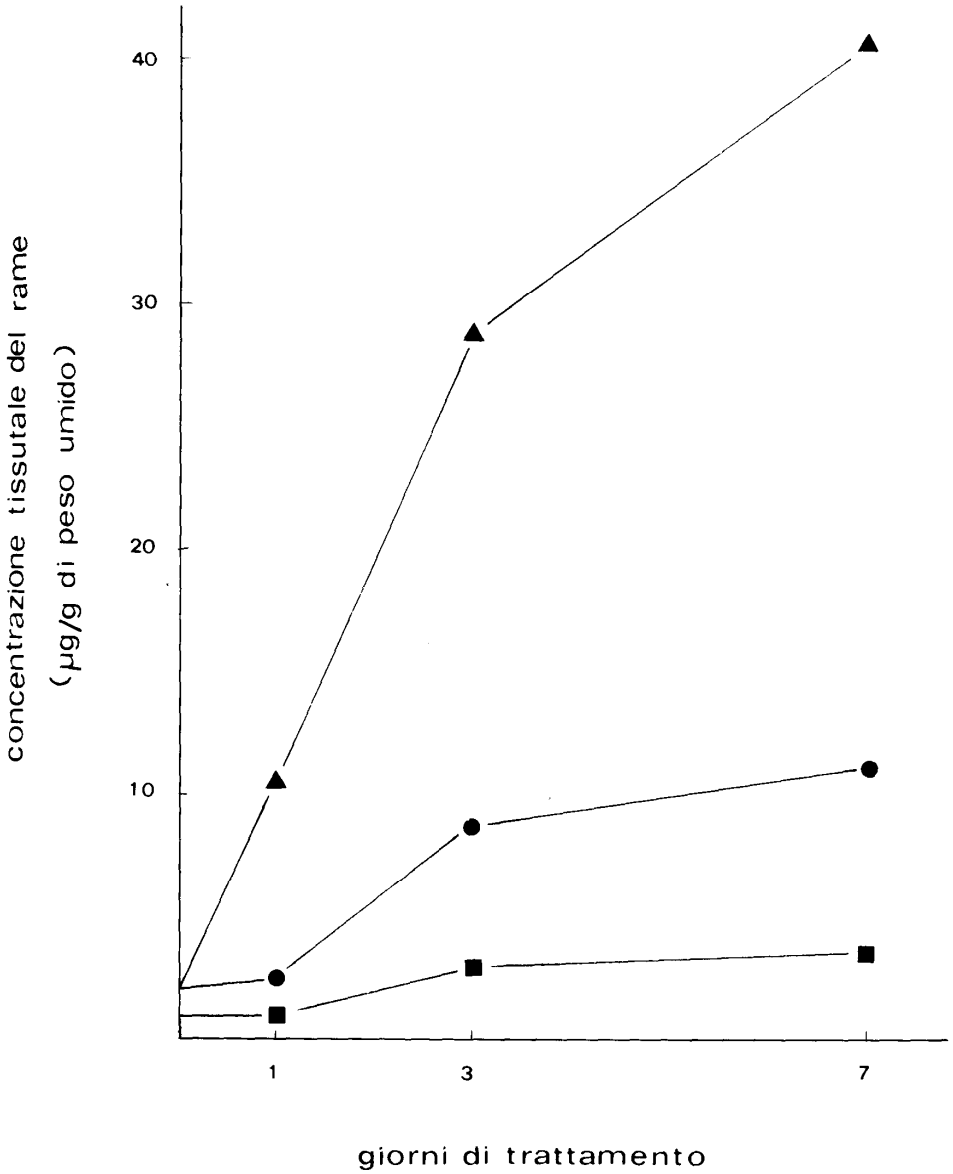


FIG. 1. - Concentrazione del Cu^{++} nelle branchie (▲ — ▲), nell'epatopancreas (● — ●) e nel mantello (■ — ■) di mitili esposti per vari giorni al metallo (0.08 ppm).

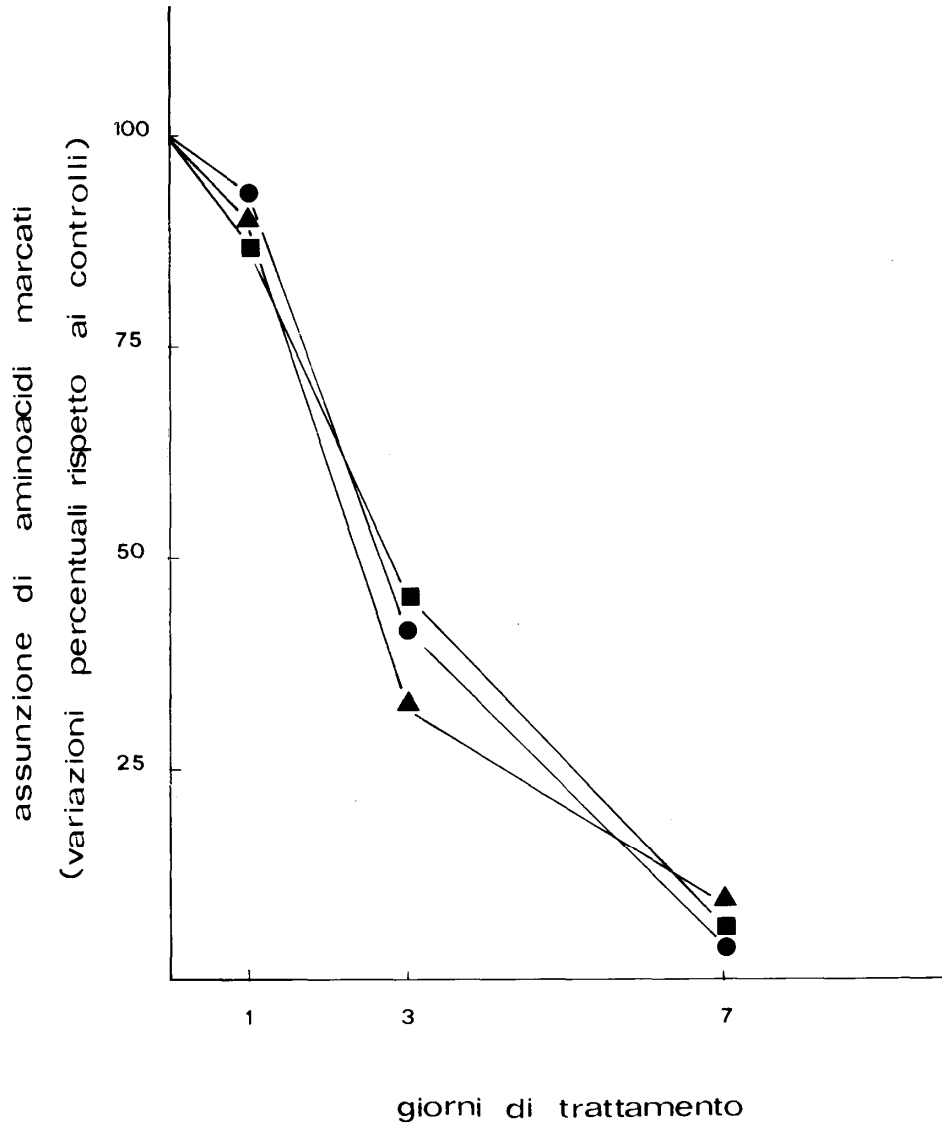


FIG. 2. – Assunzione di amminoacidi marcati con Cu^{14} nelle branchie (▲ — ▲) nell'epatopancreas (● — ●) e nel mantello (■ — ■) di mitili esposti per vari giorni al Cu^{++} (0.08 ppm).

RISULTATI E DISCUSSIONE

ACCUMULO DEL Cu^{++} INDIFFERENTI TESSUTI DEL MITILO.

In una serie di prove preliminari abbiamo ritenuto opportuno valutare la concentrazione di Cu^{++} presente nelle branchie, nel mantello e nell'epatopancreas dei mitili esposti per vari tempi (da 1 a 7 giorni) ad una concentrazione di Cu^{++} pari a 0.08 ppm. Con tali prove si intendeva controllare se eventuali effetti del Cu^{++} sull'assunzione di aminoacidi e sul tasso di sintesi proteica potessero essere correlati con la concentrazione tissutale del metallo.

Come mostra la fig. 1, l'esposizione dei mitili al Cu^{++} provoca un progressivo aumento del metallo nei tre tessuti, aumento che appare particolarmente evidente e precoce nelle branchie.

È necessario rilevare che i dati ottenuti non dimostrano in maniera conclusiva che la concentrazione del Cu^{++} nelle cellule dell'epitelio branchiale sia superiore a quella evidenziata negli altri due tessuti esaminati. A livello delle branchie vengono infatti secrete elevate quantità di muco che potrebbero complessare il Cu^{++} limitandone l'assorbimento da parte del tessuto stesso.

AZIONE DEL Cu^{++} SULLA ASSUNZIONE DI AMINOACIDI.

I risultati riportati nella fig. 2 dimostrano chiaramente che l'assunzione di aminoacidi marcati con C^{14} dall'ambiente è notevolmente inibita. La concentrazione di aminoacidi marcati nei tessuti esaminati è infatti ridotta dal 55 al 70% dopo 3 giorni di esposizione al metallo e dal 90 al 97% dopo 7 giorni.

Poiché le branchie hanno un ruolo importante nell'assorbimento dei soluti dall'ambiente, è probabile che il Cu^{++} ostacoli tale funzione riducendo, di conseguenza, l'assunzione di aminoacidi oltre che nelle branchie, anche negli altri due tessuti esaminati. Favorisce questa eventualità la dimostrazione che l'accumulo del Cu^{++} risulta particolarmente elevato nelle branchie (fig. 1). Non è quindi improbabile che elevate concentrazioni di Cu^{++} in mare possano influenzare il metabolismo e l'accrescimento del mitilo limitandone la capacità di alimentarsi, dato che una parte della dieta di questi animali è rappresentata da soluti quali aminoacidi, glicidi ecc. (Pèquignant E., 1973).

AZIONE DEL Cu^{++} SUL TASSO DI SINTESI PROTEICA.

Nella fig. 3 sono illustrati gli effetti del Cu^{++} sul tasso di sintesi proteica nei tessuti del mitilo. In questo tipo di esperimento, dato che l'assunzione di aminoacidi marcati dall'ambiente è risultata nettamente ridotta negli animali trattati con il metallo, il precursore radioattivo, leucina C14, era iniettato nel muscolo adduttore posteriore come proposto da A. De Zwaan e B.L. Bayne (comunicazione personale). Le esperienze illustrate nella fig. 3 dimostrano che nei tessuti esaminati l'incorporazione di aminoacidi marcati nelle proteine (tasso di sintesi proteica) è nettamente diminuita (dal 40 al 50%) dopo 7 giorni di esposizione al metallo. È comunque opportuno rilevare che i nostri dati non possono chiarire se tale fenomeno dipenda da una ridotta capacità biosintetica o da una esaltata attività proteolitica.

AZIONE DEL Cu^{++} SULLA CONCENTRAZIONE TISSUTALE DI ATP.

I risultati presentati in tabella 1 dimostrano come la concentrazione di ATP nei diversi tessuti studiati venga sensibilmente ridotta (dal 35 al 40%) dopo 7 giorni di esposizione al Cu^{++}.

I nostri risultati non chiariscono il meccanismo con cui si realizza la riduzione dell'ATP, che potrebbe dipendere sia da una diminuita capacità di sintesi dell'adenosintrifosfato che da una esaltata demolizione. A questo proposito è comunque opportuno tener presente che, come dimostrato da Brown e Newell (Brown B.E., 1972), il Cu++ può inibire l'assunzione dell'ossigeno a livello delle branchie: una diminuita disponibilità di O2 può ridurre nei tessuti del mitilo lo svolgimento dei processi ossidativi e di conseguenza la sintesi mitocondriale di ATP. In base ai dati ottenuti non è pertanto da escludere l'eventualità che la diminuita disponibilità di ATP influisca sia sull'assunzione di aminoacidi che sulla sintesi proteica.

TAB. 1. - Effetto del Cu^{++} sul contenuto in ATP (µmoli/g tessuto fresco) in alcuni tessuti di *Mytilus galloprovincialis* L. dopo 7 giorni di trattamento.

Tessuti	*Controlli*	*Trattati*	*Variazione %*
Branchie	0.89	0.54	— 39.0
Epatopancreas	1.41	0.92	— 34.4
Mantello	2.60	1.51	— 41.9

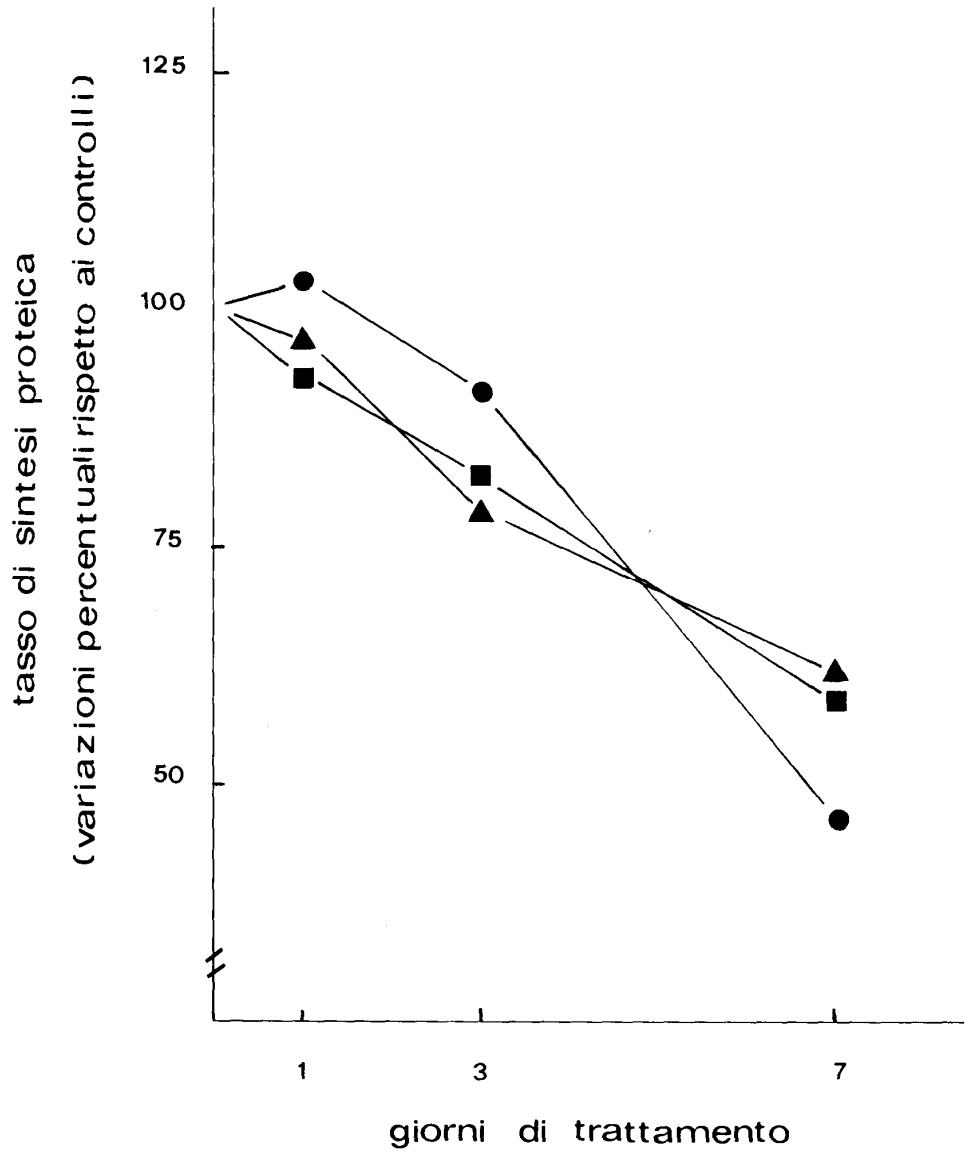


FIG. 3. - Tasso di sintesi proteica nelle branchie (▲ — ▲), nell' epatopancreas (● — ●) e nel mantello (■ — ■) di mitili esposti per vari giorni al Cu^{++} (0.08 ppm).

BIBLIOGRAFIA

Brown B.E., Newell R.C. 1972. Metabolic Effects of Copper and Zinc on *Mytilus. Mar. Biol.*, 16: 108-118.

Capelli R., Contardi V., Zanicchi G. 1976. Euquéte Explorative sur la Teneur eu Metaux Lourd dans des Échantillons de Moules. *J. d'etudes Pollut. Mar*., Split 1976, 83-88.

Cheer S., Gentile J.H., Hegre C.S. 1973. Improved Methods for ATP Analysis. *Anal. Biochem*., 60: 102-114.

Corner E.D.S., Sparrow B.W. 1956. The Mode of Action of Toxic Agents. 1. Observations on the Poisoning of Certain Crustaceans by Copper and Mercury. *J. Mar. Biol. Ass*. U.K., 35: 531-548.

Davenport J. 1977. A Study of the Effects of Copper Applied Continuously and Discontinuously to Specimens of *Mytilus Edulis* (L.) Exposed to Steady and Fluctuating Salinity Levels. *J. Mar. Biol. Ass.* U.K., 57: 63-74.

Dixon M., Webb E.C. 1964. *The Enzymes.* Longmans & Green, London, 950 pp.

La Roche G., Eisler R., Tarzwell C. 1970. *Journal Water Pollution Control Federation*: 1982-1989.

Lowry O.K., Rosebrough N.J., Far A.L., Randall R.J. 1951. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275.

Moore M.N., Stebbing A.R.D. 1976. The Quantitative Cytochemical Effects of Three Metal Ions on a Lysosomal Hydrolase of a Hydroid. *J. Mar. Biol. Ass.* U.K., 56: 995-1005.

Péquignat E. 1973. A Kinetic and Autoradiographic Study of the Direct Assimilation of Amino Acids and Glucose by Organs of the Mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 19: 227-244.

Rothstein A. 1959. Cell Membrane as Site of Action of Heavy Metals. *Fedn. Proc. Fedn. Am. Socs. exp. Biol.*, 18: 1026-1038.

Scott D.M., Major C.W. 1972. The Effect of Copper (II) on Survival, Respiration, and Heart Rate in the Common Blue Mussel, *Mytilus Edulis. Biol. Bull*, 143: 679-688.

Yu F.L., Feigelson P. 1970. Paper Disc Estimation of Radioactive RNA: Studies on the Presence and Elimination of Metabolitically Generated Artifacts from Labeled Furine and Pyrknidine Precursors. *Anal. Biochem.*, 39: 319-321.

Wijsman T.C.M. 1976. Adenosine Phosphates and Energy Charge in Different Tissues of *Mytilus edulis* L. Under Aerobic and Anaerobic Conditions. *J. comp. Physiol.*, 107: 129-140.

Contratto di Ricerca C.N.R. n. 77.01043.88/115.1276.

PRECOCE INDUZIONE DI PROTEINE CAPACI DI LEGARE IL Cu^{++} NELLE BRANCHIE DI MITILI ESPOSTI AL METALLO

A. VIARENGO*, M. PERTICA-, G. MANCINELLI *,
G. ZANICCHI ** e M. ORUNESU *
* Istituto di Fisiologia Generale, Università di Genova.
** Istituto di Chimica Generale e Inorganica, Università di Genova.
G.R.O. - G. (Gruppo di Ricerca Oceanologica - Genova).

È ormai accertato che lo Zn^{++}, il Cd^{++}, il Hg^{++}, il Cu^{++} ecc. possono indurre nei tessuti dei mammiferi (Weser V., Donay F. e Rupp H., 1973), degli uccelli (Piotrowsky J.K., Trojanowska B., Wisniews-ka-Knypl J.M. e Bolanowska W., 1974) e dei pesci (Bouquegneau J.M., Gerday Ch. e Disteche A., 1975) la sintesi di un particolare tipo di proteine a basso peso molecolare (metallotioneine) capaci di legare tali metalli. Queste proteine sono caratterizzate da un alto contenuto in cisterna (fino al 30 - 35%), dalla mancanza di aminoacidi aromatici e da un peso molecolare che alla cromatografia mediante gel filtrazione risulta di circa 11.000-12.000.

Per quanto riguarda la funzione biologica di tali proteine, si ammette che esse abbiano un ruolo protettivo in quanto impediscono agli ioni metallici che le inducono di esercitare effetti citotossici (Pulido P., Kagi J.W. e Vallee B.L., 1978). Sembra in9itre che le metallotioneine abbiano un ruolo nel mantenimento del pool intracellulare di metalli normalmente presenti nelle cellule, come ad esempio lo Zn^{++} e il Cu^{++} (Richards M.P. e Cousins R.G., 1975).

Le notizie sull'induzione di metallotioneine negli invertebrati sono attualmente molto scarse.

Infatti, anche se è stato dimostrato che il Cd^{++} può indurre la sintesi di tali proteine nei tessuti del mitilo (Noel-Lambot F., 1975; Car-penè E., Crisetig G. e Cortesi P., 1978), mancano finora osservazioni

sugli effetti esercitati da altri metalli pesanti.

In questo lavoro abbiamo voluto controllare se il Cu^{++}, alla concentrazione di 0.08 ppm, può indurre, nelle branchie del mitilo, la sintesi di proteine capaci di legare tale ione. In precedenza abbiamo infatti dimostrato che il Cu^{++}, somministrato in forma ionica, viene accumulato dai mitili soprattutto nelle branchie. Nelle nostre esperienze abbiamo utilizzato mitili della lunghezza di 4 - 5 cm, raccolti a Palmaria (La Spezia). Gli animali, prima degli esperimenti, erano mantenuti per 5 giorni in acqua di mare artificiale preparata secondo le indicazioni di La Roche (La Roche G., Eisler R. e Tarzwell C., 1970), alla temperatura di 14 - 15°C. Dopo vari tempi di esposizione al metallo (O, 4, 48 ore), le branchie erano prelevate, asciugate, pesate e omogeneizzate con un volume di tampone potassio-fosfato 10 mM pH 7.8 contenente PMSF (fenilmetil sulfonilfluoruro) per inibire le attività proteolitiche. Il S.N. ottenuto dopo centrifugazione a 20.000 x g era parzialmente deproteinizzato mediante riscaldamento a 60°C per 10 min, secondo le indicazioni di Winge (Winge D.R., Premakumar R., Wiley R.D., Rajagopalan K.V., 1975) e le proteine flocculate venivano allontanate mediante centrifugazione a 27.000 x g. Il S.N. (2-3 mi) era cromatografato su Sephadex G-75 equilibrata con Tris-HCl 10 mM pH 8.6 addizionato di NaN3 0.01%. L'eluato della colonna era raccolto in 40 frazioni di 3 mi ciascuna. Di ogni frazione si valutava poi la assorbanza a 280 mm ed il contenuto in Cu++ mediante assorbimento atomico, secondo le indicazioni di Capelli (Capelli R., Contardi V., Zanicchi G., 1976).

Nel primo grafico sono illustrati l'assorbanza e il contenuto in Cu^{++} delle varie frazioni proteiche ottenute dalle branchie di animali normali. Per quanto riguarda l'assorbanza alla luce UV (linea continua) si può notare un picco iniziale che comprende proteine con peso molecolare superiore a 50.000 ed un secondo picco che comprende sostanze con un peso molecolare inferiore a 5.000. Il contenuto in Cu^{++} (linea tratteggiata) è estremamente basso e risulta associato sia alle proteine ad alto peso molecolare sia ad una frazione proteica con un volume di eluizione caratteristico di sostanze con peso molecolare di circa 11.000- 12.000. La presenza del Cu^{++} nelle proteine ad alto peso molecolare può spiegarsi con il fatto che il Cu^{++} è un costituente di alcuni enzimi, mentre il Cu^{++} isolato con le proteine a basso peso molecolare potrebbe essere associato con minime quantità di metallo-

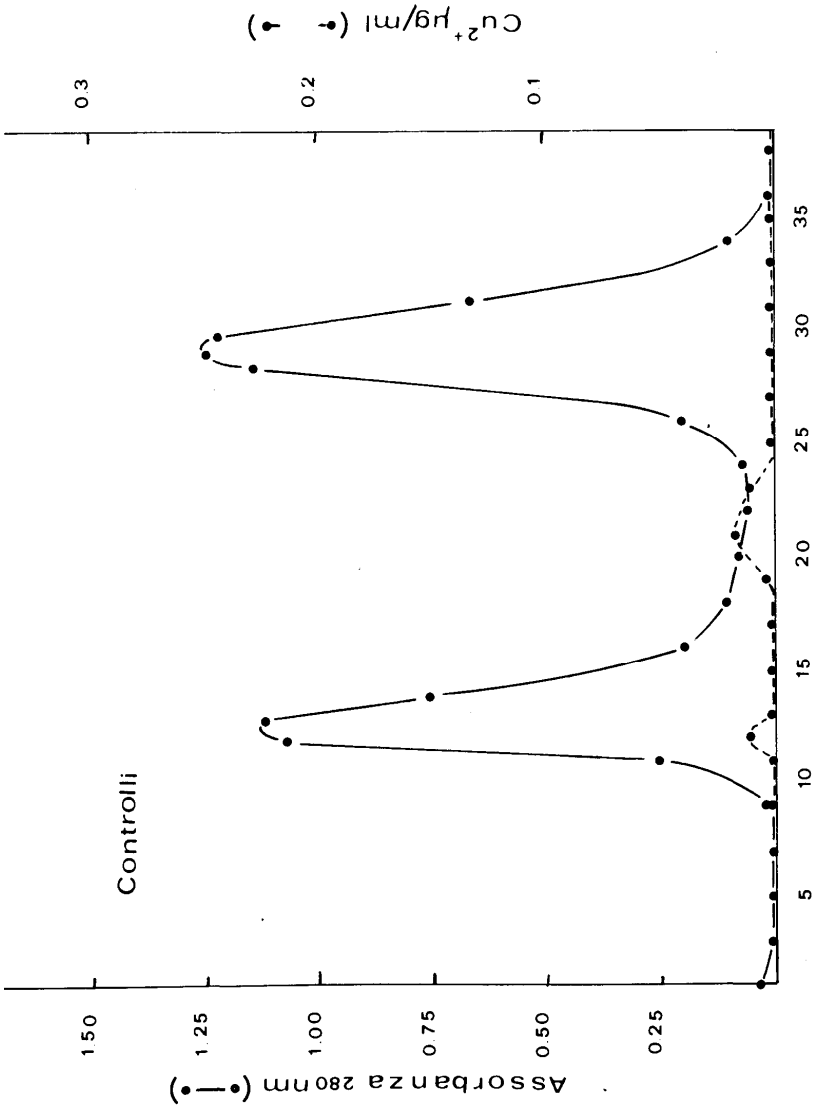


FIG. 1. - Cromatografia su colonna di Sephadex G-75 di estratti di tessuto branchiale di *Mytilus galloprovincialis* Lam.: Assorbanza a 280 nm (●——●) e concentrazione del Cu^{++} (●— — —●) nelle frazioni ottenute.

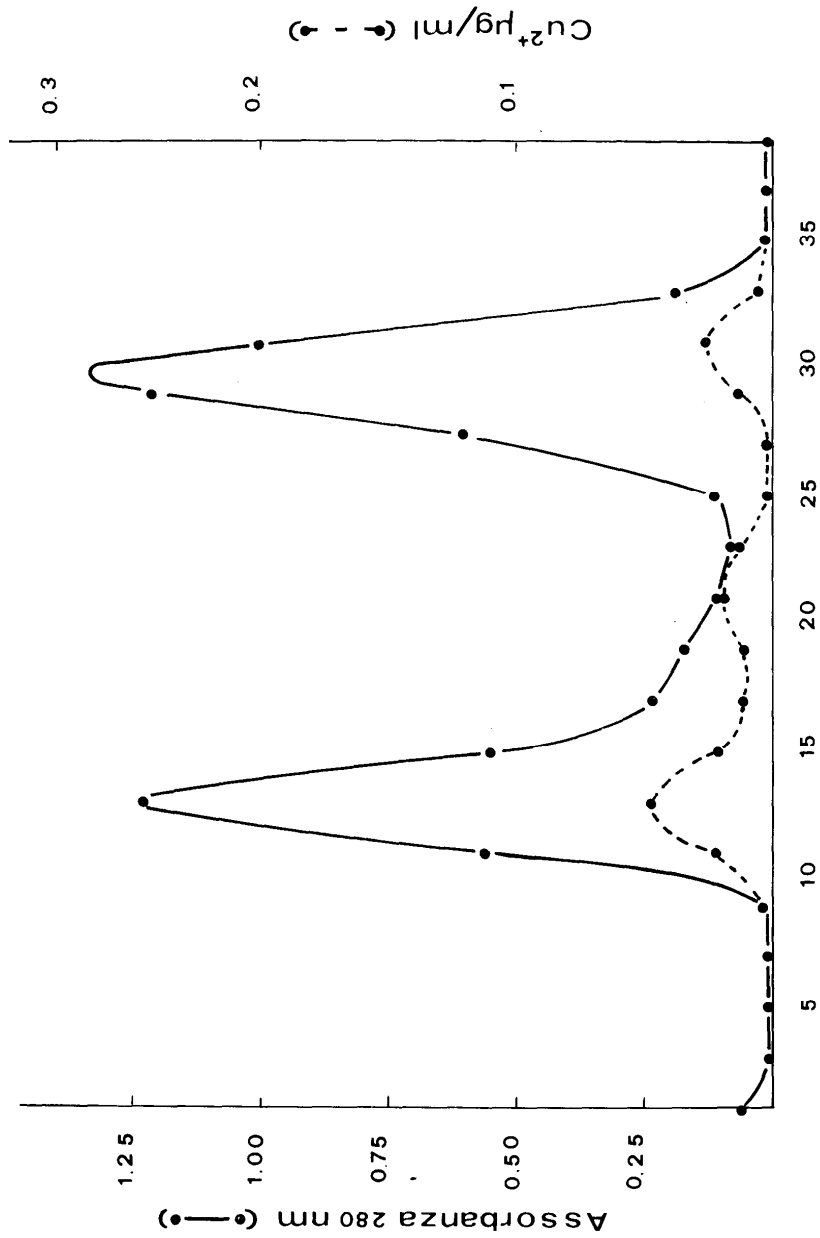


FIG. 2. - Cromatografia su colonna di Sephadex G-75 di estratti di tessuto branchiale di mitili esposti per 4 ore al Cu^{++} (0.08 ppm): Assorbanza a 280 nm (●——●) e concentrazione del Cu^{++} (●— — —●) nelle frazioni ottenute.

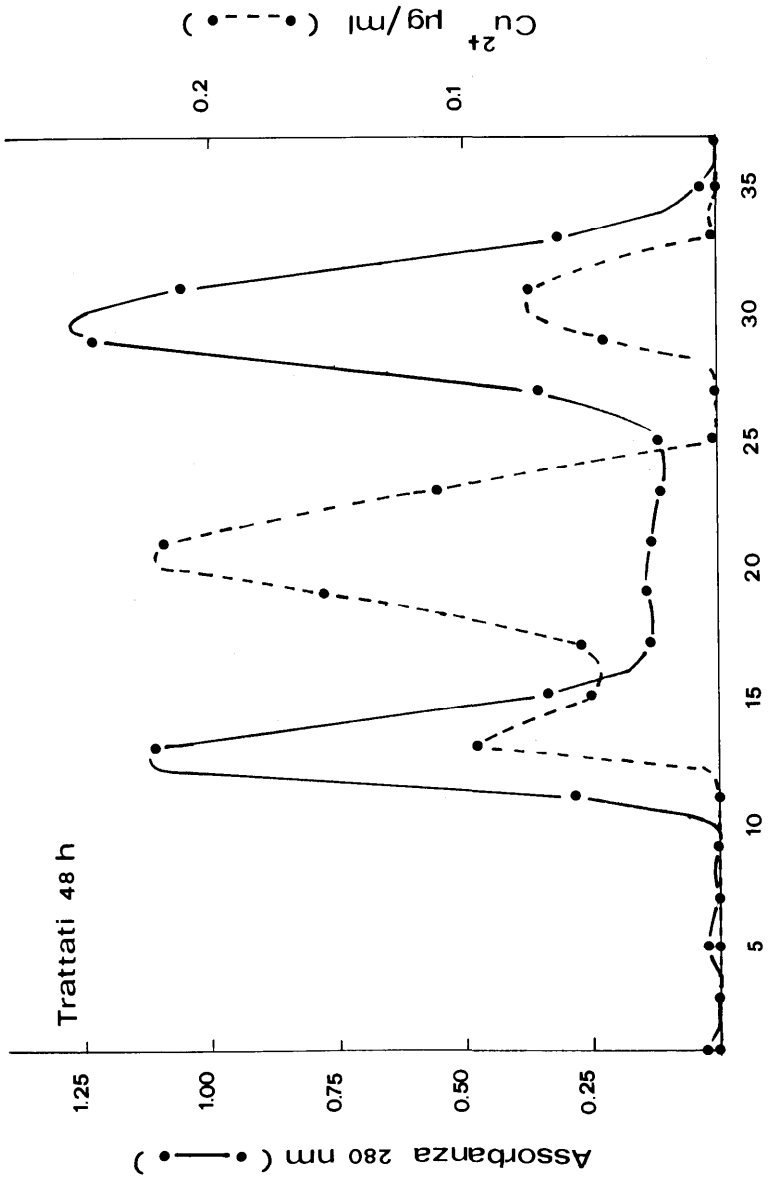


FIG. 3. - Cromatografia su colonna di Sephadex G-75 di estratti di tessuto branchiale di mitili esposti per 48 ore al Cu^{++} (0.08 ppm): Assorbanza a 280 nm (●——●) e del Cu^{++} (●— — —●) nelle frazioni ottenute.

tioneine, che, come noto, mostrano all'analisi mediante gel filtrazione un peso molecolare intorno a 11.000.

Nel grafico 2 sono illustrati l'assorbanza a 280 nm e il contenuto in Cu^{++} delle varie frazioni proteiche ottenute da branchie di mitili esposti al metallo per 4 ore. Mentre il tracciato dell'assorbanza è pressoché identico a quello dei controlli, la concentrazione del Cu^{++} risulta nettamente aumentata sia nella frazione contenente proteine ad alto peso molecolare, sia nella frazione contenente sostanze con peso molecolare inferiore a 5.000. Ciò dimostra che nelle branchie di mitili esposti per 4 ore al Cu^{++} non sono presenti apprezzabili quantità di proteine con peso molecolare intorno a 12.000, capaci di legare il metallo.

Prolungando per 48 ore l'esposizione di animali al Cu^{++} il metallo aumenta anche e soprattutto nel picco che comprende proteine con un peso molecolare di circa 12.000. Ciò dimostra che il Cu^{++} induce entro 48 ore la sintesi di queste proteine.

Una importante caratteristica delle proteine caratterizzate da una elevata affinità per metalli quali il Cd^{++}, lo Zn^{++}, il Cu^{++} ecc., è l'alto contenuto percentuale di cisterna (20-35%) che permette di chelare gli ioni metallici formando complessi trimercaptidici Me^{2+} $(Cys^{-})_3^{-}$. Per chiarire in via preliminare se la proteina indotta dal Cu^{++} ha un elevato contenuto in cisteina, abbiamo allestito una serie di prove in cui gli animali erano esposti al Cu^{++} per 48 ore e trattati con cisteina S^{35} 7 ore prima del sacrificio. I risultati hanno dimostrato che l'esposizione al Cu^{++} stimola l'incorporazione di cisteina marcata soprattutto nelle proteine caratterizzate da un peso molecolare intorno a 12.000, proteine che legano il Cu^{++} in modo preferenziale rispetto alle altre. Tali proteine presentano alcune caratteristiche analoghe a quelle delle Cu-tioneine e Cu-chelatine (peso molecolare di circa 12.000, inducibilità, capacità di fissare il Cu^{++}). Pertanto, anche se solo un'analisi completa della composizione in aminoacidi permetterà di chiarire se le proteine che il Cu^{++} induce nelle branchie del mitilo hanno le caratteristiche delle Cu-tioneine o delle Cu-chelatine (Winge D.R. et al.), si può ritenere molto probabile che tali proteine possano giocare un ruolo di difesa contro gli effetti citotossici esercitati dal metallo.

BIBLIOGRAFIA

Bouquegneau J.M., Gerday Ch., Disteche A. 1975. Fish Mercury-binding thionein related to adaption mechanisms. *FEBS Lett.*, 55: 173-177.

Capelli R., Contardi V., Zanicchi G. 1976. Euquête explorative sur la Teneur eu Metaux Lourd dans des Échantillons de Moules. *J. d'etudes Pollut. Mar.*, Split 1976, 83-88.

Carpené E., Crisetig G., Cortesi P. 1978. Comunicazione al Congresso Annuale Soc. It. Biol. Sperim., Ferrara.

La Roche G., Eisler R., Tarzwell C. 1970. *Journal Water Pollution Control Federation*: 1982-1989.

Noel-Lambot F. 1975. Distribution of Cadmium, Zinc and Copper in the Mussel *Mytilus edulis*. Existence of Cadmium-Binding Proteins Similar to Metallothioneins. *Experientia*, 32: 324-326.

Piotrowsky J.K., Trojanowska B., Wisniewska-Knypl J.M., Bolanowska W. 1974. Mercury Binding in the Kidney and Liver of Rats Repeatedly Exposed to Mercurie Chloride: Induction of Metallothionein by Mercury and Cadmium. *Toxicol. and appl. Pharmacol.*, 27: 11-19.

Pulido P., Kagi J.W., Vallee B.L. 1966. Isolation and Some Properties of Human Metallothionein. *Biochemistry*, 5: 1768-1777.

Richards M., Cousins RJ. 1975. Mammalian Zinc Homeostasis: Requirement for RNA and Metallothionein Synthesis. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 4: 1215-122"3.

Weser U., Donay F., Rupp H. 1973. Cadmium-Induced Synthesis of Hepatic Metallothionein in Chicken and Rats. *FEBS Lett*., 32: 171-174.

Winge D.R., Premakumar R., Wiley R.D., Rajagopalan K.V. 1975. Copper-Chelatin: Purification and Properties of a Copper - Binding Protein from Rat Liver. *Arch. Biochem. Biophys*., 170: 253-266.

Contratto di Ricerca C.N.R. n. 77.01043/115.1276.

TAVOLA ROTONDA

TAVOLA ROTONDA

INTERCALIBRAZIONE DI METODOLOGIE FISICHE IN OCEANOGRAFIA

Coordinatore: F. DE STROBEL

Partecipanti:

Dott. ACCERBONI Ezio
Osservatorio Geofisico Sperimentale Trieste

Dott. ASTRALDI MARIO
Stazione Oceanografica C.N.R. S. Terenzo (La Spezia)

Dott. BREGANT DAVIDE
Istituto Talassografico Trieste

Prof. CROVINI LUIGI
Ist. di Metrologia G. Colonnetti Torino

Prof. DE MAIO ARTURO
Ist. Meteorologia e Oceanografia Ist. Universitario Navale Napoli

Ing. DE STROBEL FEDERIGO
SACLANT Research Centre La Spezia

Dott. FRASSETTO ROBERTO
C.N.R. Laboratorio Grandi Masse Venezia

Com. FARNETI FRANCO
Ist. Idrografico della Marina Militare – Genova

Dott. STRAVISI FRANCO
Ist. Talassografico Trieste

Dott. ZENNARO PAOLO
Osservatorio Geofisico Sperimentale Trieste

I SERVIZI METROLOGICI DELL'ISTITUTO DI METROLOGIA G. COLONNETTI DI TORINO IN RELAZIONE ALLE ESIGENZE DELL'OCEANOGRAFIA

L. CROVINI
Istituto di Metrologia G. Colonnetti - Torino.

L'Istituto di Metrologia G. Colonnetti (IMGC), organo del C.N.R. con sede a Torino, opera nel campo delle misure di grandezze ter-miche e meccaniche, realizzando e mantenendo, tra l'altro, i campioni fondamentali delle unità fondamentali e derivate. In particolare, per quanto riguarda la temperatura, vengono eseguite le tarature di termometri campione a resistenza di platino, che, nel campo -10° ÷ 50°C di interesse oceanografico, raggiungono precisioni ben entro ± 0,5 mK. Inoltre l'Istituto è in grado di preparare, su richiesta, celle del punto triplo dell'acqua. Nel campo delle misure di pressione le tarature coprono il campo dai valori inferiori alla pressione atmosferica fino a circa 1000 MPa e nel campo di interesse oceanografico (0,1 - 100 MPa) le incertezze sono entro ± 0,01 %.

È stato di recente istituito dal C.N.R. il Servizio Nazionale di Taratura, costituito da una rete di laboratori secondari, in grado di eseguire tarature tracciabili ai laboratori primari negli specifici campi di applicazione (IMGC ed Istituto Elettrotecnico Nazionale G. Ferraris per le grandezze elettriche) e da questi approvati. Già da tempo, nell'ambito di un'apposita commissione istituita dal C.N.R., si era ravvisata la necessità di costituire un simile laboratorio nell'ambito oceanografico e di dotarlo di apparecchiature specifiche.

Di conseguenza, su contratto del Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini, l'IMGC ha sviluppato il progetto di un sistema per la taratura di strumenti CTD, consistente in una vasca termosta-

tica di circa 700 1, dotata di termoregolazione a tre stadi atta a garantire costanza ed uniformità di temperatura ben entro ± 0,01°C, in un campione di temperatura entro ± 2 mK (termometro a resistenza di platino, ponte in corrente continua, cella per il punto triplo dell'acqua) ed in un campione di pressione a pesi diretti. Il bagno termostatico consentirà la taratura del CTD posto in immersione, controllando simultaneamente :

a) temperature;
b) pressione;
c) conducibilità elettrica e/o salinità.

Un problema molto sentito è quello della taratura mediante apparecchi campione trasportabili. Sebbene non vi sia la prospettiva di una soluzione completa del problema, si segnala che è stato recentemente introdotto il punto di fusione del gallio (29,770 °C), realizzato in celle di teflon ed operabile in piccoli termostati trasportabili. Si ritiene che dovrebbe essere possibile realizzare con esso un campione viaggiante.

NOTA INFORMATIVA SUL CENTRO DI TARATURA OCEANOGRAFICA DELL'OSSERVATORIO GEOFISICO SPERIMENTALE DI TRIESTE

E. ACCERBONI
Osservatorio Geofisico Sperimentale - Trieste

1. *Premessa*.

Sin dal 1971 fu avviata presso i Laboratori Marini (LM) dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (OGS) la realizzazione di un Centro di Taratura per strumenti oceanografici (CTLM).

Gli obiettivi principali che si volevano raggiungere con questa iniziativa erano:

a) portare la qualità delle misure oceanografiche del LM ad un livello paragonabile con quello degli Istituti di ricerca oceanografica più avanzati in campo internazionale;
b) adeguarsi alle tecnologie usate correntemente in oceanografia applicata e rendere i LM competitivi nei riguardi delle compagnie estere che operano nel campo dei servizi;
c) dare avvio concreto ad un servizio italiano di taratura strumenti oceanografici e por così fine alla attuale dipendenza italiana dai centri di calibrazione esteri.

La situazione nella quale si trova attualmente il CTLM e le previsioni di sviluppo valide per il 1979 possono così in breve essere riassunte:

a) gli ambienti che ospitano il centro occupano una superficie di 270 mq e sono stati revisionati completamente nei primi mesi del 1978 (fig. 1);
b) nel corso dei prossimi mesi saranno consegnate le nuove apparecchiature, ordinate nel novembre del 1978; la dotazione strumentale così completata consentirà al CTLM di operare ad un livello

confrontabile con quello di altri Centri europei di calibrazione oceanografica;
c) a partire dal mese di giugno del 1979 sarà avviato un servizio di calibrazione, al costo, aperto a tutti gli utenti nazionali ed esteri; d) un ulteriore programma di potenziamento sarà attuato entro il 1979.

2. *Caratteristiche generali del CTLM dopo il potenziamento delle apparecchiature di calibrazione (marzo-aprile 1979).*

Il Centro di Taratura Oceanografica dei LM è stato progettato in modo da poter effettuare la calibrazione dei seguenti strumenti:
a) termometri;
b) misuratori di conducibilità elettrica (e salinità);
c) misuratori di corrente marina * (intensità e dirczione);
d) misuratori di pressione;
e) misuratori di grandezze elettriche fondamentali (resistenze, tensioni continue, tensioni alternate, frequenze ecc.);
f) misuratori di grandezze ottiche.

Le calibrazioni da a) ad e) diventeranno operative a partire da marzo-aprile 1979; le caratteristiche dei vari sistemi di riferimento in dotazione sono illustrati nei sottoparagrafi da 2.1 a 2.5.

La calibrazione di strumenti ottici sarà resa operativa alla fine del 1979.

2.1. *Calibrazioni termometriche.*

I dati fondamentali sulle calibrazioni termometriche possibili sono:
— range: — 2° -r- 35°C
— accuratezza: + 0,005°C
— dimensioni max ammesse dello strumento da calibrare: fino a 1 x 1 x 0,5 mt. La dotazione di strumenti per la taratura è la seguente.
a) Ponte Rosemount mod. VLF-51.
b) Sonda a platino Rosemount PT 100 mod. 162 CE con certificato di calibrazione NBS.

* La calibrazione della velocità dei correntometri viene effettuata materialmente nella vasca navale dell'Istituto di Architettura Navale dell'Università di Trieste.

c) Sonda a platino Rosemount PT 25 mod. WS 104 con certificato di calibrazione NBS.
d) Resistenze campione Leeds and Northrup: mod. 4025 B25 (n.2), mod. 4040 B100 (n. 2), mod. 4035 B1000 (n. 1).
e) Bagno a ghiaccio fondente Rosemount mod. 911 A.
f) Vasca OGS per la taratura di termometri a rovesciamento.
g) Termostato NESLAB LT 50.
h) Vasca OGS da It. 6.000 con scambiatore di calore.

2.2. *Calibrazioni salinometriche e di conducibilità elettrica.*

I dati fondamentali sulle calibrazioni salinometriche ed elettroconduttometriche possibili sono indicate nei sottoparagrafi successivi 2.2.1. e 2.2.2. La salinità viene calcolata analiticamente nota la temperatura e conducibilità elettrica.

2.2.1. *Calibrazioni conduttometriche.*

range: $0 \div 100 \cdot 10^{-3}\ \Omega^{-1} \cdot cm^{-1}$
accuratezza: $\pm 3 \cdot 10^{-6}\ \Omega^{-1} \cdot cm^{-1}$
dim. max ammesse dello strumento da calibrare: 1 x 1 x 0,5 m.

2.2.2. *Calibrazioni salinometriche.*

range: 0 ÷ 49 ‰
accuratezza: ± 0,01 ‰
dim. max: 1 x 1 x 0,5 m.

La dotazione strumentale è la seguente:
a) Ponte di Jones - Leeds and Northrup, mod. 4666.
b) Ponte di Jones Bekrnan mod. RC-18A.
c) n. 7 Celle di Jones Beckman con costanti diverse.
d) Salinometro da Laboratorio Guildline «Autosal» mod. 8400.
e) Salinometro portatile Beckman mod. RS - 7B.
f) Vasca OGS da It. 6000 con scambiatore di colore e presa d'acqua di mare.

3. *Calibrazione di velocità e direzione per correntometri.*

I dati fondamentali sulla calibrazione dei correntometri sono:
a) velocità:

range	0,5 ÷ 200 cm/sec.
accuratezza	± 0,5 cm/sec.

b) direzione:

range 0 ÷ 360°
accuratezza ± 3°

La calibrazione della velocità viene effettuata nella vasca navale dell'Istituto di architettura navale dell'Università di Trieste, che ha le seguenti caratteristiche:

lunghezza: 50 mt
profondità: 2 mt
larghezza: 2 mt

La calibrazione della direzione verrà effettuata con un apparecchio costruito all'OGS, il quale può ospitare diversi tipi di correntometri.

2.4. *Calibrazione di pressione.*

I dati fondamentali sulle calibrazioni di pressione sono:

range: 0,2 ÷ 800 bars
accuratezza: $\pm 1 . 10^{-4}$

Lo strumento impiegato per effettuare la calibrazione è una bilancia manometrica DESGRANGES ET HUOT mod. 5400S, che può operare direttamente o in camera a pressione d'acqua.

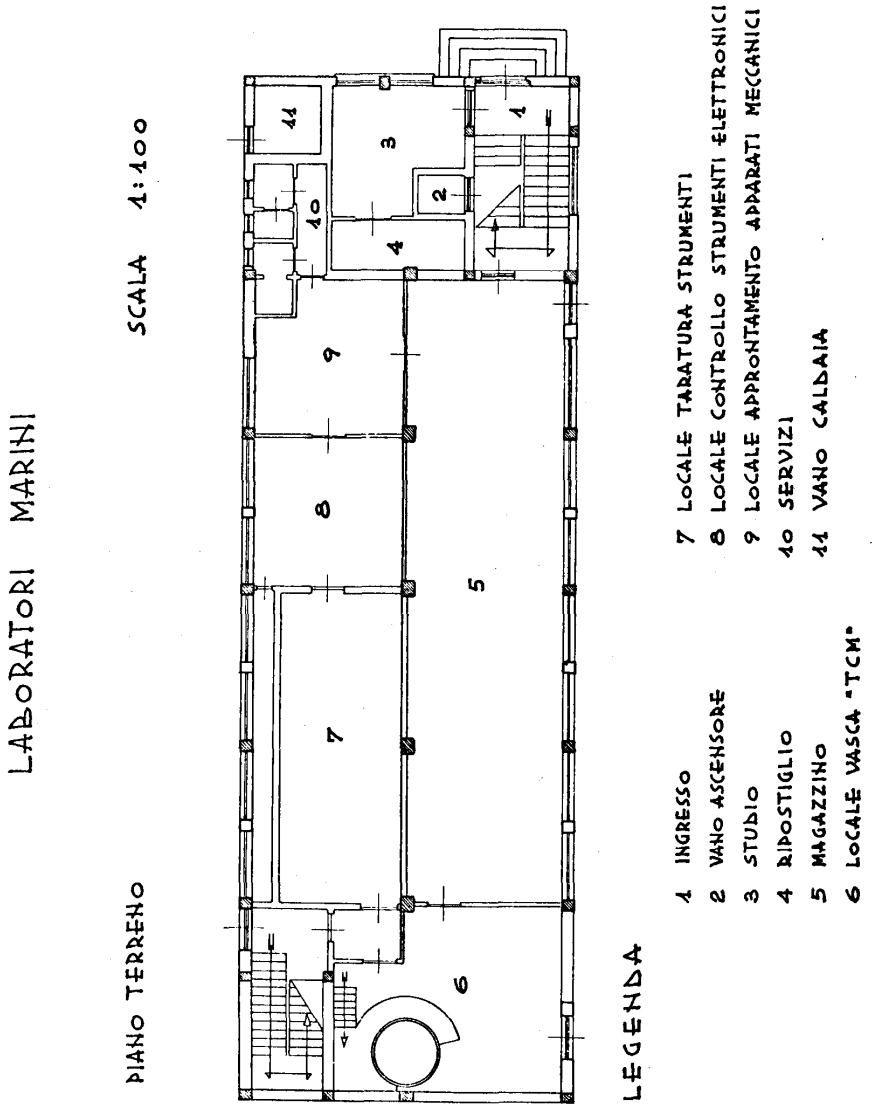
2.5. *Calibrazione e controllo di grandezze elettriche fondamentali*.

I dati fondamentali su queste calibrazioni sono:

a) tensioni c.c.
range: 0 ÷ 1000 V
accuratezza: migliore di 0,01 % della lettura
b) tensione c.c.
range: 0 ÷ 1000 V
accuratezza: migliore di 0,07 % fino a 20 Khz
c) resistenza elettrica.
range: 0,1 ÷ 1000 Ω
accuratezza: ± 0,002 %
range: 1000 ÷ 1.000.000 Ω
accuratezza: ± 0,015 %
d) frequenza.
range: 0 ÷ 1,3 Ghz
accuratezza: $\pm 1 . 10^{-9}$

La strumentazione impiegata per calibrare le grandezze elettriche

fondamentali è costituita da:
— ponte Rosemount mod. VLF 5
— ponte di Jones Leeds and Northrup mod. 4666.
— multimetro HP mod. 3455 A
— multimetro HP mod. 3440 A.
— multimetro HP mod. 2402 A
— Calibratore CC General Resistance mod. DAV - 46D
— Counter universale HP mod. 5328 A.



SISTEMI DI CALIBRAZIONE OCEANOGRAFICA PRESSO IL SACLANT RESEARCH CENTRE

F. DE STROBEL
SACLANT Research Centre - La Spezia

Da oltre dieci anni, con l'avvento sul mercato della strumentazione oceanografica dei sistemi per misure continue in situ di temperatura, conducibilità, salinità, pressione e velocità del suono, si è evidenziata la necessità di un'accurata e ripetuta calibrazione di tali sensori. Per questa ragione negli anni più recenti al SACLANT Research Centre di La Spezia è stato messo a punto un laboratorio di calibrazione che coprisse lo spettro dei principali parametri oceanografici.

Il laboratorio, realizzato in un ambiente condizionato dal punto di vista temperatura e umidità, consiste in un bagno di calibrazione di larga mole, progettato e realizzato al Centro stesso e di un insieme di strumenti di controllo o substandards delle grandezze fisiche e chimiche interessate.

Qui sotto sono schematicamente elencate le caratteristiche del bagno di calibrazione e le tarature oceanografiche effettuabili ed il relativo range di calibrazione possibile, l'accuratezza fornita, nonché la strumentazione di taratura impiegata, le cui specifiche tecniche sono descritte in dettaglio nella figura.

Bagno di taratura

Caratteristiche tecniche:

— Range : — 2°C ÷ + 40°C
— Stabilità : ± 0.003°C
— Capacità : 80 litri

— Il bagno può lavorare sia in acqua salata, sia dolce che distillata.

Esso è composto da una serie di due bagni termostatati interagenti tra loro sul principio dello scambiatore di calore.

Il primo bagno si avvale di una sorgente di freddo secondaria (range —25°C ÷ + 30°C, Stabilità ± 2°C) e di una fonte di calore realizzata da due resistenze elettriche (1000 W) di riscaldamento.

Il tutto è controllato elettronicamente secondo le seguenti specifiche: range: —10°C ÷ + 50°C, stabilità in temperatura: ± 0.1°C.

Il secondo bagno, quello di taratura, lavora in cascata utilizzando quale sorgente controllata di freddo il bagno primario, mentre un ulteriore controllo elettronico, agente su resistenze di riscaldamento, garantisce la stabilità termica del bagno secondo le sopra menzionate specifiche.

L'omogeneità termica della vasca è fornita da un'adeguata agitazione della massa d'acqua.

Taratura di sensori di temperatura

Vengono effettuate nel bagno di calibrazione secondo le caratteristiche seguenti:

- Range : — 2°C ÷ + 30°C
- Accuratezza : ± 0.005°C

Le apparecchiature di controllo di più elevata precisione (vedi figura) sono le seguenti:

— Sonde al platino Rosemount Mod. 162CE controllate periodica-mente tramite due celle a punto triplo EQUIPHASE.
— Ponte di misura - Mueller bridge LEED NORTHRUP.
— Ponte di misura - Temperature conductivity transfer standard -NBIS.
— Termometro a quarzo - Hewlett Packard 2081 A.

Tarature di sensori di conducibilità elettrica e salinità.

Vengono effettuate nel bagno in acqua salata sia con misura diretta della temperatura e conducibilità e relativo calcolo analitico della salinità, sia con prelievo di campioni di acqua e controllo simultaneo presso tre salinometri da laboratorio tarati per raffronto, sia con acqua Standard Copenhagen che Mediterranea.

Caratteristiche generali:
— Conducibilità:
• Range : 0 ÷ + 65 mmhos/cm
• Accuratezza : ± 0.005 mmhos/cm
— Salinità:
• Range : 0 ÷ 40 ppt
• Accuratezza : 0.01 ppt
Le seguenti apparecchiature di controllo sono utilizzate: (vedi figura)
— Temperature conductivity transfer standard - NBIS.
— Induction salinometer BECKMAN RS 7B.
— Inductively coupled salinometer - Autolab 601 MK III.
— Autosal - Guildline Mod. 8400.

Tarature di sensori di pressione

Caratteristiche generali:
● Range : 0 ÷ 550 Kg/cm2
● Accuratezza : ± 0.03 %

Possono essere effettuate in simultaneo a variazioni di temperatura, installando il sensore da tarare nel bagno termostatato, per il controllo sulla dipendenza dalla temperatura del misuratore di pressione.
Strumentazione impiegata: (vedi figura).
● Dead weight tester - BUDENBERG
● Digiquartz pressure transducer and computer - PAROSCIETIFIC.

Due camere a pressione, di cui una termostata, sono utilizzate per controllo dei fenomeni di dipendenza dalla pressione di alcuni sensori oceanografici (vedi velocimetri, etc.).

Range e capacità della camera sono indicate in figura. La camera termostatata è utilizzata per la taratura dei tradizionali batitermografi.

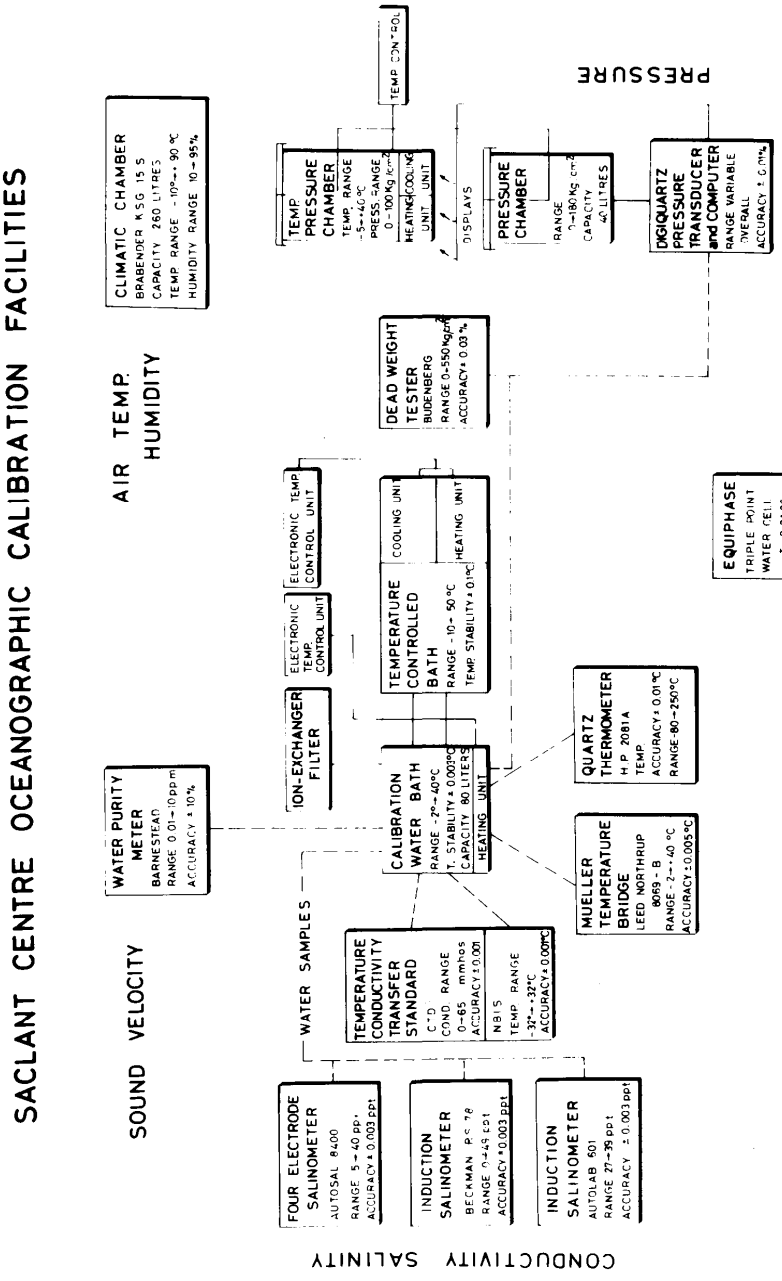
Taratura di sensori di velocità del suono

Vengono effettuate sia in acqua salata che in acqua tre volte distillata (con sistema di purificazione continuo) tramite calcolo analitico, partendo dai valori di conducibilità e temperatura a pressione ambiente.
Caratteristiche generali:
● Range : 1450 ÷ 1550 m/sec
● Accuratezza : ± 0.3 m/sec

Strumentazione impiegata: (vedi figura)
● Temperature conductivity transfer standard - NBIS.
● Water purity meter BARNESTEAD.

Controlli di carattere generale

I circuiti elettronici dei sensori sotto taratura possono essere sottoposti a cicli di temperatura ed umidità per il controllo della loro stabilità alle variazioni ambientali nei seguenti range: (vedi figura).
● Temperatura - Range : —10°C ÷ 90°C
● Umidità relativa – Range : 10 ÷ 95 %
Strumentazione impiegata:
● Climatic Chamber BRABENDER KSG 15S.



SISTEMI DI CALIBRAZIONE OCEANOGRAFICA DEL CENTRO SACLANT

DIBATTITO

Dopo un'efficace presentazione e descrizione di tre dei maggiori laboratori di calibrazione nel campo oceanografico esistenti sul territorio italiano, quali quelli dell'Istituto di Metrologia di Torino, dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, e del Centro Saclant di La Spezia, è iniziato un ampio dibattito che ha messo in risalto le necessità sia qualitative che quantitative dell'utenza, intesa nei vari laboratori, istituti, centri di ricerca e università dedicate a ricerche oceanografiche.

Dalle tre presentazioni è risultata evidente la necessità operativa, anche se con motivazioni diverse, da parte dei tre centri summenzionati di portare la metodologia di calibrazione nel campo delle misure di temperatura, salinità e pressione fino a livelli molto spinti paragonabili ai più avanzati centri esteri. Essi tuttavia non rappresentano le esigenze medie italiane, ma possono costituire un punto di servizio specializzato, una fonte di informazione tecnica disponibile.

La Prof.ssa Tonolli ed il Prof. Genovese hanno messo in risalto tale divergenza puntualizzando la necessità di molti laboratori di calibrare e utilizzare strumenti meno sofisticati, quali ad esempio i termometri a rovesciamento, nei casi in cui le moderne batisonde non risultino paganti per costo-utilizzo.

L' O.G.S. di Trieste si è dichiarato disponibile ad effettuare tale servizio di taratura.

Il Dott. Frassetto, parlando a nome del laboratorio Grandi Masse di Venezia, ha ribadito innanzitutto la necessità di un Centro di Taratura Nazionale per non dover ricorrere sistematicamente all'assistenza del SACLANT o centri similari. Ha infine puntualizzato il concetto della necessità di una intercalibrazione allo scopo di un valido

scambio di dati che preluda ad una « banca di dati » che riporti la precisione con cui essi sono stati ricavati. Il suo suggerimento, riconfermato dal Prof. Crovini, è stato di investigare sulla possibilità di realizzare almeno un punto di intercalibrazione comune nel campo salinità e temperatura, basato sulle caratteristiche di trasportabilità a bordo e su un elemento o un liquido veramente riproducibile sotto il concetto di standard, molto più di quanto non lo sia ad esempio l'acqua di mare.

Ha definito inoltre nei due-tre centesimi di parti per mille la precisione richiesta in salinità e in alcuni centesimi di °C quella in temperatura, non escludendo che, per raggiungere tale precisione, sia auspicabile impiegare sistemi che garantiscano precisioni più elevate.

Il Com. Farneti, per l'Istituto Idrografico di Genova, ha ribadito le stesse esigenze di precisione, più che sufficienti per il lavoro principalmente idrografico a cui l'Istituto è dedicato, ricorrendo per esigenze di calibrazione al Centro SACLANT.

Dalla discussione è però nata l'esigenza (de Strobel), ancora largamente sentita sia dalla Marina Militare che da numerosi laboratori, della taratura dei batitermografi di tipo tradizionale. Possibilità che sembra essere oggi limitata a l'Arsenale M.M. e al SACLANT stesso.

Si è infine analizzata (de Strobel - Accerboni) la possibilità di sostituire i tradizionali batitermografi con i più moderni XBT (expendable bathythermograph) della SIPPICAN. Si è tuttavia concordato che essi sono di ragionevole impiego solo su mezzi in movimento veloce, altrimenti sistemi di batisonde di tipo economico possono raggiungere lo stesso scopo.

Il Prof. De Maio dell'Istituto Universitario Navale di Napoli, pur effettuando nell'ambito dell'Istituto controlli di taratura di tipo semplificato, anche se adeguati alle attuali esigenze, ha accennato alla necessità di approfondire le metodologie di calibrazione specialmente per la salinità. Egli stesso, infatti, insieme al SACLANT e ad altri centri C.N.R., partecipò ad una intercomparazione tra diversi salinometri di laboratorio relativa a campioni di acqua standard Mediterranea.

Il Dott. Astraldi, a nome della Stazione Oceanografica C.N.R. (S. Terenzo - La Spezia), descrivendo il sistema CTD da loro sviluppato per studi costieri, ha puntualizzato l'impossibilità attuale di calibrarlo nell'ambito C.N.R. e di dover ricorrere per il momento all'as-

sistenza del SACLANT. Mentre i termometri a rovesciamento vengono inviati per taratura in Germania. Ha ribadito inoltre la necessità di precisione strumentale nell'esigenza media, già puntualizzata dal Dott. Frassetto. Esigenze medie, ma, che, per essere garantite (Accerboni), richiedono un centro di taratura che fornisca un ordine di grandezza almeno 10 volte superiore.

Il Dott. Bregant ed il Dott. Stravisi dell'Istituto Talassografico di Trieste hanno confermato la filosofia di un'esigenza di precisione media garantita da centri di taratura in grado di fornire un buon margine di precisione.

Il Prof. Crovini dell'Istituto di Metrologia di Torino ha però auspicato che centri, anche avanzati, quali 1' O.G.S. ed il SACLANT, mantengano, ove sia possibile, uno stretto collegamento con il Centro di Taratura Nazionale che comunque rimarrebbe il depositario degli standards.

Proprio sugli standards si è allargata la discussione con riferimento alla temperatura ed alla salinità. In particolare quest'ultima è calcolata dalla temperatura, conducibilità e pressione secondo formule sperimentali sviluppate precedentemente al 1968, anno in cui è stata adottata una nuova scala di temperatura passando dalla 48 alla 68. E di questo cambiamento se ne deve tener conto, con correzione opportuna, nell'odierno calcolo della salinità (de Strobel).

Si è passati quindi ad affrontare le possibilità di calibrazione relative ad altri parametri, con un accenno alle costanti di tempo (de Strobel), la cui verifica oggi è essenziale per l'interpretazione dei dati forniti da sistemi in movimento attraverso la massa d'acqua.

Quanto alle calibrazioni di sensori per la misura delle correnti marine le possibilità italiane sono risultate limitate o per costi (INSEAN di Roma, utilizzato dal SACLANT) o per campo di misura coperto (Vasca dell'Istituto di Architettura Navale di Trieste, utilizzata dall'O.G.S.).

Quest'ultima tuttavia, specialmente per sensori tradizionali a rotore o ad elica, non essendo disponibili al momento sufficienti informazioni sull'agibilità e le caratteristiche di altre vasche quali quelle di Genova, Napoli e Torino, è risultata la più concreta ed economica possibilità.

L'INSEAN di Roma, con le sue avanzate possibilità e relativi costi però, può essere giustificata per studi di valutazione, più che per ca-

librazioni di routine, di sensori di corrente del tipo allo stato solido (de Strobel), acustici o elettromagnetici, che, data la loro elevata sensibilità e campo di misura, richiedono speciali tests.

È stato però messo in evidenza (Frassetto - Astraldi) che l'utenza media italiana è su sensori di tipo tradizionale per i quali il valore più importante è quello della soglia della velocità, ricavabile anche da installazioni di medie caratteristiche.

La tavola rotonda si è conclusa sulle problematiche di taratura nel campo del «remote sensing» relativo a misure di temperatura superficiali presentate dal Dott. Frassetto. In tale campo di misura non entrano problemi tecnici di calibrazione, data la limitata precisione in gioco (0.5°C), ma esistono difficoltà operative di avere in simultaneo con il passaggio del satellite mezzi di misura della temperatura superficiale dell'acqua con una visione quanto più sinottica possibile. Correlare il valore ricavato dal satellite, integrato su una larga superficie, con misure, in questo senso, puntiformi, ricavate dalla nave di superficie è un problema di difficile soluzione.

Si è auspicata infine la possibilità di collaborazione e scambio di informazioni tecniche e servizi, utilizzando, quale canale ideale di comunicazione, proprio l’AIOL per successivi incontri e dibattiti.

ATTI
DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA
(A.I.O.L.)

dal 1° Gennaio 1977 al 31 Dicembre 1978

Verbale della riunione del Consiglio di Presidenza, tenutasi a Pallanza il 24 giugno 1977 presso l'Istituto Italiano di Idrobiologia.

Alla riunione, che inizia alle ore 10, sono presenti i Proff. F. CINELLI, A. DI MAIO, G. FIERRO, P. FRANCO, A. LONGINELLI, L. TONOLLI (Presidente) ed il Dr. R. DE BERNARDI (Segretario).

Il Prof. S. GENOVESE aveva comunicato in preceednza la sua impossibilità a parteciparvi.

Dopo una breve discussione sulla situazione finanziaria e sulla situazione Soci, il Consiglio di Presidenza auspica una maggiore selettività futura nell'accettazione di nuovi iscritti e decide all'unanimità di proporre alla prossima Assemblea Generale che vengano considerati come non iscritti quei soci che non hanno mai provveduto al pagamento della quota associativa.

La discussione è poi proseguita in merito alla organizzazione del prossimo Congresso ed alla identificazione di temi da proporre all'Assemblea Generale dei Soci. Il Consiglio di Presidenza, prese in esame le varie proposte emerse nel corso della discussione, ha deciso all'unanimità di proporre all'Assemblea dei Soci, per il prossimo Congresso, i seguenti due temi:

1 - Interfaccia sedimento-acqua.

2 - Rapporti tra ambiente litorale ed ambiente pelagico.

Ha altresì deciso all'unanimità che le comunicazioni a tale Congresso siano sottoposte ad un preventivo accurato "screening".

In analogia a quanto accade in altre Società scientifiche Internazionali il C.d.P. ha poi ravvisato l'opportunità che anche nell'ambito dell'Associazione di Oceanologia e di Limnologia si vengano a costituire dei Gruppi di Lavoro che affrontino tematiche rilevanti ai fini di una comune interpretazione e comparabilità dei dati. In questo contesto si è ravveduta la possibilità di istituire un primo Gruppo aperto che affronti il problema del trattamento dei dati, coordinato dai Proff. FIERRO e FRANCO e dal Dr. DE BERNARDI.

La seduta ha avuto termine alle ore 17,00.

La prossima riunione del Consiglio di Presidenza è stata convocata per l'il ottobre 1977 a Palermo, presso l'Istituto di Geologia, Petrografia e Geochimica dell'Università.

Verbale della riunione del Consiglio di Presiden7a, tenutasi a Palermo l'11 ottobre 1977 presso l'Istituto di Geologia e Petrografia dell'Università.

Alla riunione che inizia alle ore 10, sono presenti i Proff. F. CINELLI, A. DE MAIO, G. FIERRO, P. FRANCO, A. LONGINELLI, LIVIA TONOLLI (Presidente) ed il Dr. R. DE BERNARDI (Segretario).

Il Prof. S. GENOVESE aveva comunicato in precedenza la sua impossibilità a parteciparvi.

In inizio di riunione, il Segretario illustra la posizione associativa per molti versi "anomala" di alcuni soci e la situazione delle quote associative dopo la circolare del 19 agosto 1977. Il Consiglio di Presidenza, preso atto dell'esistenza di un numero ragguardevole di soci morosi (alcuni dei quali da più anni), decide che venga loro inviato, insieme alla circolare di invito per l'Assemblea generale dei Soci, un ulteriore ultimo sollecito a regolare la propria posizione, dopodichè si procederà a termini di regolamento. Riguardo ai «soci» che dai registri risultano non aver mai pagato nessuna quota (nemmeno quella di associazione), il Consiglio di Presidenza giudica che essi debbano essere considerati come non appartenenti alla Società e che tutto il problema venga esposto durante l'Assemblea Generale, a seguito della quale si provvederà alla ricompilazione dell'elenco dei soci.

Nell'ambito delle iniziative che il Consiglio di Presidenza considera indispensabili per una maggior vitalità della Società e per un miglior collegamento tra i Soci, si ritiene opportuna l'istituzione di un sistema di lettere circolari d'informazione che contengano notizie sociali e annunci di congressi e di attività varie fornite dai Soci stessi.

Viene inoltre decisa l'istituzione di una biblioteca sociale, la cui sede è legata all'Ufficio di Presidenza, cui ciascun socio verrà invitato ad inviare estratti delle sue pubblicazioni recenti. Un elenco degli estratti ricevuti, compilato annualmente, verrà poi inviato a ciascun socio.

Il Consiglio di Presidenza ritiene opportuna la stesura di un rapporto che contenga i punti salienti dell'attività della Società nei suoi quattro anni di vita.

In merito alla stampa degli atti del Congresso di S. Margherita Ligure, il Consiglio di Presidenza ritiene all'unanimità che non si debbano più frapporre indugi, che si inizi la pubblicazione dei lavori già ricevuti e che di quelli non ancora ricevuti si pubblichi solo il riassunto.

La data per la riunione dell'Assemblea Generale dei Soci viene fissata per il 15 dicembre 1977 in sede ancora da stabilirsi; viene inoltre indicato orientativamente il periodo di maggio-giugno 1978 quale il più idoneo per il prossimo Congresso della Società. Tale Congresso potrebbe essere organizzato, se le necessità logistiche lo consentiranno, a Pallanza oppure a Varenna presso Villa Monastero. Il tema per tale Congresso viene riconfermato nel seguente: « Scambi e rapporti tra ambiente litorale ed ambiente pelagico».

La seduta ha termine alle ore 17.

Verbale dell'Assemblea Generale tenutasi a Roma nell'Aula Magna del Consiglio Nazionale delle Ricerche il 13 dicembre 1977.

L'Assemblea Generale è legalmente costituita in seconda convocazione alle ore 10,30 con il seguente ordine del giorno:
— Relazione del Presidente sulle attività del Consiglio di Presidenza;
— Discussione sui temi per il 3° Congresso dell'Associazione;
— Proposte operative per migliorare l'attività dell'Associazione;
— Problematiche relative alla posizione di alcuni soci;
— Nuove candidature;
— Varie ed eventuali.

Il Presidente, dopo aver sottolineato che il numero dei presenti è esiguo rispetto al previsto, traccia le linee salienti dell'attività della Associazione durante il 1977. In particolare, pone alla discussione dei presenti alcune iniziative che il Consiglio di Presidenza intende portare avanti al fine di rivitalizzare l'Associazione e di favorire lo stabilirsi di più stretti legami tra i soci.

Viene proposta la formazione di una biblioteca sociale cui ciascun socio è invitato a contribuire inviando estratti ed elenco delle proprie pubblicazioni scientifiche. Una volta all'anno l'Associazione curerà la compilazione di un elenco dei titoli ricevuti e lo invierà a ciascun socio. Dopo ampia discussione l'Assemblea decide all'unanimità che questa iniziativa venga senza dubbio perfezionata e che ad essa venga interessato anche il C.N.R., cosicché si possano distribuire, assieme ai titoli dei lavori, anche dei brevi riassunti.

La discussione successivamente si impernia sull'opportunità di favorire la formazione di gruppi di studio "ad hoc" che affrontino tematiche e problemi comuni all'Oceanologia ed alla Limnologia, al fine di ottenere un'ampia interazione tra queste due discipline.

È questo, infatti, il punto fondamentale di convergenza scientifica che indusse i fondatori a porre le basi per un'azione comune all'atto di costituzione dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia nel 1972.

In tale ottica, su proposta del Presidente Prof. Livia TONOLLI, si decide di rendere più vasta la base operativa e scientifica dell'AIOL inviando al Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche la se-

guente mozione, che viene approvata con plauso unanime dell'Assemblea.

«L'Assemblea dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, riunita a Roma, nell'Aula Magna del Consiglio Nazionale delle Ricerche il 13 dicembre 1977, dichiara al Presidente del C.N.R., Prof. Ernesto Quagliarello, di aver identificato come punto di convergenza, per una più stretta collaborazione di ricerca tra oceanologi e limnologi la ricostituzione della Commissione di Oceanologia e Limnologia del C.N.R., che in tempi passati rappresentò un efficientissimo mezzo di collegamento tra tutti gli specialisti interessati alle scienze acquatiche, collegati da una profonda analogia di tematiche scientifiche, di metodologia, di tecnologia, di scopi.

L'Assemblea rivolge al Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche la vivissima preghiera di accogliere e di far sua questa mozione».

La proposta del Consiglio di Presidenza di istituire un notiziario che raccolga informazioni di vario genere e di interesse per i soci viene accolta favorevolmente dall'Assemblea, che tuttavia segnala come la piena riuscita di tale iniziativa non potrà ottenersi se non attraverso il costruttivo impegno e l'ampia collaborazione di tutti i soci.

Il Segretario, dopo aver segnalato la posizione anomala di alcuni soci, illustra brevemente la situazione finanziaria. Al 13 dicembre 1977 il bilancio risulta in attivo di L. 1.244.290. Tale cifra tuttavia risulta di gran lunga inferiore a quella necessaria alla stampa, ormai prossima, degli atti del 2° Congresso dell'Associazione, tenutosi a S. Margherita Ligure.

L'Assemblea viene quindi chiamata ad esprimersi sul tema «Interazione tra zona litorale e zona pelagica», che il Consiglio di Presidenza ha identificato come uno degli argomenti per il 3° Congresso dell'Associazione.

Dalla discussione che segue emerge la proposta che durante lo svolgimento dei lavori del 3° Congresso venga organizzata, una tavola rotonda su: «Intercalibrazione di metodologie chimiche e fisiche». L'Assemblea approva il tema per il Congresso ed invita De Strobel ad assumersi l'incarico di coordinatore della tavola rotonda.

In chiusura, l'Assemblea approva l'ammissione di sei nuovi soci attivi.

Verbale della riunione del Consiglio di Presidenza, tenutasi a Napoli il 13 giugno 1978 presso l'Istituto di Meteorologia ed Oceanografia dell'Istituto Navale Universitario.

Alla riunione che inizia alle ore 10 sono presenti i Proff. A. DE MAIO, F. CINELLI, G. FIERRO, A. LONGINELLI, L. TONOLLI (Presidente) ed il Dr. R. DE BERNARDI (Segretario).

L'ordine del giorno è il seguente:

— Organizzazione del 3° Congresso dell'Associazione;

— Varie ed eventuali.

La discussione verte principalmente sui problemi di carattere strutturale che riguardano il 3° Congresso dell'Associazione. Dopo ampia e approfondita discussione viene approvato il seguente tema fondamentale del Congresso: «Interazioni in ambiente acquatico tra zona litorale e zona pelagica».

Il Consiglio di Presidenza decide altresì che i lavori del Congresso si articolino sui seguenti tre punti:

A - relazioni ad invito;

B - comunicazioni a tema libero;

C - tavola rotonda su «La difesa del Mediterraneo e le Organizzazioni Internazionali».

In merito alle relazioni ad invito il Consiglio di Presidenza decide di chiedere a F. CINELLI di presentare una relazione a carattere biologico. Decide inoltre che venga identificata almeno una seconda persona che possa presentare una relazione a carattere abiologico. Viene deciso che le comunicazioni a tema libero siano sottoposte ad un accurato screening. Onde accelerare i tempi di stampa degli atti del 3° Congresso e non ricadere nelle lungaggini che stanno caratterizzando la stampa degli atti del 2° Congresso il Consiglio di Presidenza decide che i testi delle comunicazioni, redatti secondo regole precise debbano essere consegnati alla Segreteria del Congresso durante lo svolgimento dei Lavori.

Come sede del Congresso viene identificata Sorrento presso il Circolo dei Forestieri. La durata del Congresso viene fissata in 3 giorni dal 18 al 20 dicembre 1978.

Dopo ampia discussione il Consiglio di Presidenza decide che l'iscrizione al Congresso debba essere gratuita al fine di facilitare la più ampia adesione soprattutto tra i giovani.

La seduta ha avuto termine alle ore 17.

La prossima riunione del Consiglio di Presidenza è stata convocata per il 30 ottobre 1978 a Genova presso l'Istituto di Geologia dell'Università alle ore 10,30.

Verbale della riunione del Consiglio di Presidenza, tenutasi a Genova presso l'Istituto di Geologia dell'Università il giorno 30 ottobre 1978.

Alla riunione che inizia alle ore 10,30 sono presenti i Proff. G. FIERRO, F. CINELLI, P. FRANCO, L. TONOLLI (Presidente) ed il Dr. R. DE BERNARDI (Segretario).

I Proff. S. GENOVESE e A. DE MAIO avevano comunicato in precedenza la loro impossibilità a parteciparvi.

La discussione si è subito centrata sui seguenti punti:

— Organizzazione 3° Congresso a Sorrento;
— Tavola Rotonda;
— Ordine del Giorno per l'Assemblea Generale.

Il Consiglio di Presidenza verificata la mancanza del numero legale, data l'urgenza delle decisioni da prendere decide di discutere comunque i punti all'ordine del giorno e di rimandare l'approvazione delle risultanze della riunione ad un prossimo Consiglio di Presidenza.

In merito alla organizzazione del Congresso di Sorrento viene preparato un programma provvisorio che verrà spedito a tutti i soci con la convocazione e l'Ordine del Giorno dell'Assemblea Generale.

La discussione si incentra quindi sulla organizzazione della tavola rotonda prevista per il prossimo congresso valutando gli ostacoli che a tale organizzazione si frappongono. Dopo ampia discussione il Consiglio di Presidenza decide di invitare il socio De Strobel (che in occasione dell'Assemblea Generale del 1977 si era già dichiarato disponibile) a coordinare tale tavola rotonda sul tema: «Intercalibrazione di metodologie fisiche in Oceanografia».

Infine il Consiglio di Presidenza approva il seguente ordine del giorno per la prossima Assemblea Generale:

— Discussione sulla relazione del Presidente in apertura al 3° Congresso;
— Relazione amministrativa;
— Elezione del nuovo Presidente e dei membri del Consiglio di Pre-

sidenza per il biennio 1979-1980;
— Varie ed eventuali.

La seduta ha avuto termine alle ore 14.

Le delibere di questo Consiglio di Presidenza sono state in tempi successivi approvate da tutti i membri del Consiglio stesso.

Verbale dell'Assemblea Generale dei Soci tenutasi a Sorrento il 19 dicembre 1978.

L'Assemblea Generale è legalmente costituita in prima convocazione alle ore 16,10 con il seguente ordine del giorno:

— Discussione sulla relazione del Presidente in apertura del 3° Congresso;
— Relazione amministrativa;
— Elezioni del nuovo Presidente e dei membri del Consiglio di Presidenza per il biennio 1979-1980;
— Varie ed eventuali.

Per il Consiglio di Presidenza sono presenti L. TONOLLI (Presidente), A. DE MAIO, F. CINELLI, G. FIERRO, P. FRANCO, S. GENOVESE e R. DE BERNARDI (Segretario).

A. LONGINELLI aveva in precedenza comunicato la sua impossibilità a parteciparvi.

Il Presidente dell'Associazione, Prof. Livia TONOLLI, in apertura di Assemblea traccia un quadro consuntivo della vita sociale dell'A.I.O.L. nel biennio 1977-1978, sottolineando i risultati e le carenze emerse in questo periodo.

In particolare ha sottolineato il buon livello scientifico e la grande partecipazione registrati al 3° Congresso dell'Associazione, l'interesse generale che l'A.I.O.L. va assumendo in campo nazionale evidenziato dal continuo aumento degli iscritti e di coloro che presentano domanda per entrare nell'Associazione.

Infine presenta il grave problema dei mancati pagamenti delle quote sociali, illustrando una statistica che dimostra come questi mancati pagamenti incidano notevolmente sulle disponibilità finanziarie dell'Associazione e quindi sulla sua vitalità.

A nome del Consiglio di Presidenza propone che si proceda a termini di regolamento nei confronti di coloro che risultano morosi da un elevato numero di anni. In particolare viene proposto di non considerare più soci a tutti gli effetti coloro che risultano morosi della quota sociale a partire dagli anni 1974 e 1975 e di inviare un'ulteriore lettera di sollecito a coloro che risultano morosi da 3 anni.

All'accesa discussione che ne segue durante la quale emergono proposte ancora più severe, seguenti cioè la lettera del regolamento dell'Associazione, l'Assemblea all'unanimità accetta la proposta del Consiglio di Presidenza e pone come termine ultimo per i soci morosi da tre anni la data del 31 maggio 1979 come limite perché si mettano in regola con i pagamenti delle quote sociali; dopo tale data si procederà nei loro confronti con la stretta applicazione del regolamento (titolo I, articolo 6).

L. TONOLLI espone quindi i motivi che hanno spinto il Consiglio di Presidenza a proporre all'Assemblea generale la nomina a socio onorario del Professore Bruno Schreiber.

«Bruno Schreiber, nato a Trieste il 19 febbraio 1905. Dottore in Scienze Naturali (Padova, 1927). Titolare della Cattedra di Zoologia presso la Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali dell'Università di Parma dal 1952.

Iniziò la carriera sotto la dirczione di Paolo Enriques a Padova con ricerche di idrobiologia delle Valli lagunari venete. Successivamente presso la Stazione Zoologica di Napoli si occupò dell'anatomia e fisiologia del sistema digerente delle oloturie.

Assistente all'Istituto di Zoologia dell'Istituto Superiore Agrario di Milano nel 1930 con Felice Supino svolse ricerche sulla fisiologia dell'apparato di Weber dei teleostei ostariofisi, esponendo una nuova interpretazione sul valore funzionale di questo sistema anatomico. Sempre in questo periodo ottenne, per la prima volta, la maturazione sessuale nelle anguille maschi mediante l'azione di ormoni preipofisari. Descrisse inoltre tumori cutanei in anfibi urodeli dovuti all'azione di catrame e benzopirene.

In altra serie di ricerche si occupò del problema della distribuzione e del comportamento dello 90Sr derivato dal fallout nell'ecosistema marino dimostrando la capacità di cattura e di accumulo, pe rtale elemento, da parte di un particolare gruppo di protozoi planctonici, gli Acantari, il cui scheletro è costituito da spiccie di celestite anziché di silice come di norma accade nel gruppo affine dei Radiolari. Lo svolgimento di questo programma di ricerche ha successivamente portato allo studio della radioattività da fallout nei sedimenti marini costieri e alla dimostrazione della distribuzione in profondità di alcuni radionuclidi (^{137}Cs, ^{144}Ce). La ripartizione discontinua nei vari strati

dell'attività radioattiva, la misura dei decadimenti, le variazioni seguite in tempi successivi ed il confronto fra le curve di distribuzione dei radionuclidi in profondità e quella della deposizione generale del fallout nella regione in esame, ha portato alla possibilità di determinare per questa via la quantità del deposito annuale e di conseguenza la datazione assoluta degli strati.

Si è occupato del problema dello sfruttamento ittico delle acque salmastre applicando il metodo della maturazione sessuale indotta a specie migratorie vallive (orata, branzino, muggine) onde aumentarne la produttività.

Infine, nell'ambito dei Progetti Finalizzati di oceanografia, ha svolto una serie di ricerche, in parte tuttora in svolgimento, sulle aree di riproduzione di specie ittiche marine di interesse alimentare, ricerca che verte da un lato sul reperimento in mare di uova e larve in particolare nell'Alto Adriatico, in quanto riguarda le specie lagunari catadrome, dall'altro su studi biometrici sulle larve di rimonta in vari corsi fluviali lungo le coste italiane.

Frequentò su invito l'Oceanographic Institution di Woods Hole (Mass., U.S.A.) con cui è rimasto in stretta collaborazione di studio per il plancton dell'Oceano Atlantico e, su invito del British Council, le Stazioni di Biologia marina inglesi di Aberdeen, Port Erin e Glashgow.

Fu nominato Preside della Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali dell'Università di Parma per cinque trienni successivi. È socio corrispondente non residente dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, è stato Presidente dell'Unione Zoologica Italiana. Medaglia d'oro ai benemeriti della cultura ed arte. Membro dell'Accademia Nazionale delle Scienze (detta dei 40) ».

L'Assemblea unanime approva per acclamazione.

Vengono prese in esame le domande di ammissione di nuovi soci approvate dal Consiglio di Presidenza.

L'Assemblea Generale, sentita la proposta del Consiglio di Presidenza, ammette dal 1° gennaio 1979 quali membri attivi: M. Astraldi, S. Grasso, A. Ragone, R. Pagnotta, G. Chiaudani, P. Cataldo, F. Amatucci, V. Damiani, A. Viarengo, F. Vanzanella, V. Cuomo, G. Gabbianelli, R. Lenaz, G. Letterio, G. Costanze, G. Pulicanò, G. Giacobbe, L.S. Monticeli!, P. Zennaro, N. Sechi, L. Mirabile,

G. Di Cola, F. Argentesi, C.P. Salmoiraghi, G. Mallandrino, S. Creaz-zo, A. Afillo, M. Massi, V. Parisi, S. De Rosa, E. Crisafi, G. Loparo, G. Spezie; quale membro associato: P.D. Petrelli; quali membri ju-niores: R. De Simone, E. Ambrosano, C. Copat, G. Marconi, M. Fir-po, M. Leonardi.

L. Tonolli illustra quindi la produzione scientifica dell'Associazione, i problemi incontrati per la stampa degli atti del 2° Congresso e le prospettive per la stampa degli atti del 3° Congresso.

Visti i notevoli ritardi che avevano contraddistinto la consegna di alcuni manoscritti presentati al 2° Congresso incidendo notevolmente sui tempi di stampa il Consiglio di Presidenza propone che per la stampa degli atti del 3° Congresso si adotti una linea di maggior severità ponendo come termine ultimo per la consegna dei manoscritti la data del 15-2-1979. Dopo una discussione cui intervengono tra gli altri Orunesu, Genovese, de Bernardi e Tonolli l'Assemblea approva la proposta del Consiglio di Presidenza. Inoltre, l'Assemblea Generale all'unanimità conferma l'incarico a R. de Bernardi di curare gli aspetti editoriali e la stampa degli atti del 3° Congresso.

Il Consiglio di Presidenza propone quindi di aumentare la quota sociale dalle attuali 5.000 a 10.000 lire annue. Il segretario R. de Bernardi illustra i motivi economici che hanno indotto a fare questa proposta. Segue un'ampia discussione cui tra gli altri sono intervenuti: Frassetto, Fierro, Fossato, Genovese, Orunesu, Cinelli, Mirabile, Ren-zoni, Franco, La Monica, de Bernardi, Tonolli, durante la quale emergono varie proposte alternative per adeguare il bilancio dell'Associazione alle spese correnti cui essa deve far fronte, tra cui l'opportunità di chiedere finanziamenti al C.N.R. per la stampa degli atti ed in particolare ai Progetti Finalizzati e l'istituzione di una quota di iscrizione ai congressi.

L'Assemblea approva l'aumento della quota sociale proposta dal Consiglio di Presidenza e suggerisce che per la stampa degli atti del 4° Congresso si adotti il metodo dell'Offset ed inoltre decide di lasciare facoltà al Consiglio di Presidenza di applicare per i futuri congressi una quota di iscrizione qualora i bilanci dell'Associazione lo richiedano.

S. Rossi solleva quindi il problema degli intervalli di tempo tra un congresso e l'altro sottolineando come, a suo parere, due anni siano

troppi. Dalla discussione che ne segue emergono pareri fortemente contrastanti che indicano tuttavia una tendenza generale a non cambiare la cadenza temporale dei congressi (2 anni) ma al tempo stesso suggeriscono dei simposi specialistici che abbiano luogo negli anni in cui non si tiene il Congresso.

Il Segretario R. de Bernardi espone la situazione economica dell'Associazione ed illustra il bilancio finanziario. L'Assemblea nomina revisori dei conti Capelli e Zunini Sertorio i quali, preso in esame il registro di contabilità ed il bilancio consuntivo, approvano il rendiconto. L'attivo sociale al 19 dicembre 1978 risulta di lire 1.640.674 come dall'allegato prospetto di bilancio.

L. Tonolli indice le votazioni per l'elezione del nuovo Consiglio di Presidenza per il biennio 1979-1980. L'Assemblea nomina quali scrutatori E. De Domenico, F. Stravisi e T. Zunini Sertorio.

Dai risultati delle votazioni risultano eletti:

G. FIERRO	con	voti	48	Presidente
A. DE MAIO	»	»	46	Consigliere
R. DE BERNARDI	»	»	46	»
E. DE DOMENICO	»	»	38	»
P. FRANCO	»	»	38	»
F. CINELLI	»	»	36	»
D. BREGANT	»	»	30	»

L'Assemblea ha termine alle ore 18,30.

ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

BILANCIO FINANZIARIO
1977

ENTRATE		USCITE	
Avanzi di gestione 1976	L. 619.290	Schedario Soci	L. 13.300
Rimesse Soci	L. 685.000	Spese postali	L. 70.140
Saldo competenze bancarie	L. 79.886	Fotocopie circolari	L. 20.250
Donazioni a partita di giro	L. 103.690		
	L. 1.487.866		L. 103.690

ENTRATE	L. 1.487.866
USCITE	L. 103.690
ATTIVO	L. 1.384.176

BILANCIO FINANZIARIO
1978

ENTRATE		USCITE	
Avanzi di gestione 1977	L. 1.384.176	Spese postali	L. 218.780
Rimesse Soci	L. 254.500	Fotocopie circolari	L. 68.570
Rifusione imposta	L. 1.998	Anticipo stampa atti 2° Congresso	L. 1.000.000
Donazioni a partita di giro	L. 1.729.230	Fotocopie per 3° Congresso	L. 396.880
		Cartellette per 3° Congresso	L. 45.000
	L. 3.369.904		L. 1.729.230

ENTRATE	L. 3.369.904
USCITE	L. 1.729.230
ATTIVO	L. 1.640.674

Finito di stampare nel Novembre 1980
dalla Tipo-Litografia Saccardo Carlo & Figli s.n.c.
28027 Ornavasso (No) Via Jenghi, 10 - Tel. (0323) 83.188