ATTI DEL 2° CONGRESSO
DELLA
ASSOCIAZIONE ITALIANA DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

Genova, 29-30 Novembre 1976

e

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

dal 1° Gennaio 1975 al 31 Dicembre 1976

Genova 1978

INDICE

Presentazione . . . . . pag.. 3

Atti del 2° Congresso Nazionale di Oceanologia e Limnologia

Organizzazione ed inaugurazione . . . . . » 7
Programma . . . . . » 8
Elenco degli iscritti . . . . . » 12
Seduta inaugurale . . . . . » 17

Relazioni

A. LONGINELLI e G. CORTECCI - *Il bacino del Rio delle Amazzoni: considerazioni limnologiche e geochimiche* . . . . . » 21
R. FERRO e R. FRACHE - *Considerazioni sugli equilibri chimici nel sistema marino* . . . . . » 31
I. DAGNINO - *Sui fenomeni di interazione atmosfera-mare* . . . . . » 43

Comunicazioni

F. FRASCARI, M. FRIGNANI, P. GIORDANI, S. GUERZONI, F. MARABINI e R. POLETTI - *Distribuzione di metalli pesanti in relazione alle caratteristiche sedimentologiche di campioni di fondo del Mare Adriatico tra Ancona e il delta del Po* . . . . . » 59
G. ALBERTELLI - *Osservazioni sul D.S.L. nel Mediterraneo occidentale* . . . . . » 67
G. CICCONI e I. DAGNINO - *Alcuni risultati ottenuti mediante un nuovo tipo di registratore del moto ondoso installato a Lupara di Arenzano (Genova)* » 73
F. FANUCCI - *Il plioquaternario della piattaforma continentale ligure tra Genova e Savana* . . . . » 81
F. FRACHE, F. BAFFI e A. DADONE - *Distribuzione di rame, nichel e cadmio in acque superficiali e profonde del Mar Ligure* . . . . . » 89
F. VENIALE, F. SOGGETTI, G. SANTAGOSTINO e G. FERRARI - *Distribuzione dei minerali argillosi e dei carbonati nei sedimenti di fondo del Mare Adriatico* . » 93

L. PAPA - *Risposta di un bacino semichiuso ad una energizzazione casuale* . . . . . pag. 97

A. OZER - *L'apporto della morfometria dei ciottoli di spiaggia allo studio della deriva litorale (Esempio della Marina di Sorso, Sardegna* . . . . » 101

A. VIARENGO, A. ZONCHEDDU, A. CORDONE, G. MANCINELLI e M. ORONESU - *Attività* RNA *polimerasiche nei nuclei di epatopancreas di* Mytilus galloprovincialis *Lamarck* . . . . . » 109

P. NOTO e A. LONGINELLI - *Osservazioni sulla stratificazione dell'acqua del Lago Maggiore in relazione a misure di Tritio e di composizione isotopica dell'Ossigeno* . . . . . » 115

F. FRASCARI e F. MARABINI - *Nuove osservazioni sulla dinamica di sedimentazione in alcune aree del delta del Po e mare antistante* . . . . . » 117

S. D'ONOFRIO, F. MARABINI e P. VIVALDA – *Foraminiferi di alcune lagune del delta del Po (Crociera 1976)* » 119

C. CAPUTO, L. D'ALESSANDRO, G.B. LA MONICA e E. LUPIA PALMIERI - *Ancient and recent changes of the shoreline along the Tuscan coast* . . . . » 123

R. CAPELLI, V. CONTARDI, B. FASSONE e G. ZANICCHI - *Determinazione del Hg e di metalli pesanti in mitili del Mar Ligure ed Alto Tirreno* . . . . » 131

N. CORRADI, F. FANUCCI, G. FIERRO e M. PICCAZZO - *Sedimenti superficiali della piattaforma continentale dell'Isola di Capraia* . . . . . » 137

M. CATTANEO, G. ALBERTELLI e N. DRAGO – *Macrobenthos dei fondi dell'Isola di Capraia* » 145

C. BERTAGNONI, A.M. BORSETTI e P. COLANTONI – *Osservazioni sulla sedimentazione tardo-quaternaria nel Canale di Sicilia* . . . . . » 151

A. CALDERONI, R. MOSELLO e G. TARTARI - *II Lago di Mergozzo: il suo chimismo quale base interpretativa di caratteristiche biologiche* . . . . . » 161

N. DELLA CROCE, F. GROSSO e B. PREMOSELLI – *Trasporto costiero ed inquinamento nel Mar Ligure (Nota preliminare)* . . . . . » 171

M. FABIANO, V. CONTARDI e T. ZUNINI-SERTORIO - *Ecologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 1. Osservazioni sulle concentrazioni di* PO_4''', NO_3', NO_2' *e* SiO_3'' . . . . . pag. 175

A. FELLETTI, G. FIERRO, F. SOGGETTI e F. VENIALE – *Distribuzione dei minerali argillosi dei sedimenti di piattaforma continentale della Sardegna sud-orientale* . . . . . » 181
L. CAVALERI e P. MALANOTTE RIZZOLI - *Modello per la previsione del moto ondoso* . . . . . » 183
N. DRAGO e G. ALBERTELLI - *Aspetti quantitativi del macrobenthos di Cogoleto (Golfo di Genova)* . . » 187
L. ALBEROTANZA e G.M. LECHI - *Bocca di Porto di Lido di Venezia: studio della dinamica del flusso mediante tecniche di «Remote Sensing»* . . . » 193
P. COLOSIMO e L. ROMAGNOLI - *Evoluzione morsologica attuale dei litorali della costa marchigiana tra Ancona e Pesaro* . . . . . » 195
F. STRAVISI - *Circolazione nell'Adriatico Settentrionale per effetto della Bora* . . . . . » 197
G.C. CORTEMIGLIA - *Drift litoranea sulla spiaggia di Ospedaletti (Liguria occidentale)* . . . . » 201
F. FANUCCI, G. FIERRO e M. PICCAZZO – *Particolarità morfologiche della spiaggia sommersa lungo il litorale toscano tra la foce del fiume Magra e Livorno* » 209
P. PICONE, N. DELLA CROCE e M.P. BASSO – *Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure ed Alto Tirreno. 7. Popolamento zooplanctonico (Luglio 1972)* » 217
I. DAGNINO - *On the transport of sediments along the western border of the Ligurian Sea* . . . . » 223
D. BREGANT - *Il Prof. Mario Picotti 1887-1976* . . . » 227

Atti dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia

Consiglio di Presidenza, 29-4-1975, Genova . . . » 239
Consiglio di Presidenza, 30-6-1975, Pallanza . . . » 242
Consiglio di Presidenza, 10-11-1975, Bologna . . . » 244
IV Assemblea Generale, 18-12-1975, Genova . . . » 246
Consiglio di Presidenza, 18-3-1976, Venezia . . . » 251
Consiglio di Presidenza, 8-11-1976, Pisa . . . . » 253
V Assemblea Generale, 29-11-1976, S. Margherita Ligure . . . . . » 255

Appendice

Elenco Soci . . . . . » 260

A.I.O.L.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
PER GLI ANNI 1975-1976

Presidente:	Norberto DELLA CROCE
Consiglieri:	Bruno BATTAGLIA Livia TONOLLI Raimondo SELLI Giuliano BONOMI Antonio LONGINELLI Giuseppe MACCHI
Segretario:	Ignazio DAGNINO

PRESENTAZIONE

È con vero piacere che presentiamo ai membri dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia (A.I.O.L.) questo secondo volume che rappresenta una verifica dell'attività svolta durante il biennio 1974-1976. Non vogliamo con ciò affermare di aver raggiunto un traguardo del tutto soddisfacente, poiché 1' A.I.O.L. ha bisogno di un maggior impegno da parte di tutti i soci: il Consiglio di Presidenza sta cercando di raggiungere sopra tutto una maggiore integrazione tra la ricerca oceanologica e quella limnologica che, come si ripete da più parti e sempre più insistentemente, hanno molti settori di interesse scientifico comune, oltre che di interdipendenza.

Questo volume comprende due parti tra loro distinte:

• 1) Gli «Atti del 2° Congresso Italiano di Oceanologia e Limnologia», tenutosi a S. Margherita Ligure il 29 e il 30 novembre 1976. Ai contributi sul tema generale proposto dal Consiglio di Presidenza nella sua riunione a Venezia del 18 marzo 1976, si sono aggiunte comunicazioni afferenti ad altre tematiche, che permettessero, però, di inquadrare e di elaborare problemi e risultati che possono contribuire a migliorare le conoscenze nei campi dell'oceanologia e della limnologia.

• 2) Gli Atti dell' A.I.O.L. fino al 31 dicembre 1976, termine della seconda Presidenza. In essi sono riportati i resoconti delle Assemblee Generali dei soci, nonché delle riunioni del Consiglio di Presidenza. L'elenco aggiornato dei Soci e il bilancio finanziario dell'Associazione completano la documentazione.

N. DELLA CROCE LIVIA TONOLLI

R. DE BERNARDI, Segretario

ATTI
DEL 2° CONGRESSO NAZIONALE
DI
OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

Genova, 29-30 Novembre 1976

ORGANIZZAZIONE DEL CONGRESSO

Nel corso dell'Assemblea Generale dei Soci, tenutasi a Genova il 18 dicembre 1975 presso l'Istituto di Fisiologia generale dell'Università, veniva stabilito che il 2° Congresso dell' A.I.O.L. avesse luogo nell'autunno 1976, entro la prima decade di dicembre.

Con una circolare inviata a tutti i Soci in data 22 settembre 1976 veniva precisato che il Congresso si sarebbe tenuto a Santa Margherita Ligure nei giorni 29 e 30 novembre.

L'organizzazione è stata curata dal Presidente N. DELLA CROCE e dal Segretario I.'BAGNINO., con la collaborazione del Consiglio di Presidenza, oltre al valido contributo del Prof. G. FIERRO dell'Università di Genova. Ai lavori di segreteria hanno collaborato molto attivamente la Signorina E. LUCCHINI, il Signor G. LA CORTE della Cattedra di Idrobiologia e il Signor A. GRILLO dell'Istituto Geofisico della stessa Università.

Il 2° Congresso dell'A.I.O.L. si è svolto nei saloni di Villa Durazzo di Santa Margherita Ligure, secondo il programma stabilito. Nel pomeriggio del 29 novembre i Soci si sono riuniti in Assemblea Generale per l’elezione del Presidente e del Consiglio di Presidenza per il biennio 1977-1978.

PROGRAMMA DEL 2° CONGRESSO NAZIONALE
DELL'A.I.O.L.

29 NOVEMBRE

Ore 10,00 - Apertura del Congresso.

Ore 10,30 - Relazione generale e comunicazioni.

Ha presieduto la seduta A. DE MAIO.

Relazione:
A. LONGINELLI e G. CORTEGGI: *II bacino del Rio delle Amazzoni: considerazioni Umnologiche e geochimiche.*

Comunicazioni:
F. FRASCARI, M. FRIGNANI, P. GIORDANI, S. GUERZONI, F. MARABINI e R. POLETTI: *Distribuzione di metalli pesanti in relazione alle caratteristiche sedimentologiche di campioni di fondo del Mare Adriatico tra Ancona e il delta del Po.*
G. ALBERTELLI: *Osservazioni sul D.S.L. nel Mediterraneo occidentale.*
G. CICCONI e I. DAGNINO: *Alcuni risultati ottenuti mediante un nuovo tipo di registratore del moto ondoso installato a Lupara di Aremano (Genova).*
F. FANUCCI: *Il piloquaternario della piattaforma continentale ligure tra Genova e Savana.*
R. FRACHE, F. BAFFI e A. DADONE: *Distribuzione di rame, nichel e cadmio in acque superficiali e profonde del Mar Ligure.*

Ore 15,30 - Assemblea Generale dei Soci con il seguente ordine del giorno:
- Deliberazione dell'Assemblea per l'ammissione di nuovi soci;
- Relazione del Presidente; .
- Relazione del Segretario;
- Varie ed eventuali;
- Elezione del Presidente e del Consiglio di Presidenza.

Ore 19,30 - Saluto del Sindaco di S. Margherita Ligure.
Vermouth offerto ai Congressisti dall'Associazione nei saloni di Villa Durazzo.

30 NOVEMBRE

Ore 9,00 - Relazione generale e comunicazioni.

Ha presieduto la seduta A. LONGINELLI.

Relazione:
R. FERRO e R. FRACHE: *Considerazioni sugli equilibri chimici nel sistema marino.*

Comunicazioni:
F. VENIALE, F. SOGGETTI, C. SANTAGOSTINO e G. FERRARI: *Distribuzione dei minerali argillosi e dei carbonati nei sedimenti di fondo del Mare Adriatico.*
L. PAPA: *Risposta di un bacino semichiuso ad una energizzazione casuale.*
A. OZER: L'apporto della morfometria dei ciottoli di spiaggia allo studio della deriva litorale (Esempio della Marina di Sorso, Sardegna).
A. VlARENGO, A. ZONCHEDDU, A. CORDONE, G. MANCINELLI e M. ORUNESU: *Attività RNA polimerasiche nei nuclei di epatopancreas di Mytilus gattoprovincialis Lamarck.*

P. NOTO e A. LONGINELLI: *Osservazioni sulla stratificazione dell'acqua del Lago Maggiore in relazione a misure di tritio e di composizione isotopica dell'ossigeno.*
F. FRASCARI e F. MARABINI: *Nuove osservazioni sulla dinamica di sedimentazione in alcune aree del delta del Po e mare antistante.*
S. D'ONOFRIO, F. MARABINI e P. VIVALDA: *Foramiferi di alcune lagune del delta del Po (Crociera 1976).*
C. CAPUTO, L. D'ALESSANDRO, G.B. LA MONICA e E. LUPIA PALMIERI: *Ancient and recent changes of the shoreline along the Tuscan coast.*
R. CAPELLI, V. CONTARCI, B. FASSONE e G. ZANICCHI: *Determinazione del Hg e di metalli pesanti in mitili del Mare Ligure ed Alto Tirreno.*
N. CORRADI, F. FANUCCI, G. FIERRO e M. PICCAZZO: *I sedimenti superficiali della piattaforma continentale dell'Isola di Capraia.*
M. CATTANEO, G. ALBERTELLI e N. DRAGO: *Macrobenthos dei fondi dell'Isola di Capraia.*
C. BERTAGNONI, A.M. BORSETTI e P. COLANTONI: *Osservazioni sulla sedimentazione tardo-quaternaria nel Canale di Sicilia.*

Ore 15,00 - Relazione generale e comunicazioni.

Ha presieduto la seduta L. TONOLLI.

Relazione:
I. DAGNINO: *Sui fenomeni di interazione atmosfera-mare.*

Comunicazioni:
A. CALDERONI, R. MOSELLO e G. TARTARI: *Il Lago di Mergozzo: il suo chimismo quale base interpretativa di caratteristiche biologiche.*
N. DELLA CROCE, F. GROSSO e B. PREMOSELLI: *Trasporto costiero ed inquinamento nel Mar Ligure (Nota preliminare).*

A. FELLETTI, G. FIERRO, F. SOGGETTI e F. VENIALE: *Distribuzione dei minerali argillosi dei sedimenti di piattaforma continentale della Sardegna sud-orientale*.

M. FABIANO, V. CONTARDI e T. ZUNINI SERTORIO: *Ecologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno.1. Osservazioni sulle concentrazioni di* PO_4''', NO_3', $NO_2°'$ *e* SiO_3''.

L. CAVALERI e P. MALANOTTE RIZZOLI: *Modello per la previsione del moto ondoso.*

N. DRAGO e G. ALBERTELLI: *Aspetti quantitativi del Macrobenthos di Cogoleto (Golfo di Genova).*

L. ALBEROTANZA e G.M. LECHI: *Bocca di Porto di Lido di Venezia: studio della dinamica del flusso mediante tecniche di «Remote Sensing»*.

P. COLOSIMO e L. ROMAGNOLI: *Evoluzione morfologica attuale dei litorali della costa marchigiana tra Ancona e Pesaro.*

F. STRAVISI: *Circolazione nell'Adriatico Settentrionale per effetto della Bora.*

G.C. CORTEMIGLIA: *Drift litoranea sulla spiaggia di Ospedaletti (Liguria Occidentale).*

F. FANUCCI, G. FIERRO e M. PICCAZZO: *Particolarità morfologiche detta spiaggia sommersa lungo il litorale toscano tra la foce del fiume Magra e Livorno.*

P. PICONE, N. DELLA CROCE e M.P. BASSO: *Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure ed Alto Tirreno.7. Popolamento zooplanctonico (Luglio 1972).*

I. DAGNINO: *On the transport of sediments along the western border of the Ligurian Sea.*

ELENCO DEGLI ISCRITTI
AL 2° CONGRESSO
DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

ALBEROTANZA L. - Laboratorio per lo Studio della dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. - S. Polo, 1364 - Venezia.
ALBERTELLI G. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova.
AMORE C. - Istituto di Geologia - Università - Catania.
ANGELUCCI A. - Istituto di Geologia e Paleontologia - Università - Piazzale delle Scienze - Roma.
ANSELMI B. - Via di Priscilla, 106 - Roma.
ASTRALDI M. - Laboratorio per lo Studio delle Grandi Masse -CNR - Venezia. -
BAFFI F. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università -Genova.
BARBANTI L. - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara).
BONACINA C. - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara).
BORSETTI A.M. - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
BREGANT D. - Istituto Sperimentale Talassografico - Via Remolo Gessi, 2 - Trieste.
BRONDI A. - C.N.E.N. - S. Maria di Galeria (Roma).
CALDERONI A. - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara).
CAPELLI R. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
CARLI A.M. - Istituto di Zoologia - Università - Genova.
CATALANO G. - Istituto Talassografico - Trieste.
CATTANEO M. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova.
CAVALERI L. - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. - Venezia.

CAVICCHIOLI G. - Istituto di Anatomia comparata - Università -Ferrara.
CESCON B. - Tecneco S.p.A./Stam - Fano (Pesare).
CIABATTI M. - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
CICCONI G. - Istituto Geofisico e Geodetico - Università - Genova.
COLANTONI P. - Laboratorio per la Geologia Marina - C.N.R. - Via Zamboni, 65 - Bologna.
CONTARDI V. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
CONTARINI M. -
CORDONE A. - Istituto di Fisiologia generale - Università - Genova.
CORTEMIGLIA G.C. - Istituto di Geologia - Università - Genova.
COSPITO M. -
DADONE A. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
DAGNINO I. - Istituto Geofisico e Geodetico - Università - Genova,
DE BERNARDI R. - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara).
DELLA CROCE N. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova.
DE MAIO A. - Istituto Universitario Navale - Napoli,
DE STROBEL F. - Saclant Center - Viale S. Bartolomeo, 400 - La Spezia.
DI GERONIMO - Istituto di Geologia - Università - Catania.
D'ONOFRIO S, - Istituto di Geologia e Paleontologia - Università - Bologna.
DRAGO M. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
DRAGO N. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova.
FABIANO M. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova;
FANUCCI F. - Istituto di Geologia - Università - Genova.
FASSONE B. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
FERRETTI O. - C.N.E.N. - S. Maria di Galeria - Roma,
FERRO R. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
FIERRO G. - Istituto di Geologia - Università - Genova.
FLOCCHINI - Istituto Geofisico e Geodetico - Università - Genova.
FRACHE R. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.

FRANCO P. - Istituto di Biologia del Mare - C.N.R. - Castello 1364 - Venezia.
FRASSETTO R. - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. - 1364 San Polo - Venezia.
FRIGNAMI - Laboratorio di Geologia Marina - C.N.R. - Via Zamboni, 65 - Bologna.
GENOVESE S. - Istituto di Idrobiologia - Università - Messina.
GHETTI P.F. - Laboratorio di Ecologia dell'Università - Borgo Ca-rissimi, 10 - Parma.
GIUSSANI G. - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara).
GREGO G. - Enel - Servizio Idrologico - Corso del Popolo, 245 - Mestre (Venezia).
LA MONICA G.B. - Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università - Città Universitaria - Roma.
LONGINELLI A. - Laboratorio di Geologia Nucleare - Via S. Maria, 22 - Pisa.
MAGRO COSMA B. - Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
MANCINELLI G. - Istituto di Fisiologia generale - Università - Genova.
MANCUSO A. - Via R. Rigola, 27/32 - Genova.
MAZZANTI R. -
MERONI R. -
MUZZARELLI R. - Chimica - Facoltà di Medicina - Università - Ancona.
NOTO P. - Istituto Internazionale Geotermico - Lungarno Pacinotti, 55 - Pisa.
ORUNESU M. - Istituto di Fisiologia generale - Università - Genova.
OZER A, - Istituto di Geologia e Geografia Fisica - Università - Place XX Aout - Liegi (Belgio).
PALAU C.1- Istituto Geodetico e Geofisico - Università - Genova..
PAPA L. - Istituto Geodetico e Geofisico - Università - Genova.
PAREA G.C. -
PIATTELLI M. - Laboratorio Automazione Navale - C.N.R. – Viale Causa - Genova.
PICCAZZO M. - Istituto di Geologia - Università - Genova.
PICONE P. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova.
PREMOSELLI B. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova.

RASPI G. - Istituto di Chimica Analitica - Via del Risorgimento, 35 - Pisa.
RAU A. -
RENZONI A. - Istituto di Anatomia comparata - Università - Siena.
ROSSI S. - Laboratorio di Geologia Marina - C.N.R. - Via Zamboni, 65 - Bologna.
SCOTTO DI SANTILLO S. - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Piazzale delle Scienze, 7 - Roma.
SELLI R. - Laboratorio di Geologia Marina - C.N.R. - Via Zamboni, 65 - Bologna.
SOAVE C. - Via XX Settembre, 37 - Genova.
SOLAZZI A. - Istituto di Botanica - Università - Padova.
STRAVISI F. - Istituto Sperimentale Talassografico - Viale Romolo Gessi, 2 - Trieste.
TESTONI A. - Istituto Idrografico della Marina - Passo Osservatorio, 4 - Genova.
TONOLLI L. - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara).
VENIALE F. - Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università -Pavia.
VERGANO S. - Istituto di Geologia - Università - Genova.
VIARENGO A. - Istituto di Fisiologia generale - Università - Genova.
ZANICCHI G. - Itsituto di Chimica generale ed inorganica - Università - Genova.
ZOLI G. - Accademia Navale - Livorno.
ZOLI V. - Via dei Colli, 2 - La Spezia.
ZONCHEDDU A. - Istituto di Fisiologia generale - Università - Genova.
ZUNINI SERTORIO T. - Cattedra di Idrobiologia - Università - Genova.

SEDUTA INAUGURALE

II Congresso si è aperto alle ore 10,00 del 29 novembre 1976 nel Salone di Villa Durazzo a Santa Margherita Ligure. Il Presidente dell'Associazione, N. DELLA CROCE, si è così rivolto ai convenuti:

«A nome del Consiglio di Presidenza e mio personale sono lieto di porgere un cordiale benvenuto ai partecipanti ai lavori del 2° Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, e di ringraziare vivamente coloro che impossibilitati a partecipare ci hanno raggiunto con fervide espressioni di augurio. In particolare, desidero ricordare il Prof. B. Segre, Presidente dell'Accademia dei Lincei; il Prof. E. Quagliariello, Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche; l'On. M. Pedini, Ministro della Ricerca Scientifica; la Prof. G. Aliverti, professore emerito dell'Università di Napoli; il Cap. di Vascello A. Testoni, Direttore dell'Istituto Idrografico della Marina; il Signor S. Falck, Direttore del Saclant Center di La Spezia; l'On. A. Landi, Presidente del Consiglio Regionale della Regione Liguria; il Signor A. Magnani, Presidente della Provincia di Genova; il Dr. Ing. M. Bottino, Sindaco di Santa Margherita Ligure.

Infine rivolgo il nostro ringraziamento all'Amministrazione Comunale di Santa Margherita Ligure per la gentile ospitalità a Villa Durazzo, ed al personale del Comune che sta prestando qui tra noi la sua fattiva collaborazione.

Innanzi dicevo di essere lieto di porgervi il benvenuto soprattutto per due motivi.

I primi anni di vita di un'associazione sono sempre fragili e delicati e diventano più critici per un'associazione come la nostra se nello stesso tempo gli interessi per l'Oceanografia e la Limnologia non trovano una chiara sistemazione nel Paese.

La molteplicità dei temi che verranno trattati nelle relazioni e nelle comunicazioni da ricercatori di più antica o recente esperienza fa ritenere che l'interesse per la ricerca oceanologica e limnologica, nonostante battute d'arresto e alterne vicende, non si è sopito».

Il Presidente, prima dell'inizio dei lavori, da la parola al Prof. R. Ferro, Preside della Facoltà di Scienze dell'Università di Genova.

«Signor Presidente, Signore, Signori,
per incarico del Magnifico Rettore di questa Università sono ben lieto di salutare i partecipanti a questa importante manifestazione scientifica in cui verranno discussi argomenti di notevole interesse generale e di speciale importanza per la nostra Regione.
Particolarmente gradito mi è questo compito in quanto nell'ambito e della Facoltà di Scienze e di altre Facoltà della nostra Università esiste una lunga tradizione di ricerca nel settore oceanologico che, negli ultimi anni, ha dato origine ad uno sforzo coordinato multidisciplinare di studio. L'interesse deh1'Università di Genova a dare una adeguata risposta alla crescente domanda di informazione e di ricerca nell'ambito oceanologico è d'altra parte dimostrato dall'avanzamento del progetto di costituzione di un Istituto per le Scienze Ambientali Marine.
Vogliate quindi accettare, sia a nome del Magnifico Rettore che a titolo personale, i più vivi auguri per il successo dei lavori del Convegno e dell'Assemblea. Successo d'altra parte prevedibile sulla base delle relazioni scientifiche preannunciate nei diversi settori delle discipline oceanologiche e limnologiche e della qualificazione degli intervenuti»

II Presidente dichiara aperto il Congresso.

RELAZIONI

A. LONGINELLI* e G. CORTECCI**

IL BACINO DEL RIO DELLE AMAZZONI: CONSIDERAZIONI LIMNOLOGICHE E GEOCHIMICHE

INTRODUZIONE

Nei mesi di Maggio e Giugno 1976 ha avuto luogo una spedizione scientifica sul Rio delle Amazzoni e numerosi suoi affluenti, su un percorso totale di poco meno di 5000 chilometri. La spedizione, organizzata dal Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., ha utilizzato la nave oceanografica «Alpha Helix» della Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California, appositamente attrezzata per il lavoro in acque interne ed in climi tropicali ed è stata finanziata dalla National Science Foundation. Scopo principale dell'impresa era uno studio dettagliato ed il più completo possibile degli aspetti sedimentologici, idrologici e geochimici di questo immenso bacino, prima che lo sviluppo industriale di alcune aree e la crescente influenza degli insediamenti umani potessero alterare irrimediabilmente un regime che si può ancora considerare sostanzialmente legato alle condizioni naturali di un ambiente perlomeno singolare.

In tale quadro, i temi di ricerca svolti dai partecipanti alla spedizione possono essere così riassunti:

- Geochimica classica (MIT ed Università di Edimburgo);
- Geochimica isotopica (Università di Palermo ed Università di Pisa);

*Istituto di Mineralogia - Università di Palermo.
**Laboratorio Geologia Nucleare dell'Università - Pisa.

- Sedimentologia e Idrologia (U.S. Geological Survey con la collaborazione di ricercatori brasiliani).

Precedenti ricerche realizzate nella stessa area, (Gibbs, 1972) avevano richiamato l'attenzione sul fatto che, abbastanza paradossalmente, le acque del Rio delle Amazzoni (e della maggior parte dei suoi affluenti) pur portando enormi quantità di materiali in sospensione, risultavano poverissime di sostanze in soluzione, con concen-trazioni medie dell'ordine di alcune decine di ppm al più.

Tale situazione sembra contrastare con un'apparente fertilità del bacino (pressoché totalmente coperto da foreste) che farebbe pensare alla presenza di terreni ricchi di nutrienti e quindi di sali solubili. Al contrario, I soli componenti chimici presenti in quantità rilevante nelle acque dei fiumi sono gli acidi umici. In alcuni casi (Rio Negro, Rio Purus, Rio Tefè, ecc.) il fenomeno dell'acqua nera, che ha dato il nome al principale affluente, è unicamente dovuto alla presenza di quantità assai elevate di acidi umici disciolti in acque che, a prescindere da tali sostanze, si potrebbero considerare quasi alla stregua di acque deionizzate.

La scarsezza di nutrienti adeguati disponibili nel suolo vegetale determina una situazione assolutamente unica nella quale la foresta tropicale almeno in parte si autoalimenta ricostruendo sostanza organica a spese di quella in decomposizione e sintetizzando direttamente l'azoto atmosferico tramite colonie batteriche che svolgono la loro azione a contatto con le radici delle piante stesse. È a causa di ciò che le aree disboscate divengono spesso rapidamente improduttive non essendo il terreno vegetale generalmente in grado di alimentare se non limitate culture erbacee ed anche queste per un periodo di non molti anni. Si tratta cioè di un'area «potenzialmente» desertica, paragonabile molto da vicino all'Africa centro-settentrionale che ha forse subito un'evoluzione analoga a quella che potrà interessare il bacino amazzonico, qualora anche uno solo dei fattori che contribuiscono a conservare l'attuale delicato equilibrio, venga meno nel tempo.

L'azione che l'uomo svolge attualmente sembra fatalmente orien-tata in tale direzione ed i mezzi per giungere alla totale rottura dell'equilibrio sono ovviamente la dissennata distruzione della foresta per produrre legname a basso costo, il tentativo di creare industrie estrattive {manganese, ferro, bauxite ecc.), l'apertura della rotabile

trans-amazzonica, il tentativo di stabilire rilevanti insediamenti umani, lo sfruttamento dei giacimenti di petrolio ecc.

Per quanto riguarda l'aspetto sedimentologico, va rilevato che su di un percorso di oltre 4000 chilometri dal Perù all'Oceano Atlantico esiste un dislivello totale di soli 70 - 80 metri, con una pendenza media inferiore quindi allo 0,002 per cento. Ciò nonostante, e malgrado la rilevante concentrazione di materiali in sospensione, l'entità della sedimentazione, a causa principalmente dell'alta velocità delle acque, è assai modesta. In alcuni tratti del fiume è addirittura in corso un'attiva erosione dei sedimenti alluvionali cenozoici che coprono buona parte del bacino dell'Amazzoni. Tali sedimenti sono formati sostanzialmente da sabbie spesso pressoché sterili, lo strato di humus sovrastante essendo generalmente assai limitato e spesso di spessore non superiore a qualche centimetro o diecina di centimetri. Una maggiore sedimentazione si verifica annualmente nel corso delle piene quando le acque straripate invadono la pianura circostante e la vegetazione -stessa, determinando una brusca diminuzione della velocità delle acque, favorisce la deposizione di uno strato di qualche centimetro di limo. Il letto del fiume, che in qualche punto raggiunge una profondità maggiore di cento metri, è localmente soggetto ad azioni erosive con formazione anche di gigantesche marmitte.

La crescente alterazione dell'ambiente in questione ad opera dell'uomo ha suggerito l'idea di condurre uno studio sedimentologico, idrologico e geochimico il più completo possibile, tale da inquadrare le condizioni naturali che governano il regime fluviale prima che gli equilibri naturali oggi esistenti vengano irrimediabilmente compromessi.

I risultati definitivi di questo studio verranno pubblicati, a suo tempo, in altra sede. Noi forniremo qui, in maniera sintetica, un quadro complessivo dei risultati ottenuti, limitatamente alla geochimica isotopica, argomento di studio di nostra competenza.

MISURE ESEGUITE E RISULTATI OTTENUTI

Sono state eseguite misure di composizione isotopica sia su campioni di acqua, sia su campioni di aria, in quanto l'entità dell'interazione si poteva prevedere assai elevata, specialmente in considerazione dell'importanza dei processi di fotosintesi. In particolare sono state esaminate:

1) la composizione isotopica (O^{18}/O^{16}) dell'acqua del Rio delle Amazzoni e dei suoi principali affluenti;
2) la composizione isotopica (C^{13}/C^{12}) dei composti carbonatici in soluzione;
3) la composizione isotopica (O^{18}/O^{16} ed S^{34}/S^{32}) dei solfati disciolti;
4) il contenuto in Tritio delle acque;
5) la composizione isotopica (O^{18}/O^{16}) dell'ossigeno atmosferico;
6) la composizione isotopica (C^{13}/C^{12}) della CO_2 atmosferica;
7) la composizione isotopica (O^{18}/O^{16}) del vapor d'acqua atmosferico;
8) la composizione isotopica (O^{18}/O^{16}) di alcune piogge raccolte nel corso della spedizione;
9) la composizione isotopica (O^{18}/O^{16}) dell'acqua contenuta in foglie di piante diverse.

A tali misure, pressoché completate allo stato attuale della ricerca, si stanno aggiungendo misure di composizione isotopica dell'idrogeno (D/H) nelle acque, nel vapor d'acqua atmosferico e nell'acqua delle foglie, che verranno completate non appena entrerà in funzione la nuova linea di preparazione, attualmente in fase di montaggio.

I dati isotopici che verranno citati sono espressi in termini di unità 8, essendo 5 definito dall'equazione:

$$\delta = \frac{R_{campione} - R_{standard}}{R_{standard}} \times 1000$$

dove con R si esprime il rapporto isotopico in esame (O^{18}/O^{16}; C^{13}/C^{12}; S^{34}/S^{32} ecc.). I valori di 5 verranno riportati contro lo standard internazionale SMOW (Standard Mean Ocean Water) come definito da Craig (1961) nel caso delle misure isotopiche di acque e delle misure sull'ossigeno di solfati e dell'atmosfera; contro lo standard PDB-1 Chicago nel caso del carbonio; contro lo standard costituito dalla troilite della meteorite Canyon Diablo nel caso dello zolfo.

COMPOSIZIONE ISOTOPICA DELLE ACQUE

La composizione isotopica dell'acqua del Rio è risultata molto omogenea. Su uno sviluppo di quasi 5000 chilometri il δO^{18} (H_2O) risulta compreso tra -7,5 e -8,1 e ciò nonostante l'apporto di nu-

merosi affluenti con composizioni isotopiche abbastanza variabili (da -4,5 a -8,4). È evidente un processo di omogeneizzazione delle varie acque nella massa principale del fiume, dovuto nel nostro caso anche ai fatto che i campioni sono stati raccolti nel periodo di piena. Orca l'origine delle acque del Maraňon e degli affluenti della parte superiore del corso è troppo presto per trarre delle conclusioni. Tuttavia si ritiene probabile un rilevante apporto delle precipitazioni che si verificano sul versante pacifico delle Ande, fatto questo che non contrasta comunque con l'orografia della catena andina nel tratto compreso tra Equador, Perù e Bolivia.

COMPOSIZIONE ISOTOPICA DEI CARBONATI DISCOLTI

La composizione isotopica (C^{13}/C^{12}) dei carbonati disciolti risulta sempre molto negativa (da -13,4 a -28,4 circa) con un continuo impoverimento in C^{13} dall'alto corso verso la foce. Questi dati indicano chiaramente un fortissimo apporto di carbonio da sostanza organica (sempre molto impoverita in C^{13} [Smith ed Epstein, 1971]) crescente progressivamente e quindi un effetto cumulativo nello spazio e nel tempo. I valori meno negativi si riscontrano nell'alto corso (Perù) dove è sensibile l'apporto di carbonati della serie sedimentaria andina. Nella sezione centrale del fiume si raggiungono già valori intorno a -20 per mille mentre i valori più negativi sono stati rilevati a valle di Obidos fino alla foce.

COMPOSIZIONE ISOTOPICA DEI SOLFATI DISCIOLTI

I valori del δO^{18} (SO_4^{-2}) variano da +8 (Perù) a +3 circa in prossimità della foce con una variazione continua lungo il corso del fiume. Al contrario, il δS^{34} (SO_4^{-2}) non presenta né sensibili variazioni né un andamento significativo, essendo tutti i valori compresi tra +5,8 e +7,8.

Si può concludere che:

a) il solfato in soluzione non ha alcuna relazione con il solfato marino, neppure nella zona del delta dove l'entità del flusso, durante il periodo di piena, impedisce fenomeni significativi di diffusione dell'acqua oceanica;

b) a causa della presenza nelle Ande peruviane e boliviane di rilevanti masse di sedimenti evaporitici di probabile età permiana, è pos-

sibile che almeno una buona parte dei solfati presenti nell'alto corso del fiume e negli affluenti che scendono direttamente dalle Ande sia originata dalla soluzione di materiali solfatici sedimentari. Per quanto la composizione isotopica dei gessi delle evaporiti andine non sia ancora stata studiata, il range dei valori ottenuti per i solfati in soluzione è compatibile con quello delle misure finora effettuate su evaporiti permiane (Nielsen, 1968);
c) è probabile che ai solfati disciolti di cui al punto b) si sommi una certa quantità di solfati formatisi a causa di processi ossidativi a carico di materiali solfurei organici ed inorganici anche se, a tutt'oggi, non abbiamo una chiara evidenza dell'apporto di tali materiali.

CONTENUTO IN TRITIO DELLE ACQUE

II contenuto in Tritio delle acque, sia nel caso del fiume principale, sia nel caso dei suoi affluenti, è piuttosto omogeneo1 con valori analoghi a quelli misurati nelle piogge a Belem ed a Manaus (IAEA, 1975) ed in generale nella fascia equatoriale sia nell'Oceano Atlantico che nel Pacifico.

COMPOSIZIONE ISOTOPICA DELL' O_2, E DELLA CO_2 E DEL VAPORE ACQUEO ATMOSFERICI

La composizione isotopica dell'ossigeno atmosferico mostra un valore medio di circa +24 per mille, valore assai prossimo a quello rilevato in altre zone del mondo, anche se leggermente più positivo rispetto ai dati riportati per la costa pacifica degli S.U. (Kroopnick e Craig, 1972). Ciò sembrerebbe provare che la presenza di una massiccia copertura forestale non causa gradienti isotopici rilevanti nell'ossigeno atmosferico. Questo implica che:
a) la velocità di mescolamento delle masse d'aria sia assai elevata con conseguente omogeneizzazione pressoché totale su tutta la superficie terrestre;
b) la composizione isotopica dell'ossigeno prodotto per effetto fotosintetico (circa +24 per mille) non subisca grossi effetti di frazionamento isotopico nel corso del suo ciclo geochimico tali da modificarne sostanzialmente la composizione isotopica media.

Le due ipotesi non sono ovviamente in alternativa e possono verificarsi singolarmente o contemporaneamente.

I rapporti C^{13}/C^{12} nella CO_2 atmosferica sono risultati assai più negativi dei valori medi rilevati da altri autori (Keeling, 1961; Keeling e Craig, 1963) in differenti zone della terra (da circa -7 a circa -11 per mille contro PDB-1), I nostri campioni hanno fornito valori del δC^{13} da -15 a -17 per mille nella parte orientale del bacino; ad ovest della confluenza col Rio Negro e fino ai piedi delle Ande i valori del δC^{13} oscillano tra -19,5 e -21. Da tali dati si può dedurre che nell'area ad Est del Rio Negro si ha a che fare con una CO_2 atmosferica che proviene per circa il 50 % dai processi respiratori delle piante (δC^{13} valutabili intorno a -25) e per il 50 % dalle masse atmosferiche oceaniche trasportate verso l'interno del continente. Ad Ovest del Rio Negro l'apporto di tali masse d'aria diventa molto più modesto e la CO_2 è costituita, per non meno dell' 80 %, dai prodotti di respirazione delle piante.

Considerazioni non molto diverse da quelle precedenti possono essere fatte nel caso del vapore d'acqua atmosferico. All'altezza del delta la composizione isotopica dell'ossigeno del vapor d'acqua è di circa -10,5; tale valore riflette condizioni di equilibrio isotopico tra il vapore atmosferico e l'acqua dell'Atlantico. Addentrandosi nel continente il δO^{18} del vapore atmosferico decresce progressivamente fino a raggiungere, alla confluenza col Rio Negro, un valore di circa -16 per mille. Ciò è in accordo con le conoscenze in questo campo in quanto parziali condensazioni di una massa di vapore determinano un impoverimento progressivo in isotopi pesanti nel vapore residuo. Nel nostro caso tale impoverimento è indubbiamente rallentato nello spazio e nel tempo dall'apporto di vapor d'acqua determinato dagli intensi fenomeni di evapotraspirazione delle piante anche se la composizione isotopica media di tale vapore non è ben definibile in quanto piante diverse determinano frazionamenti isotopici diversi. Ad ovest del Rio Negro si rilevano oscillazioni isotopiche di una certa entità ma che, in pratica, non differiscono di più di 1-1,5 per mille rispetto al valore medio calcolato su 15 campioni, di circa -13,1.

Tale vapore è senz'altro troppo positivo per un'area lontana migliaia di chilometri dall'oceano e la sua presenza è chiaramente controllata, almeno in gran parte, proprio da processi di evapotraspirazione.

A tale riguardo abbiamo effettuato alcune misure di composizione isotopica dell'ossigeno nell'acqua presente nelle foglie di piante

diverse, raccolte nella stessa area ed alimentate tutte dalla stessa acqua. Ricordiamo che la spedizione ha avuto luogo nei mesi di Giugno e Luglio, durante la piena del Rio delle Amazzoni e l'area presa in esame era allagata da alcune settimane sotto uno strato d'acqua di diversi metri.

Essendo -8,3 la composizione isotopica dell'acqua del fiume in quel punto, l'acqua estratta dalle foglie ha fornito valori del δO^{18} tra -5,7 e -2,0 a seconda delle piante esaminate, mettendo in evidenza vistosi frazionamenti isotopici. Le stesse foglie, lasciate per un'ora all'aria dopo essere state recise, hanno mostrato un ulteriore arricchimento in O^{18} dell'ordine del 2 - 3 per mille. Non è facile, allo stato attuale della ricerca, tentare di fare un bilancio di massa per valutare la composizione isotopica media del vapor d'acqua sfuggito per evapotraspirazione. Bisognerà poter valutare il consumo d'acqua giornaliero e la frazione residua all'interno della pianta. Tale valutazione è complicata dal fatto che, per quanto si conosce a tale proposito, non si ha normalmente a che fare con condizioni di stato stazionario in quanto sia l'assorbimento d'acqua, sia la frazione evaporata, sia la sua composizione isotopica variano per ogni specie al variare delle condizioni ambientali; si hanno cioè variazioni cicliche giornaliere e variazioni stagionali. In questo caso anche valutazioni qualitative risulterebbero di grande importanza allo scopo di stabilire fondatamente l'origine del vapor d'acqua atmosferico. È infatti assai improbabile che vapor d'acqua originato al di sopra degli oceani possa giungere in masse di qualche rilievo nella parte più interna del bacino. Ciò a causa non solamente della distanza ma anche dei rilievi (Ande ad Ovest, altipiano di Roraima ed altipiano della Guiana a Nord, altipiano del Mato Grosso a Sud). Si deve rilevare che la composizione isotopica di alcune precipitazioni atmosferiche raccolte in zona è risultata prossima a zero (δO^{18} tra circa -3,0 e +0,5) e quindi praticamente in equilibrio isotopico col vapore atmosferico misurato. Questi dati sono di estremo interesse in quanto sembrano indicare che la piena del fiume è la causa e non l'effetto della stagione delle piogge. Una conclusione definitiva a questo riguardo sarebbe importante in quanto sconvolgerebbe sostanzialmente le ipotesi sulla situazione meteorologica della zona. Sarà necessario effettuare ulteriori accurate misure nel corso della spedizione del 1977 con la speranza di chiarire questo ed altri punti di notevole rilievo.

BIBLIOGRAFIA

Craig H. 1961. Standard for reporting concentrations of deuterium and oxygen - 18 In natural waters. *Science*, 133; 1833-1834.

Gibbs J.R. 1972. Water chemistry of the Amazon river. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 36: 1061-1066.

I.AEA. 1975. Environmental isotope data n. 5; World Survey of Isotope Concentration in Precipitation (1970-1971). *Technical Reports Series n. 165.* Vienna.

Keeling C.D. 1961. The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in rural and marine air. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 24: 277-298.

Keeling C.D. and H. Craig. 1963. The effects of atmospheric NO2 on the measured isotopic composition of atmospheric CO_2. *Geochim. Cosmo-chim. Acta*, 3: 53-92.

Kroopnick P. and H. Craig. 1972. Atmospheric oxygen: isotopic composition and solubility fractionation. *Science*, 175: 54-55.

Nielsen H. 1968. Sulphur isotopes and the formation of evaporite deposits. In: *Proc. Geology of Saline deposits,* Hannover.

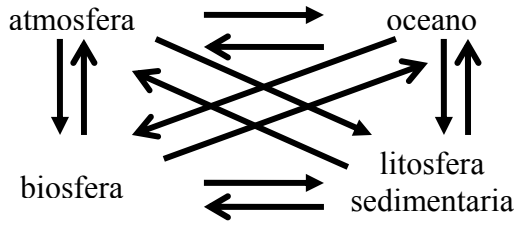
Smith B.N. and S. Epstein. 1971. Two categories of C^{13}/C^{12} ratios for higher plants. *Plant. Physiol*., 47; 380-389.

RICCARDO FERRO e ROBERTO FRACHE

CONSIDERAZIONI SUGLI EQUILIBRI CHIMICI NEL SISTEMA MARINO

Prima di fare qualche considerazione generale, sia pure molto breve, sulla chimica del mare è indispensabile intanto ricordare che negli oceani i processi di trasporto e di mescolamento sono in generale molto più veloci di quelli di diffusione a livello molecolare cosicché in generale non si raggiunge uno stato di equilibrio termodinamico (Pytkowicz and Kester). Questo equivale a dire, in altri termini, che raramente, una porzione significativa di mare può essere, in senso stretto, assimilata ad un «sistema chiuso» (ad un sistema cioè attraverso le cui superfici limite non si abbia passaggio di materia).

È infatti attualmente chiaro che il mare deve essere considerato come parte di un sistema complesso nel cui ambito avvengono trasferimenti di sostanze che, p.es. secondo Mackenzie, possono essere, per ciascuna specie, riassunti in uno schema come il seguente:



Ogni freccia indica una possibile linea di flusso della sostanza in questione da una sfera all'altra (in cui è rispettivamente pre-

*Istituto di Chimica Generale, Università - Genova.
«Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova».

sente in massa $M_{i,A}$, $M_{i,B}$, etc.). Per ciascuno di questi trasferimenti (A→B) può essere definita una costante di velocità del tipo $K_{i,AB}$ (anni^{-1}) = $\varphi_{i,AB}/M_{i,A}$ in cui $\varphi_{i,AB}$ è il flusso, in grammi all'anno, della sostanza i tra i sottosistemi A e B.

In questo ciclo l'oceano deve essere considerato come equivalente ad un reattore chimico in cui le diverse sostanze vengono introdotte, eventualmente reagiscono e da cui fuoriescono.

Facendo riferimento ad un modello di questo tipo è noto che nell'ipotesi di condizioni stazionarie (equaglianza delle somme dei flussi entranti ed uscenti da uno dei sottosistemi) può essere definito un «tempo di permanenza» (residence time):

$$\tau = M_i/\varphi_{i.e}$$

in cui M_i è la massa (in grammi o, meglio, in moli) di elemento presente nel mare e $\varphi_{i.e}$, è la quantità dello stesso elemento aggiunta per anno (uguale a quella rimossa).

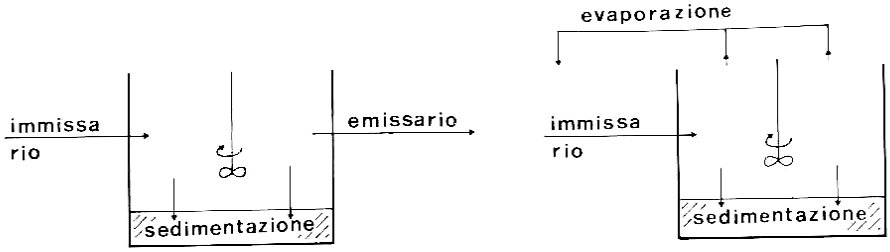
Tali tempi .di permanenza sono evidentemente grandezze molto utili per descrivere sinteticamente il comportamento chimico dei vari elementi nell'acqua di mare e per avere una visione generale dei cicli di trasferimento. Di tali tempi sono state riportate diverse tabulazioni (si veda per es. Brewer per una discussione critica sull'argomento). È chiaro però che la determinazione dei τ presuppone non solo una conoscenza, con buona approssimazione, dei valori delle masse Mi dei diversi elementi disciolti ma anche una corretta valutazione delle velocità di rimozione degli stessi dalla soluzione. È inoltre necessario che oltre alla condizione di stazionarietà altre condizioni (spesso non sempre esplicitamente menzionate) siano chiaramente definite: p.es. l'assunzione che il processo di rimescolamento nell'ambito della intera massa di acqua avvenga in tempi brevi rispetto alla velocità di dissoluzione dell'elemento.

Nonostante la cautela con cui si devono prendere in considerazione i valori di τ elencati nelle diverse tabulazioni riportate in letteratura è rimarchevole l'andamento periodico che si nota per i dati relativi agli elementi in funzione del loro numero atomico (I valori massimi corrispondono, almeno per i primi periodi della tavola periodica agli alcalini od alcalino terrosi, i minimi ad elementi quali B, Al, Ti, terre rare, etc.). Questo mette in chiara correlazione i valori di τ con costanti elementari fondamentali quali faggio ed energia di

idratazione degli ioni (Brewer). Per diversi motivi appare chiara perciò l'opportunità di approfondire questi concetti e di migliorarne definizione e valutazione. Diverse ricerche sono in corso sull'argomento utilizzando vari tipi di approccio che sembrano comunque richiedere in ogni caso un continuo confronto tra dati raccolti in campo ed in laboratorio.

Particolarmente importante è la stima della velocità di introduzione e di rimozione degli elementi in soluzione. A tal scopo è, fra l'altro, necessario migliorare la valutazione delle masse di sostanza (e delle concentrazioni delle .diverse specie in esse contenute) introdotte e rimosse dal mare ed inoltre approfondire la conoscenza dei processi chimici (precipitazione, dissoluzione, etc.) di scambio dei diversi elementi (in termini non solo di possibili reazioni chimiche ma anche di loro cinetica).

Di notevole interesse appare lo studio degli *interscambi tra acqua e sedimenti*. È stato fra l'altro suggerito, dal punto di vista del controllo dell'inquinamento, che l'analisi dei sedimenti potrebbe essere una alternativa all'analisi dell'acqua, nei casi per es. in cui si possa dimostrare chiaramente l'esistenza di sorgenti localizzate di contaminazione da metalli (Bender). È però da osservare che la relazione intercorrente tra concentrazione dei metalli nel sedimento e caratteristiche dell'acqua è complicata dalla mancanza di conoscenza sui processi chimico-fisici che controllano la ripartizione dei metalli attraverso le acque interstiziali intermedie e attraverso complessi effetti di superficie (È appena il caso di ricordare qui che lo studio in campo di tali processi è fra l'altro reso molto difficoltoso dal problema di una campionatura che consenta di prelevare e conservare il materiale senza inquinarlo e soprattutto senza modificarlo; si veda in proposito per es.: Manheim). Un esempio di studio di tale problema, per quanto riguarda la valutazione dei processi di regolazione delle concentrazioni dei metalli in traccia in sistemi di acque naturali, è riportato da Schindler. Egli ha costruito un modello basato su un gruppo di equazioni proposte per calcolare i tempi di permanenza e le concentrazioni in situazione stazionaria. Tale modello è applicabile a componenti (quali i metalli in traccia) che siano rimossi per adsorbimento su sostanza articolata in sedimentazione. Il modello può essere considerato equivalente ad un reattore chimico del tipo qui di seguito schematizzato:



modello di lago modello di mare

Schindler ha comparato i risultati calcolati per alcuni metalli (quali Cu e Zn) con quelli osservati in campo, ed è stato, inoltre, in grado di discutere gli effetti dovuti al pH ed alla presenza di sostanze complessanti.

In questo brevissimo cenno alla complessa problematica degli scambi acqua-sedimenti non si può dimenticare il ruolo svolto da diverse sostanze organiche: si vedano, per es. per quanto riguarda l'influenza degli acidi umici, i lavori di Rashid.

Per quanto riguarda gli *scambi tra acqua e biosfera* di particolare interesse è attualmente il problema dello scambio di sostanze in tracce, inquinanti, etc.

Molte ricerche sono state svolte nell'ambito del problema dell'*accumulo* per es. dei «metalli minori» negli organismi marini (si veda per es. l'ampia bibliografia di Bernhard e Zattera). Questo anche ai fini di utilizzare gli stessi come indicatori dello stato di inquinamento dell'acqua. Questo sembra presupporre che nella fase di accumulo (fase transitoria di raggiungimento di un eventuale stato stazionario in cui assimilazione ed eliminazione si uguagliano) valga una relazione per es. del tipo:

$$dc/dt = -1/\tau\ (c - c_o)$$

in cui e c c_o sono le concentrazioni all'istante e di equilibrio dell'elemento nell'organismo (c_o dovrebbe evidentemente essere considerata a parità di tutto il resto, funzione della concentrazione della specie nell'acqua). Questo tipo di considerazioni sembrano essere verificate in un certo numero di casi (è noto che sono stati determinati i periodi di dimezzamento delle concentrazioni di diversi metalli in orga-

nismi inquinati opportunamente stabulati in ambienti puliti) e sarebbe certamente importante poter disporre di tabulazioni dei valori c_o e τ misurati in laboratorio, in modo da dare maggior significato ai valori istantanei e misurati in campo.

Il problema sembra comunque essere notevolmente complesso per quanto riguarda la dipendenza di c_o (concentrazione di equilibrio nell'organismo) dalla concentrazione della specie nell'acqua. È appena il caso di ricordare intanto che, per valori limiti della concentra-zione, tale dipendenza può essere in pratica annullata dai meccanismi fisiologici di autoregolazione (per concentrazioni molto basse) o dai forti processi degenerativi (per alte concentrazioni). (Si veda per es. Eisler).

A parte tali situazioni limite, la c_o di un certo metallo dipende certamente dalla concentrazione che lo stesso elemento ha in acqua ma sembra dipendere anche dalla concentrazione contemporanea di altre sostanze (complessanti, etc.) che possono sottrarre una parte del metallo in questione dalla possibilità di scambio, oppure p.es. modificare la preferenziale localizzazione in certi organi o tessuti (influendo fra l'altro anche sul valore di T): per es. lo Zn presente in acqua è disponibile per gli organismi marini, in generale solo per la parte presente in forma ionica (Piro). Si veda inoltre per es. Bittel per indicazioni sui tempi di dimezzamento biologico, in diversi organismi, del mercurio e sulle variazioni degli stessi al varare della forma di combinazione di Hg,

È per tali motivi che grandezze come il «fattore di concentrazione» o, meglio, «fattore di trasferimento» (rapporto delle concentrazioni di una stessa sostanza nell'organismo e nell'acqua) sono praticamente prive di significato per i valori limite della concentrazione e devono essere considerate con cautela negli altri casi.

È da ricordare infine che il valore di c_o e di τ potrebbero dipendere, a parità di tutto il resto, anche dalla eventuale presenza di altri componenti della biosfera che possono essere considerati appartenenti ad uno dei livelli della catena alimentare (Si veda p.es. Nassogne citato da Bernhard e Zattera). A questo proposito può essere utile ricordare che alcuni autori (Isensee) hanno ritenuto utile proporre la definizione di due indici: *bioaccumulazione* (misura della accumulazione in un organismo di una sostanza attraverso tutti i possibili processi) e *bioamplificazione* («biomagnification»: misura del-

l'accumulo attraverso il consumo di organismi situati a più bassi livelli trofici).

Un approfondimento di tali concetti appare utile e si può ricordare p.es. l'approccio tentato da Terhaar e coll. attraverso la simulazione in laboratorio di un opportuno sistema dinamico idrobiologico che ha permesso di studiare bioaccumulazione e bioamplificazione di Hg ed Ag in una opportuna catena trofica (Scenedesmus, Daphnia, Pimphales promelas, Ligumia e Margaritesfera). Può essere il caso a questo punto di ricordare che nel procedere lungo l'una o l'altra di queste vie di accumulazione la sostanza chimica può evolvere in diverse forme di combinazione rendendosi diversamente disponibile per i successivi livelli trofici e variando la sua eventuale tossicità (si veda p.es. Jernelöv; Bohn e McElrog). A questo fatto può naturalmente collegarsi il problema della concentrazione differente della sostanza in diversi organi o tessuti dell'organismo, problema affrontato da diversi autori.

È chiaro che le considerazioni su esposte per il trasferimento di semplici sostanze inorganiche possono essere generalizzate al caso molto più complesso e per ora molto poco noto del trasferimento p.es. di gruppi o residui caratteristici contenuti in inquinanti organici (interessanti suggerimenti al riguardo potrebbero trovarsi p.es. nei lavori di Faulkner e Coll. e di White e Hager).

Negli esempi precedenti sono stati dati cenni su problemi di scambio ed interazione tra singoli sotto-sistemi eterogenei. È da ricordare però che, per un esame più dettagliato, può essere opportuno considerare uno solo dei suddetti sotto-sistemi, per es. la soluzione acquosa, -ulteriormente suddiviso in parti e studiare i possibili scambi tra queste.

Goldberg, per es., ha ritenuto utile definire un tempo di permanenza per l'elemento nelle acque superficiali definito da $\tau_{s,i}$ = [C_i (acqua sup.) / C_i (acqua prof.)] τ_s, Cl^-, dal prodotto, cioè, del rapporto di concentrazione della specie i in superficie e in profondità col tempo di permanenza (considerato come riferimento) in superficie del cloruri ($\tau_{s,cl-}$). Mentre per il tempo di permanenza riferito al mare nella sua totalità si hanno valori, per es. per P, Si, Ba, etc, dell'ordine di 10^4, 10^5 e 10^4 anni, i corrispondenti valori riferiti alle acque superficiali si aggirano sui 2-10 anni. Si veda, a questo proposito, anche un recente lavoro di Bewers e Yeats che hanno discusso diversi

possibili meccanismi di regolazione della concentrazione dei metalli nelle acque superficiali e, rispettivamente, profonde.

Per un metodo più generale di affrontare questo problema si veda per es. la discussione, riportata da Brewer, sui diversi modelli discontinui (box models) o continui utilizzati per descrivere singole porzioni dell'oceano e studiarne la distribuzione delle variabili chimiche.

Il caso in cui singole parti del sistema acquoso (invece che a porzioni poste a diversa profondità) corrispondano a bacini relativamente isolati è stato per es. discusso da Grasshoff, che ha riportato, per mari quali il Mare Nero, il Mar Rosso o per fiordi, etc. ampia documentazione degli andamenti di diverse proprietà e delle variabili chimiche.

Si sono considerati fin qui i sottosistemi come sistemi termodinamici aperti, attraverso i quali avviene cioè scambio di materia oltre che di energia, mettendo in evidenza l'interesse e l'importanza dello studio degli scambi di composti chimici fra tali sottosistemi.

È evidente però la complessità che deriva da tale impostazione: la risoluzione dei vari problemi richiede infatti un approfondimento delle conoscenze delle cinetiche di scambio, delle tendenze di evoluzione dei sistemi e necessita di dati sperimentali (coefficienti di diffusione, costanti cinetiche, ecc.) tuttora molto scarsi.

In molti casi sembra perciò più utile applicare le considerazioni della *termodinamica classica* (relative cioè ai *sistemi chiusi*) e questo soprattutto per i sottosistemi (o per loro porzioni) all'interno dei quali le velocità di raggiungimento dell'equilibrio sono considerevolmente più alte rispetto a quelle di scambio con gli altri sottosistemi. In ogni caso, come sottolineato da Pytkowicz e Kester, la conoscenza degli stati di equilibrio, anche considerati come situazione limite, è essenziale come punto di partenza per lo studio della situazione attuale e per individuare le evoluzioni in atto in un particolare sottosistema.

Fra i vari sottosistemi quello che più utilmente si presta ad essere studiato da questo punto di vista sembra essere quello acquoso sia perché la sua composizione chimica può ritenersi, almeno in prima approssimazione, costante sia perché la fase acquosa può considerarsi il mezzo attraverso il quale avvengono i vari scambi di sostanze interessanti la chimica dell'ecosistema marino.

Riferendoci in particolare ai metalli in tracce, che costituiscono alcune delle sostanze chimiche più importanti per le implicazioni ecologiche, il problema è quello di individuare come ogni elemento è distribuito, all'equilibrio, fra le diverse specie chimiche possibili.

Questo è un tipico problema per il quale la chimica analitica, applicando la termodinamica delle soluzioni, propone, almeno in via teorica, uno schema risolutivo.

Riassumendo trattazioni più vaste che si trovano in testi come Butler, l'impostazione della risoluzione è riconducibile alle seguenti considerazioni: dati gli elementi oggetto della ricerca, si scrivono tutte le specie che ragionevolmente si possono formare (ad esempio, per il mercurio, in acqua di mare, si possono prevedere specie come $HgCl_4^{2-}$, HgC_{l3}^{3-}, $HgCl_2$, $Hg(OH)_2$, $Hg(OH)_2Cl^-$, $HgOHCl_3^{2-}$.....) e le cui concentrazioni costituiscono le incognite. Per la soluzione si impostano equazioni che descrivono bilanci di massa e relazioni di equilibrio in numero uguale al numero delle incognite ottenendo un sistema, nel caso generale, a n incognite ed n equazioni.

Questi sistemi sono risolvibili anche se, spesso, con difficoltà legate alle complessità dei calcoli: a queste difficoltà si ovvia con opportune approssimazioni basate sulle conoscenze qualitative del sistema e con l'impiego dei calcolatori elettronici che permettono di maneggiare agevolmente decine di equazioni.

Diversi autori, su questa linea di ricerca, hanno proposto dei modelli chimici per le concentrazioni di equilibrio delle varie specie nelle quali sono distribuiti gli elementi (si vedano ad esempio, oltre allo studio pionieristico di Brinkley, quelli di Morel e Morgan, Zirino e Yamamoto). Particolare interesse hanno i risultati di queste ricerche espressi con diagrammi di predominanza delle varie specie in funzione dei parametri chimici fondamentali come il pH o il pCl (si vedano alcuni interessanti esempi riportati da Riley).

Questo tipo di approccio presenta però, allo stato attuale delle conoscenze, alcune limitazioni. La più importante è legata al fatto che, nello stendere le equazioni cui ci si è riferiti, si fa uso di costanti di equilibrio ricavate e valide in soluzioni acquose diverse dall'acqua del mare (nei modelli propositi ci si riferisce solitamente ai valori raccolti da Sillen e Martell). Così, ad esempio, l'impiego di costanti termodinamiche che fanno uso delle attività, essendo la scala delle attività riferita a soluzioni a diluizione infinite, costituisce evi-

dentemente una approssimazione che può, in certi casi, portare a risultati molto distanti dalla realtà.

Ancora, nel prevedere le possibili specie fra le quali è distribuito un elemento, si è oggi fortemente limitati dalla larga approssimazione delle conoscenze sui possibili legandi organici presenti nell'acqua di mare.

Questo modo di affrontare il problema quindi non può costituire, attualmente, che una approssimazione alla situazione reale. Per una impostazione corretta sono evidentemente necessari, oltre a dati analitici sulla composizione dell'acqua di mare, ampi studi fondamentali sulle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua di mare che permettano di definire grandezze relative all'equilibrio valide per questo sistema.

Date le difficoltà e le approssimazioni che si incontrano con i metodi basati su modelli chimici, si potrebbero proporre, per la determinazione della concentrazione delle specie chimiche fra le quali può essere distribuito un elemento, metodi di misura diretti. Alcuni autori (si veda ad esempio Riley vol. 1 pag. 183) hanno proposto diverse vie di approccio sperimentale al problema; dati i valori bassissimi delle concentrazioni in esame non sembra però che, con le attuali conoscenze e le attuali tecniche sperimentali, si possa arrivare, per queste vie, ad una soluzione soddisfacente del problema. Allo stato attuale sembra perciò ragionevole proporre un approccio intermedio che permetta, attraverso una metodica analitica che preveda particolari trattamenti chimici, di differenziare dal punto di vista del comportamento chimico le varie specie fra le quali è distribuito un elemento. (Si vedano in questo senso i recenti articoli di Florence e Batley).

Si rimanda per un approfondimento dello studio della evoluzione dei modelli chimici a diversi lavori di Whitfield ed alla già citata monografia di Pytkowicz e Kester, ricca di riferimenti bibliografici. In questa monografia oltre che cenni sugli sviluppi delle ricerche sulla struttura dell'acqua e sulle interazioni acqua-ioni sono date informazioni sui principali tipi di equilibri di rilevante interesse per la chimica del mare (dissociazione di acidi deboli, formazione di coppie di ioni e di complessi, solubilità delle diverse sostanze e influenza della speciazione).

Concludendo, si può notare come questa pur brevissima panoramica su argomenti chimici di rilevante interesse per l'oceanologia sollevi un gran numero di problematiche in stretta correlazione con alcuni degli aspetti fondamentali della chimica (oltre che, naturalmente, con diversi aspetti applicativi, analitici, etc). Questo, da un lato, evidenzia ancora una volta l'opportunità di strettamente correlare il lavoro svolto in campo con quello di laboratorio e, dall'altro, rende massimamente auspicabile un adeguato sviluppo, anche in Italia, della chimica del mare.

BIBLIOGRAFIA

Bender M.L. 1971. *J. Geophys. Res*. 76: 4212.

Bernhard M. and A. Zattera. 1975. Major pollutants in the marine environment.In: Pearson and Frangipane (eds) «*Marine Pollution and Marine Waste Disposal*». Pergamon Press Oxford: 195-300.

Bittel R. 1973. Étude du comportament des métaux lourds en milieu marin en vue de l'evaluation de la capacité limite d'acceptation des ecosystémes océaniques pour la pollution chimique. *Rev. Int. Océanogr. Méd*., 30: 3-36.

Bohn A. and R.O. McElroy. 1976. Trace metals (As, Cd, Cu, Fe, Zn) in Arctic cod, Boreogadus saide, and selected zooplankton from Strathcone Sound, Northern Baffin Island, *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 33: 2836-2840.

Brewer P.G. 1975. Minor elements in sea water. In: J.P. Riley and G. Skirrow {Eds.) «*Chemical Oceanography*». Academic Press, 1: 415.

Brinkley S.R. 1974. *J. Chem. Phys*. 15: 107.

Butler J.N. 1964: «*Equilibri ionici*» Ed. Universo, Roma.

Eisler R. 1971. Cadmium poisoning in Fundulus heteroclitus and other marine organisms *J. Fish, Res. Ed Can.* 28: 1225-1234.

Eisler R., G.E. Faroogian and R.J. Hennekcy. 1972. Cd uptake by marine organisms. *J. Fish. Res. Ed Can.* 29: 1367-1369.

Faulkner D.J. e coll. 1975. Origin and fate of organic chemicals in the Sea. In: D. Goldberg (Eds.) *The nature of seawater*. 623.

Florence T.M. and G.E. Batley. 1976. Determination of the chemical forms of dissolved Cd, Pb and Cu in seawater *Mar. Chem*. 4: 347-363.

Florence T.M. and G.E. Batley. 1977. Determination of the chemical forms of trace metals in natural waters, with special reference to Cu, Pb, Cd and Zn. *Talanta* 24: 151-158.

Grasshoff K. 1975. The hydrochemistry of Landlocked basins and Fjords In: J.P. Riley and G. Skirrow (Eds.) «*Chemical Oceanography*» Academic Press, 2: 456-593.

Isensee A.R. e coll. 1973, Distribution of alkyl arsenicals in model ecosystems Environ. *Sci. Technol.*, 7: 841-844.

Jernelöv A. 1975. Heavy metals in the marine environment. In: «*Discharge of Sewage from Sea Outfalls*», Pergamon Press; 115.

Mackenzie F.T. 1975. Sedimentary cycling and the evolution of sea water. In: J.P. Riley e G. Skirrow (Eds.) «*Chemical Oceanography*», Academic Press, 1: 309.

Manheim F.T. *Interstitial waters of marine sediments* ib. 6: 115-178.

Morel F. and J.J. Morgan. 1972. *Environ. Sci. Technol.* 6: 58.

Piro A., M. Verzi e C. Papucci. 1969. L'importanza dello stato chimico-fisico degli elementi per l'accumulo negli organismi marini. I. Lo stato chimico-fisico dello Zn in acqua di mare *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 37: 298-310.

Pytkowicz R.M. and D.R. Kester. 1971. The physical chemistry of sea water Oceanogr. *Mar. Biol. Ann. Rev.* 9: 11-60.

Rashid M.A. 1974. Absorption of metals on sedimentary and peat humic acids. *Chemical Geology*, 13: 115-123,

Riley J.P. and G. Skirrow. 1975. *Chemical Oceanography*, Academic Press, vol. I.

Schindler P.W. 1975. The regulation of trace metal concentrations in natural water systems: a chemical approach. Proc. First Specialty Symp. on *Atmospheric contribution to the chemistry of Lake Waters*. Internat. Assoc. Great Lakes Bes., Spet. 28 - Oct. 1.

Sillen L.G. and A.E. Martell. *Stability constants of metal ion complexes* Ed. Chemical Society, Spec. Publ. n. 17 (1954) e n. 25 (1971).

Terhaar C.J. e coll. 1977. A laboratory model for evaluating the behavior of heavy metals in an aquatic environment *Water Res.* 11: 101-110.

White R.H. and L.P. Hager. 1975. A biogenetic sequence of halogenated sesquiterpenes. In: D. Goldberg (Ed.) «*The nature of seawater*» : 633.

Whitfield M. 1971-72. Progress towards a chemical model for sea water. *Proc. R. Soc. Edimb.* (B) 72: 39.

Zirino A. e Yamamoto T. 1972. *Limnol. Oceanogr.* 17: 66.

IGNAZIO DAGNINO*

SUI FENOMENI DI INTERAZIONE ATMOSFERA-MARE

PREMESSA

L'argomento che mi propongo di trattare sinteticamente comprende una vasta gamma di fenomeni, di fondamentale importanza per il Meteorologo e per l'Oceanografo, che si svolgono principalmente nello strato limite inferiore della troposfera (strato limite planetario), che ha uno spessore di alcune centinaia di metri e nello strato limite oceanico dello spessore di alcune decine di metri.

Se si fa eccezione per la marea, tutti i moti oceanici ed atmosferici dipendono dal trasferimento e scambio di proprietà «nei due sensi» tra atmosfera e mare.

Sono stati compilati trattati di Meteorologia per Oceanografi, di Oceanografia per Meteorologie più recentemente trattati riguardanti lo strato superficiale degli Oceani, la Fisica dell'atmosfera marina e l'interazione Oceano-Atmosfera ([1 2 3 4 5 6 7]).

La grande impresa scientifica che va sotto il nome di GARP (Global Atmospheric Research Program), comprende il sottoprogetto JASIN (Joint Air-Sea Interaction Experiment) rivolto alle ricerche di scambio energetico in micro e macroscala tra i due mezzi, processi che risultano fondamentali per la dinamica degli Oceani e dell'Atmosfera. Recentemente è apparso un programma patrocinato dal Comitato Scientifico dei Paesi aderenti alla NATO ([8]), avente lo scopo di stimolare la collaborazione internazionale tra scienziati nel campo dell'interazione atmosferica-mare. Esso comprende tra l'altro argo-

*Cattedra di Oceanografia fisica - Facoltà di Scienze dell'Università di Genova

menti riguardanti gli scambi di calore e di vapore nei periodi di forte vento, la generazione di aerosol e di particelle ad opera dei frangenti al largo ed in prossimità della costa, la generazione del moto ondoso, i problemi relativi alla formazione ed alla variazione del termoclino, i movimenti dello strato superficiale in risposta al vento, gli scambi di gas tra il mare e l'atmosfera. Sempre secondo il Comitato Scientifico della NATO, particolare considerazione deve essere rivolta allo sviluppo degli strumenti e delle tecniche di misura relative agli argomenti sopra considerati.

LA RICERCA OCEANOGRAFICA PRIMA E DOPO IL 2° CONFLITTO MONDIALE

Agli inizi della ricerca oceanografica, gli specialisti, studiando l'ambiente marino, avevano constatato che i caratteri fisici delle acque appartenenti allo strato superficiale erano soggette a variazioni rapide e molto difficilmente rappresentabili mediante osservazioni effettuate in base alla strumentazione a loro disposizione.

La loro attenzione fu rivolta agli strati più profondi, sede di variazioni lente e perciò definibili mediante osservazioni distanziate nello spazio e nel tempo. Il compito degli Oceanografi fu perciò rivolto alla descrizione ed interpretazione delle grandi linee della distribuzione delle proprietà fisiche delle acque.

A partire dalla seconda metà del secolo XIX era però noto che il trasferimento di energia attraverso l'interfaccia Oceano-Atmosfera era la causa dei principali fenomeni oceanici e della variabilità dello strato superficiale. Erano inoltre noti i rapporti esistenti tra le masse dell'Atmosfera e dell'Oceano e tra le capacità termiche dei due mezzi.

La strumentazione in possesso degli Oceanografi anteguerra, sapientemente usata, permise di definire i principali lineamenti della circolazione marina a carattere stazionario e gli andamenti stagionali con risultati pressocchè definitivi. Basta citare, per quanto concerne il Mediterraneo, i risultati delle campagne oceanografiche della Nave danese «Thor» ([9]), che permisero di determinare i caratteri principali della circolazione superficiale intermedia e profonda. Voglio anche ricordare le ricerche del compianto Prof. Francesco VERCELLI nello Stretto di Messina e nel Mar Rosso ([10 11 12 13]) in collaborazione per la parte chimica col Prof, Mario PICOTTI nostro Socio onorario,

recentemente scomparso. Alle campagne del Prof. Vercelli collaborò validamente la Marina Militare Italiana.

Il Vercelli fu tra i primi a comprendere l'importanza della variabilità dello strato superficiale e contribuì alla valorizzazione del materiale sperimentale raccolto nella Baia di Palma de Mallorca mediante un batitermografo realizzato da Idrac ([14]). L'analisi del Vercelli è relativa ad una serie di registrazioni sufficientemente estese nel tempo ed eseguite a diverse profondità e tende a stabilire le cause che danno origine alla formazione di onde interne.

Il progresso tecnico, incrementato nel corso della seconda guerra mondiale e proseguito successivamente, ha permesso di determinare in modo quasi istantaneo la ripartizione dei diversi parametri marini ottenendo profili verticali continui di temperatura, salinità ed ossigeno fo della velocità del suono). È stata così confermata l'esistenza di una «incostanza» dell'Oceano, indicata con la parola «variabilità» che è recentemente entrata nell'uso comune ([15]).

L'introduzione di tecniche sempre più idonee, fa .sperare che non sarà lontano il giorno in cui sarà possibile determinare con sufficiente esattezza i dislivelli tra i punti della superficie del mare e pervenire ad una rappresentazione sinottica delle correnti superficiali marine.

A questo scopo vengono sperimentati i satelliti geodetico-oceanografici del tipo GEOS (Geodinamic Experimental Ocean Satellite).

Nel corso della mia esposizione illustrerò i principali aspetti del meccanismo di interazione atmosfera-mare soffermandomi in particolare su quelli che meglio conosco per esperienza personale. Verranno in tal modo messi in particolare risalto il bilancio energetico delle acque costiere del Golfo di Genova e la formazione di aree instabili sul Mediterraneo.

I PRINCIPALI ASPETTI DELL'INTERAZIONE ATMOSFERA-OCEANO.

a) LE CORRENTI DI DERIVA.

Le indagini di Stommel e di Munk ([16 17 18]) hanno dimostrato che i principali circuiti che caratterizzano la circolazione superficiale dell'Atlantico e del Pacifico, sono causati dai venti che spirano sui due Oceani, venti che manifestano un andamento prevalentemente zonale.

Il procedimento di Munk permise di pervenire al risultato per

via analitica, partendo dalle equazioni del moto opportunamente semplificate. Una maggior corrispondenza dal punto di vista quantitativo con i moti reali può essere ottenuta con procedimenti di integrazione numerica delle equazioni del moto. Le ricerche in tal senso sono ormai numerose e mi limito qui a citare il lavoro di L.M. Fomin ed L.V. Moskalenko sulle correnti di deriva del Mediterraneo Orientale ([19]).

Se i venti sono a carattere transitorio ed irregolare e legati al passaggio di depressioni e di perturbazioni atmosferiche, occorre studiare il regime transitorio delle correnti come fece Ekman all'inizio di questo secolo.

Un vento che inizia a 'soffiare su di un oceano, vi genera, in presenza della rotazione terrestre, un regime di correnti crescenti non regolarmente a partire dall'inizio dell'azione del vento, ma un regime che presenta oscillazioni periodiche col periodo di rotazione del pendolo di Foucault.

In tal modo, a causa della rotazione terrestre, una forza permanente ad inizio1 brusco suscita una periodicità del moto marino. Un fenomeno analogo ha luogo allorché cessa l'azione del vento per la presenza di correnti di inerzia che si esplicano su circuiti circolari. In un sistema stratificato possono formarsi onde interne di periodo pendolare soprattutto in presenza di discontinuità del vento legate ad esempio ad un fronte.

Un oceano assimilabile a due strati di diversa densità può presentare ampie oscillazioni al livello della superficie di separazione tra i due strati anche se la superficie marina oscilla poco. Possono generarsi onde interne risonanti da fenomeni atmosferici spostantisi lentamente e di conseguenza poco intensi e tali da passare inosservati.

Se la densità cresce con continuità verso il fondo, la variazione sulla verticale della velocità delle onde interne libere rende possibili oscillazioni di diverso periodo nei diversi strati a contatto.

GENESI DEL MOTO ONDOSO.

I lavori di Sverdrup e Munk ([20]) sulla genesi del moto ondoso furono stimolati dalle esigenze belliche in relazione agli sbarchi alleati in Normandia e diedero notevoli contributi alle conoscenze sul meccanismo di propagazione delle onde al difuori dell'area di generazione.

Tra i risultati di maggior rilievo possiamo annoverare:

- la relazione empirica tra la ripidità dell'onda (rapporto tra l'altezza e la lunghezza dell'onda) e l'età dell'onda (rapporto tra la velocità dell'onda e la velocità del vento).
- la presenza di due tipi di onde nell'area di tempesta e cioè delle onde ripide e meno veloci del vento (i marosi) e delle onde meno ripide delle precedenti e più veloci del vento (gli otri), capaci di propagarsi al difuori dell'area di generazione.

Le relazioni stabilite da Sverdrup e Munk permettono di effettuare la previsione dello stato del mare nell'area di tempesta in funzione dei dati sinottici e la costruzione di piani d'onda nei casi di propagazione delle onde in acqua bassa. Su questo argomento si veda anche la nota del JProf. Tenani ([21]).

NUCLEI DI CONDENSAZIONE,

II moto ondoso conferisce un aspetto cara fieristico alla superficie del mare sulla quale si formano i «ciuffi bianchi». È importante considerare i nuclei di condensazione, che hanno importanza fondamentale nel meccanismo di formazione delle nubi.

I nuclei di condensazione di origine marina (nuclei giganti) sono certamente i più qualificati per servire di supporto alla condensazione del vapore d'acqua. I fenomeni che si generano alla superficie del mare ogni qual volta che c'è generazione di schiuma, generano goccioline finissime di acqua e da esse i nuclei di condensazione.

È noto che la moderna Meteorologia tende alla messa a punto di procedimenti che riguardano l'influenzamento dei fenomeni atmosferici: si parla di guerra meteorologica ([22]) e cioè di modificare l'evoluzione del tempo a proprio vantaggio e a danno dell'avversario. Si pone anche il problema della provocazione di precipitazioni per rendere produttive aree normalmente aride e per sopperire a periodi di eccezionale siccità.

L'abbondanza di una precipitazione dipende dal contenuto di acqua precipitabile e dalla presenza di nuclei giganti di origine marina. Questo argomento ha suggerito la possibilità di interventi mediante semina di sostanze atte alla generazione di un sottile strato (film) sulla superficie del mare, capace di liberare progressivamente nell'aria col processo di evaporazione i germi nucleanti. Simili progetti non sono facilmente realizzabili, ma non è certo priva di fondamento l'ipotesi che la presenza di sostanze inquinanti sulla super-

ficie del mare (ad esempio di idrocarburi), alteri notevolmente l'equilibrio naturale con imprevedibili conseguenze.

STORM SURGES.

Considerando l'azione del vento occorre anche ricordare gli aumenti di livello che talvolta si manifestano sulle coste in concomitanza con le mareggiate (storm surges). Oltre al vento contribuisce anche l'effetto idrostatico prodotto dall'abbassamento di pressione atmosferica. A parte i danni che possono essere arrecati da questi eventi, è accertato che, in concomitanza con essi, si determinano le massime erosioni delle spiagge ([23]). Ciò vale anche sulle nostre coste, anche se l'innalzamento di livello è dell'ordine di 50 cm ([24]).

EVAPORAZIONE E BILANCIO ENERGETICO.

Le ricerche sulle quali riferirò vennero eseguite nel Golfo Ligure e sono relative all'evaporazione ed al bilancio energetico delle acque costiere relativamente al quadriennio 1959-1962, durante il quale vennero eseguite misure continue di temperatura superficiale dell'acqua marina, .di temperatura dell'aria e di umidità relativa a 7 m dalla superficie del mare, di velocità e direzione del vento, di radiazione solare globale e diffusa e misure di salinità delle acque costiere mediante raccolta di campioni giornalieri ([25]).

L'evaporazione venne calcolata in base alle formule empiriche di Jacobs e di Laevastu:

$$E = 0.142\ (e_s - e_a)\ V \text{ mm/g (Jacobs) (1)}$$

$$E = (0.29 + 0.077\ V)\ (e_s - e_a) \text{ mm/g (Laevastu) (2)}$$

che richiedono la conoscenza dell'umidità relativa, della temperatura dell'aria e dell'acqua marina e della velocità del vento.

In base a queste formule, si ebbero i seguenti risultati:

$$E = 1333 \text{ mm/anno (Jacobs)}$$

$$E = 1294 \text{ mm/anno (Laevastu).}$$

Questo risultato indica che il bilancio idrologico delle acque costiere manifesta una tendenza al passivo essendo la precipitazione media a Genova 1250 mm/anno. Secondo G. Wuest, l'evaporazione media sull'intera area mediterranea ammonta a 1450 mm/anno.

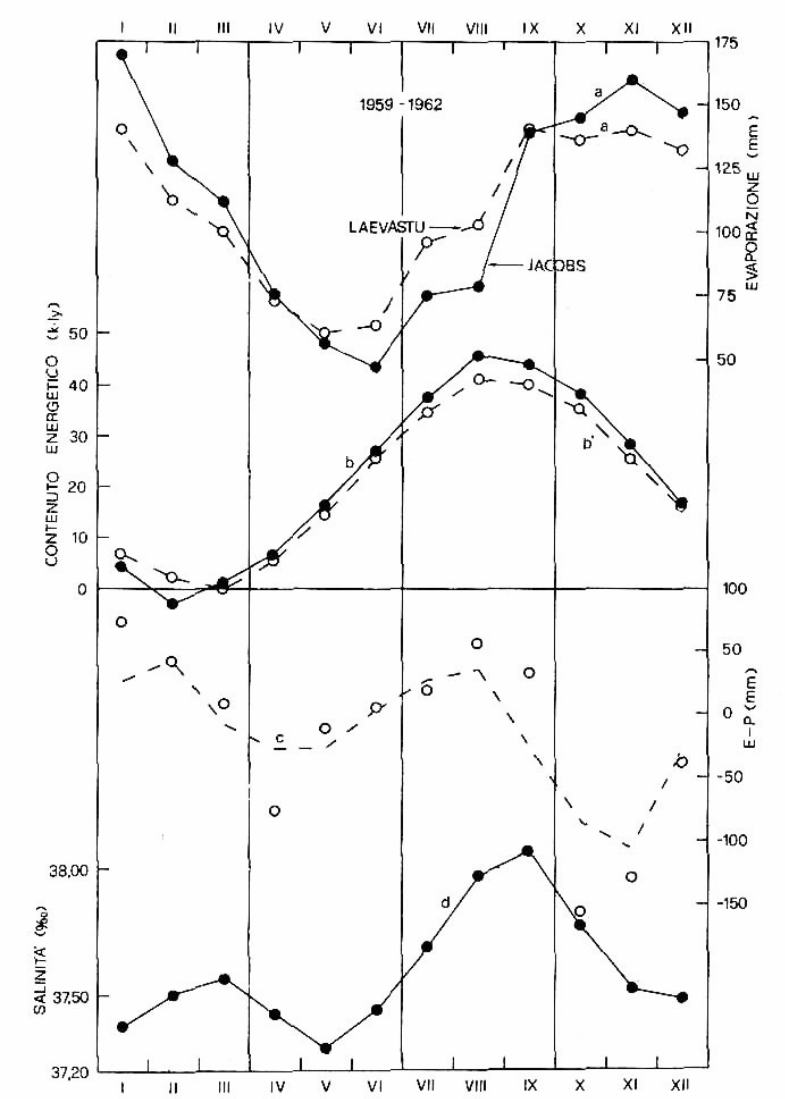


Fig. 1 - Andamento mensile dell'evaporazione (min) a Genova-Pra (curve a ed a'), calcolata con le formule di Jacobs (cerchi pieni) e Laevastu (cerchi vuoti), calore immagazzinati (kLy) in ogni singolo mese negli strati superficiali a Genova-Pra (curva b e b'), andamento medio mensile delle differenze E-P (mm) (curva c) ed andamento medio mensile della salinità S %o Vesima (curva c'). [da Bossolasco M. et Alii ([25])].

In fig. 1 è rappresentato l'andamento mensile dell'evaporazione (curve a ed a'} che risulta massima in autunno-inverno e minima in estate.

Per effettuare un controllo dei risultati ottenuti con le formule (1) e (2), vennero utilizzati i dati relativi al bilancio energetico espri-

mibili mediante la formula:

$$Q = (1 - \alpha)\ G - Q_a - Q_k - Q_e \quad (3)$$

Nella (3) il primo membro indica il contenuto di calore Q della massa d'acqua superficiale che dipende dalla somma algebrica dell'apporto di radiazione G (tolta dall'albedo α della superficie del mare), della differenza Q_a tra l'irraggiamento della superficie marina e quella dell'atmosfera, del calore Q_k ceduto all'atmosfera per trasferimento diretto, del calore Q_a ceduto per evaporazione.

L'andamento mensile di Q è rap-presentato in fig. 1 (curve b e b').

Valutando l'albedo del mare secondo il procedimento suggerito da K.Ya Kondratyef ([26]), risulta che, in media, da febbraio ad agosto il contenuto di calore del mare subisce un incremento di 43600 Ly. Se si suppone che questa quantità di calore sia spesa per riscaldare uniformemente uno strato di acqua marina dello spessore di 100 m con temperatura media di 13.0 °C, si perviene ad una massa d'acqua avente una temperatura media di 17.3 °C. Ciò è in accordo coi dati dei sondaggi effettuati nelle acque costiere del Golfo Ligure.

Le curve c e c' di fig. 1 rappresentano l'andamento mensile della differenza E - P (evaporazione meno precipitazione) e della salinità S % misurata 'giornalmente a Vesima (Genova). L'andamento stagionale della E - P è in buon accordo con quello della S soprattutto nei mesi compresi tra marzo e novembre.

f) POTENZIALE ELETTRICO E TEMPORALI.

È noto che esiste un gradimento di potenziale elettrico tra due punti dell'atmosfera libera posti sulla stessa verticale e che questo gradiente di potenziale è soggetto a variazioni a carattere diurno: variazioni che sul mare avvengono in modo unitario presentando simultaneamente i massimi e minimi su tutti gli oceani del Globo. Sui continenti si sovrappongono influenze locali.

La frequenza dei temporali sul mare è minore che sui continenti, ma non vi sono variazioni a carattere diurno. Il numero di temporali contemporaneamente in atto su tutta la Terra in un determinato istante è dell'ordine di 1800.

Nel corso dell'ultimo conflitto mondiale, la necessità di informazioni sullo stato del tempo, spinse gli stati maggiori al reperi-

mento di dati in territorio avversario con mezzi vari (sondaggi «a rovescio» con sonde paracadutate, boe alla deriva ecc.).

A questo scopo, il Servizio Meteorologico inglese, mise a punto un servizio di localizzazione dei temporali mediante apparati radiogoniometrici accordati sulla frequenza di 10 Kc/sec. L'area Mediterranea era servita da tre stazioni: Gibilterra, Malta e Nicchia.

Il servizio radiogoniometrico proseguì anche in tempo di pace e, per più di un decennio, ci vennero comunicati i dati «sfloc» (coordinate e numero delle scariche elettroatmosferiche) e fu possibile compilare carte giornaliere dell'attività temporalesca e stabilire un confronto con i dati sinottici.

In tal modo fu possibile accertare che in inverno, l'attività temporalesca sul Mediterraneo si svolge prevalentemente sul mare: l'instabilità si genera ogni qual volta che pervengono, sul Mediterraneo masse d'aria fredda ([27]).

La fig. 2 mostra un esempio relativo ad un periodo di sei. giorni dal 18 al 23 gennaio1 1965, nei quali una serie di intense perturbazioni attraversò il Mediterraneo.

In fig. 2 sono segnati i fronti al suolo, le linee di uguale variazione (positiva e negativa) della topografia relativa 500/1000 mb espressa in decametri geodinamici (a tratto continuo e a tratteggio rispettivamente). Queste variazioni sono proporzionali a quelle della temperatura virtuale media della bassa troposfera (uno strato di circa 6000 m di spessore).

Le carte giornaliere sono state compilate in base ai dati giornalieri del Taeglischer Wetterbericht del Deutscher Wetterdienst.

In fig. 2 sono indicate con linee punteggiate le ispoplete dell'attività temporalesca dedotta dai dati «sfloc»: risulta che l'attività temporalesca si svolge esclusivamente sul mare, all'interno delle aree interessate dalle irruzioni fredde.

IRRUZIONI FREDDE E REGIME TERMICO DELLE ACQUE COSTIERE DEL MAR LIGURE.

Nel paragrafo precedente ho preso in considerazione uno degli effetti prodotti dalle irruzioni fredde sull'area mediterranea. Esse danno luogo ad intensa evaporazione, a sprofondamento di masse d acqua superficiale ed al rinnovo delle masse profonde.

Le aree mediterranee maggiormente interessate da questi feno-

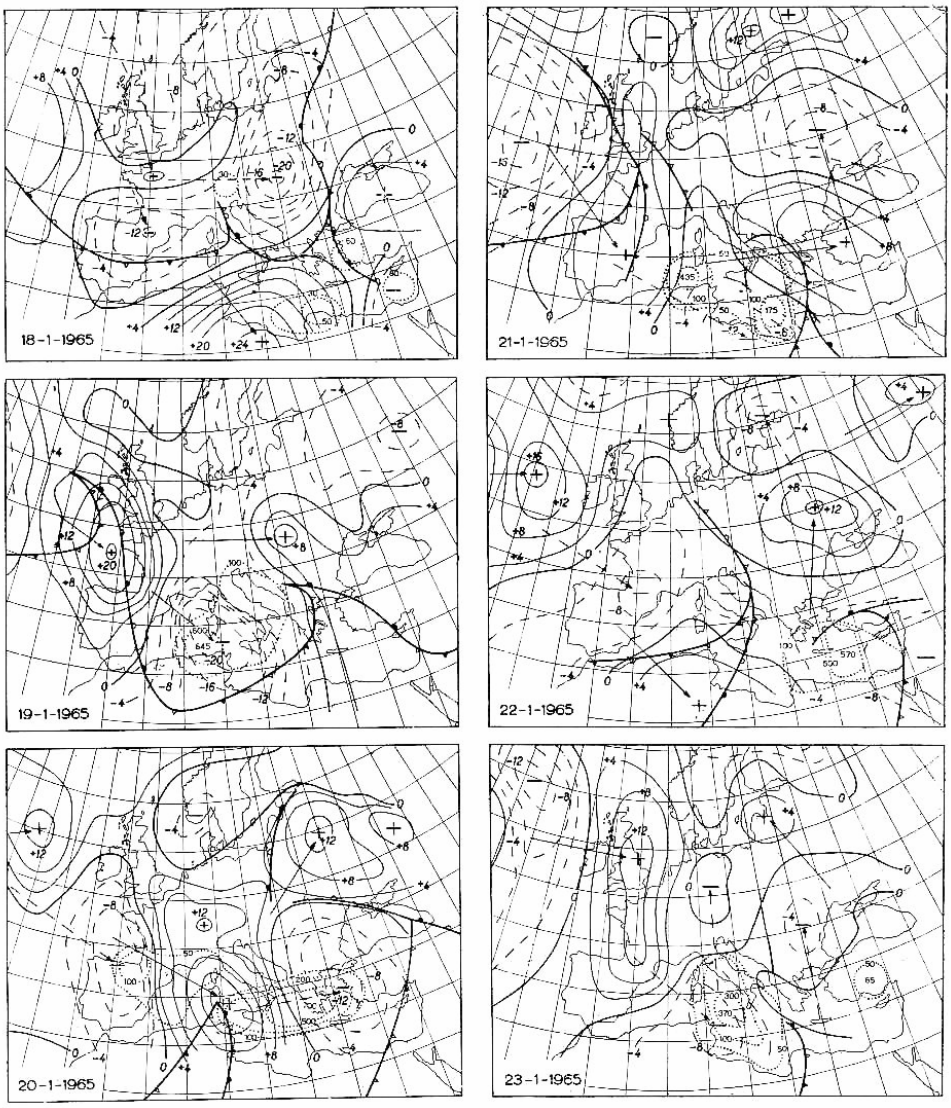


FIG. 2 - Variazione della topografia relativa 500/1000 mb e dell'attività temporalesca nei singoli giorni dal 18 al 23 gennaio 1965 (dalle 0 alle 24 h). [da Bossolasco M. et Alii ([27])].

meni sono il Golfo del Leone e l'Adriatico: le masse profonde così generate non vengono a contatto per cause morfologiche.

L'andamento stagionale anomalo delle irruzioni fredde può influire notevolmente sul regime termico delle acque superficiali.

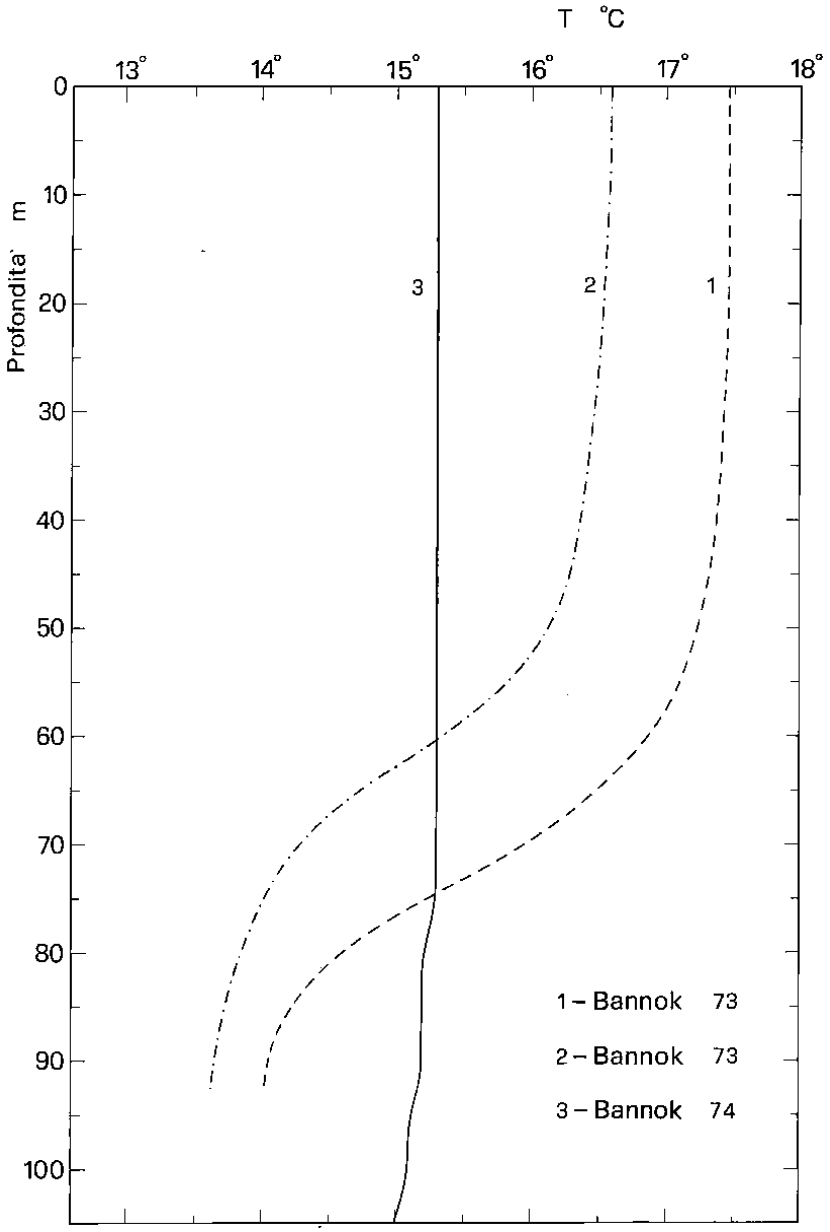


FIG. 3 - Andamento medio temperatura-profondità nelle acque costiere del Golfo Ligure nei mesi di Novembre 1973 e 1974.

In fig. 3 sono rappresentati i grafici temperatura-profondità delle acque costiere del Golfo Ligure effettuati nel mese di novembre 1973 e 1974. I grafici numero 1 e 2 rappresentano la media di 49 sondaggi eseguiti dal 13 al 17 novembre e di 61 sondaggi eseguiti dal 20 al 25 novembre 1973 (w}. Il grafico n. 3 è relativo alla media di 38 sondaggi eseguiti dal 5 al 12 novembre 1974 nel corso di crociere svolte nell'ambito dell'attività del Gruppo di ricerca Oceanologica - Genova.

L'andamento insolito del grafico n. 3 è dovuto alle frequenti irruzioni fredde che, nell'ottobre 1974, interessarono il Mediterraneo Occidentale determinando scostamenti di - 3 °C della temperatura media mensile dalla media trentennale ([29]).

CONCLUSIONI

Quanto ho brevemente esposto mette in vista la necessità di nuove indagini tendenti ad una sempre migliore conoscenza del complesso meccanismo di interazione atmosfera-mare mediante il rilevamento di dati estesi nello spazio e nel tempo.

Il crescente progresso del settore tecnologico, fa sperare che si potranno ottenere risultati di rilievo nella risoluzione di problemi di grande interesse scientifico ed economico come la previsione del tempo a media scadenza, il controllo dell'inquinamento atmosferico e marino e gli interventi sui fenomeni atmosferici.

Giova sperare che le nuove tecniche non vengano impiegate per produrre danni, forse irreparabili, all'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

([1]) Sverdrup H.U. 1952. *Oceanography for Meteorologist*, Georges Allen et Unwin, London (2ª edition).

([2]) De Briones Viejobueno J.L. 1958. Oceanografia para Meteorologos, Serv. Meteor. Nacional, Serie B, Num. 8, Madrid.

([3]) Roll H.U. 1965. Physics of the marine atmosphere, Academic Press, New York, London.

([4]) Manabe S, 1969. Climate and Ocean Circulation: I. The Atmospheric circulation and Hydrology of the Earts Surface. Monthly Weather Review, 97: 739-774.

([5]) Manabe S. 1969. The Atmospheric Circulation and die Effect of Heat transfer by Ocean Currents. Monthly Weather Review, 97: 775-805.

([6]) Bryan K. 1969. The Ocean Model. Monthly Weather Review, 97: 806-827.

([7]) Kraus E.B. 1972, Atmosphere-Qcean interaction. Clarendon Press, Oxford.

([8]) Nato Science Gommittee. 1976. Scientific programme in air-sea interaction - Lettera circolare.

([9]) Nielsen I.N. 1912. Hydrography. Rep. Dan. Oceanogr. Exped. 1908-10 to the Mediterranean and adjacent Seas.

([10]) Vercelli F. 1925. Il regime delle correnti nello Stretto di Messina. Commissione Internazionale del Mediterraneo, Venezia.

([11]) Vercelli F. e M. Picotti. 1926. Il regime fisico-chimico delle acque dello Stretto di Messina. Commissione Internazionale del Mediterraneo, Venezia.

([12]) Vercelli F. 1927. Campagna idrografica della R.N. Ammiraglio Magnaghi in Mar Rosso: Ricerche di Oceanografia fisica. Ist. Idrogr. Marina, Genova, Annali Idrografici, 11: 13-267.

([13]) Vercelli F. 1930. Campagna idrografica della R.N. Ammiraglio Magnaghi in Mar Rosso: Ricerche di Oceanografia fisica. Ist. Idrogr. Marina, Genova, Annali Idrografici, II bis: 1-66.

([14]) Vercelli F. 1936. Analisi delle sesse termiche nella Baia di Palma di Mallorca. Notas y Resumenes, Inst. Espagnol de Oceanogr., n. 93.

([15]) Lacombe H. 1972. Réflections sur la variabilité océanique et la con-duite des recherches esplicatives. Studi in onore di G. Aliverti, Istituto Universitario Navale, Napoli: 75-90.

([16]) Stommel H. 1948. The westward intensification of wind driven ocean currents. Trans. Amer. Geophys. Union, 29: 202-206.

([17]) Munk W. 1950. On the wind driven ocean circulation. Journ. Meteorol. 7: 79-93.

([18]) Munk W. and G.F. Carrier. 1950. The wind driven circulation in ocean of various shapes. Tellus, 2: 158-167.

([19]) Fomin L.M. and L.V. Moskalenko. 1972. On the influence of a bottom topography and the earth's rotation on the wind driven circulation in the Mediterranean Sea. Studi in onore di G. Aliverti, Istituto Univ. Navale, Napoli: 75-90.
([20]) Sverdrup H.U. and H.W. Munk. 1947. Wind sea and swell: theory of relations far forecasting. H.O. public. n. 601.
([21]) Tenani M. 1952, Nozioni teoriche fondamentali sulla formazione e trasformazione delle onde. Istituto Idrogr. Marina, Genova, pubbl. n. 3125.
([22]) Detwiller J. 1975. La guerre météorologique: myte ou réalité de demain. La Meteorologie, 2: 135-146.
([23]) U.S. Army Engineering Research Center. 1973. Shore protection manual. I: 82-143.
([24]) Bagnino I., C. Palau, E. Bozzo, A. La Mantia. 1975. Bilancio e variazioni morfometriche della spiaggia di Lupara di Arenzano (Genova). Ist. Idrogr. Marina, Genova, G.R.O. - G 3, F.C. 1063.
([25]) Bossolasco M., G. Flocchini e C. Palau. 1973. Proprietà fisiche e dinamiche delle acque costiere del Golfo di Genova I: lato occidentale. Riv. hai. di Geofis., XXII: 113-129.
([26]) Kondratyev K.Ya. 1969. Radiation in the atmosphere. Intern. Geoph. Series, 12: 438-441. Academic Press. London and New York.
([27]) Bossolasco M., I. Dagnino e G. Flocchini. 1966. I temporali sul Mediterraneo ed il tempo in grande. Geofis. e Meteor. XV: 113-129.
([28]) Dagnino I., F. Grosso e L. Papa. 1975. Variazioni della struttura termoalina e onde interne in acque costiere: Mar Ligure - Novembre 1973. Istituto Idrogr. Marina, Genova, G.R.O. - G. 2, F.C, 1061.
([29]) Deutscher Wetterdienst, Die Grosswetterlagen Europas, Offenbach Main, Oktober 1964.

COMUNICAZIONI

FRASCARI F.*, FRIGNANI M.*, GIORDANI P.*,
GUERZONI S.*, MARABINI F.*, POLETTI R.**

DISTRIBUZIONE DI METALLI PESANTI IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE SEDIMENTOLOGICHE DI CAMPIONI DI FONDO DEL MARE ADRIATICO TRA ANCONA E IL DELTA DEL PO

Sono stati analizzati 105 campioni di sedimenti di fondo (fig. 1), di cui 75 prelevati in mare tra Ancona e Chioggia, fino ad una distanza di 12,5 mn dalla costa; gli altri 30 campioni dal delta del Po, di alcune lagune e dalle foci dei fiumi più importanti (come carico inquinante) della zona in esame. Le campionature sono state effettuate negli anni 1974 e 1975.

Sono stati determinati: granulometria, contenuto in alcuni metalli pesanti (Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb e Zn) e in $CaCO_3$. I metalli pesanti sono stati determinati mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico, previa estrazione con NHO_3-8N a caldo o, per il Hg, con HNO_3/H_2SO_4 (1:1, v/v).

I risultati sono stati elaborati con analisi fattoriale sia di tipo Q (con coefficente cos θ) che di tipo R (con coefficente r,). I dati chimici sono stati standardizzati nell'intervallo compreso tra i valori massimi e minimi per ogni elemento.

Dall'analisi fattoriale dei dati granulometrici si ottengono tre fattori (fig. 2) che soddisfano al 94,2 % l'informazione totale e la cui combinazione da luogo a quasi tutti i «tipi» granulometrici presenti.

*Laboratorio per la Geologia Marina del CNR - Bologna.
**Centro di Biochimica Marina - Cesenatico.

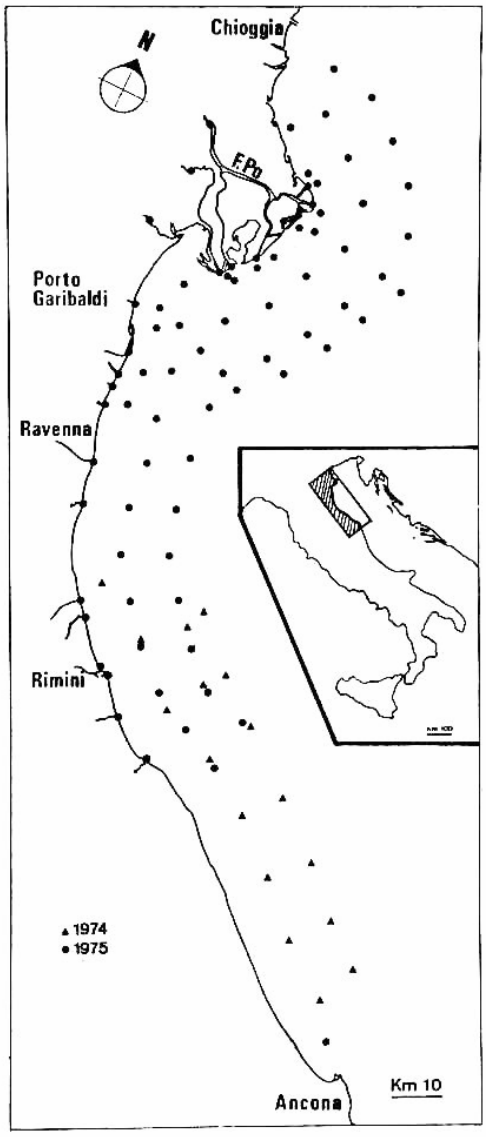


FIG. 1 - Ubicazione delle stazioni.

Due di questi fattori rappresentano la composizione reale di molti campioni (che praticamente possono essere considerati «end-members»); il terzo fattore, invece, è solo teorico. Tuttavia è molto utile per dare indicazioni sulla composizione granulometrica dei sedimenti di aree marine non ancora campionate in pieno, ma solo sfiorate.

Secondo le suddivisioni litologiche di Shepard, i campioni più vicini al primo fattore (figg. 2, 3) sono argille siltose; essi sono distri-

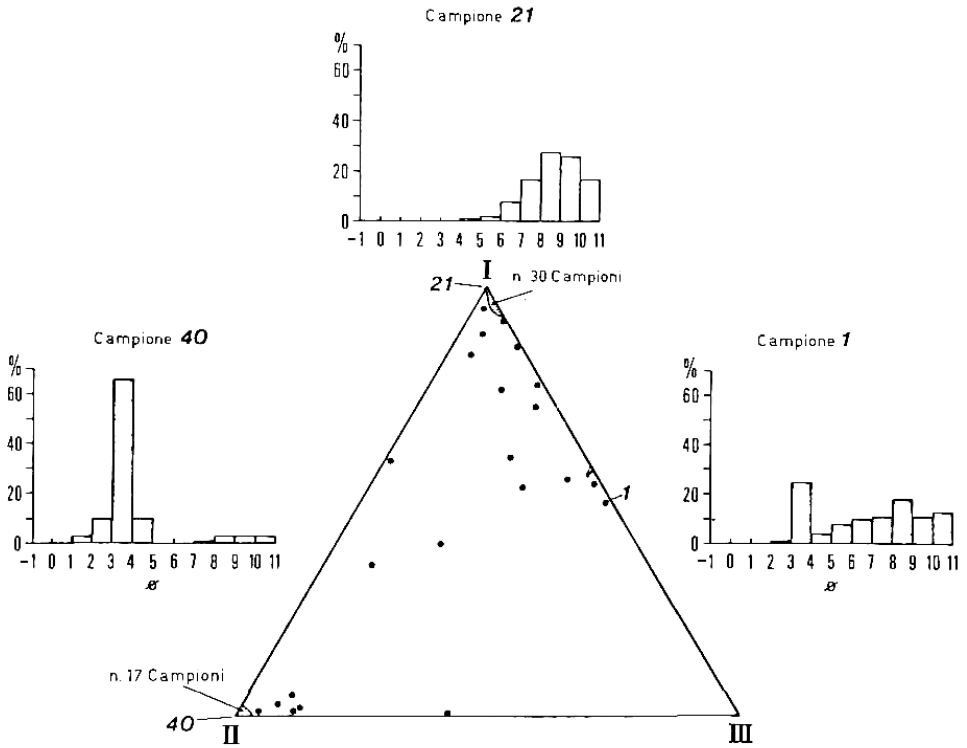


FIG. 2 - Composizione dei 105 campioni in funzione dei tre fattori ottenuti dall'A.F.. La composizione granulometrica dei campioni più vicina a ciascun fattore è mostrata dai tre istogrammi.

buiti in diversi fiumi, nelle lagune e su un'ampia area al largo dove l'ambiente di sedimentazione è determinato prevalentemente dalla forza di gravita. I capioni più simili al secondo fattore (figg. 2, 4) sono sabbie e sabbie argillose, distribuite al largo a NE del Delta (sabbie residuali di tipo costiero) e lungo la costa, dove prevale l'effetto del moto ondoso e delle correnti. I campioni più vicini al terzo fattore, carat-teristici di un ambiente di transizione, sono rappresentati prevalentemente da loam e silt argillosi e si trovano soprattutto lungo la costa, alla foce di alcuni fiumi e in zone al largo tra Ancona e Cattolica.

L'analisi fattoriale dei dati chimici ha mostrato che sono sufficienti tre fattori per esprimere il 95,8 % della variabilità totale (fig. 5). Il primo (fig. 6) è caratterizzato da un elevato contenuto, in ordine di importanza, di Pb, Cu, Zn, Hg, Cr, Co e Ni; il secondo (di cui non

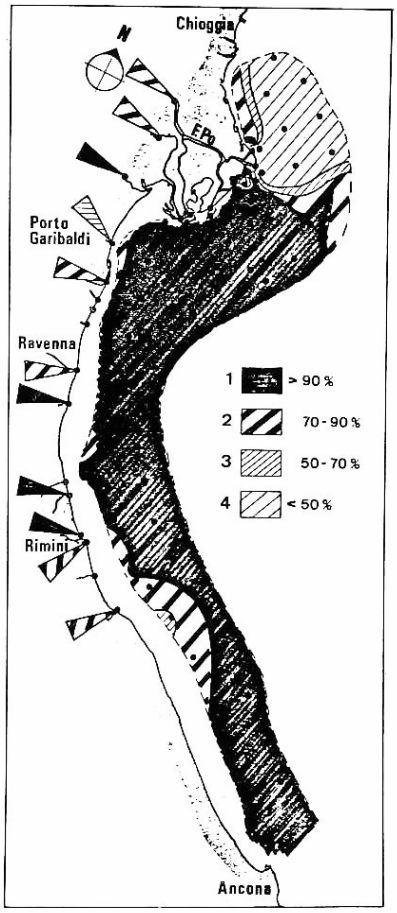


FIG. 3 - Analisi fattoriale dei dati granulometrici: distribuzione % del I fattore.

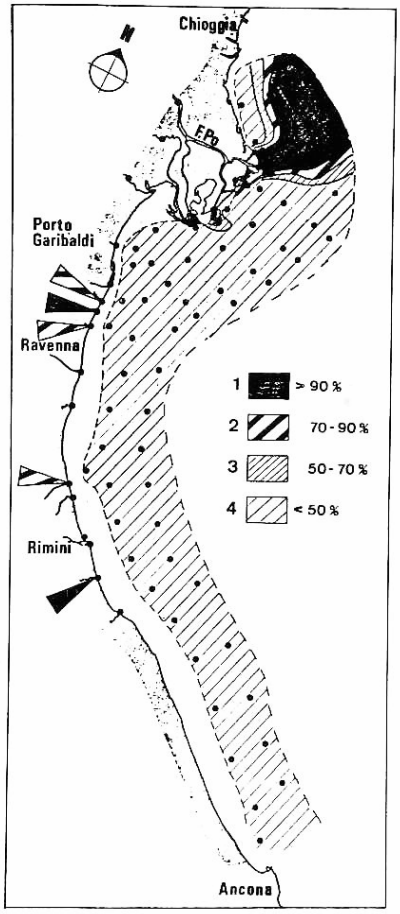


FIG. 4 - Analisi fattoriale dei dati granulometrici: distribuzione % del II fattore.

esiste un vero e proprio «end-member») contiene in discreta misura Mn, Co e Ni, mentre il terzo è chiaramente caratterizzato da un alto contenuto di $CaCO_3$.

È evidente che i campioni più simili al primo fattore (fig. 6) sono quelli che presentano un maggior accumulo di metalli inquinanti. Tale accumulo è massimo nel Delta e nell'area antistante, a partire da circa

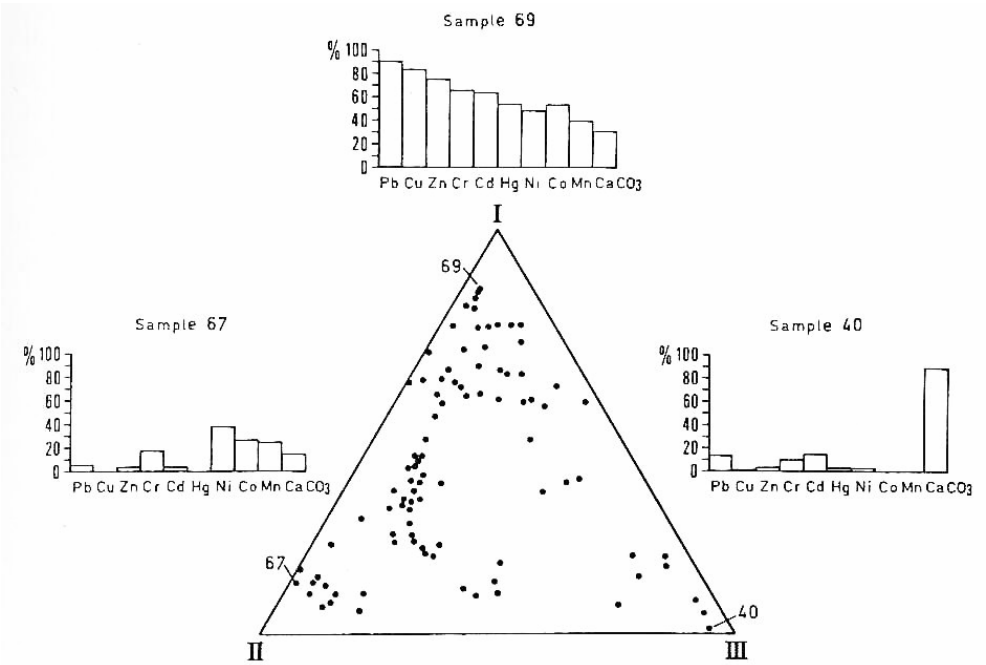


FIG. 5 - Composizione dei 105 campioni in funzione dei tre fattori ottenuti dal-l'A.F.. La composizione chimica dei campioni più vicina a ciascun fattore è mostrata dai tre istogrammi (i dati sono standardizzati).

2-3 mn dalla costa, diminuisce velocemente verso SO e N e degrada verso S e SE, mettendo in evidenza l'effetto inquinante del Po ed il trasporto ad opera delle correnti al largo. Qualche valore rilevante si trova anche alla foce di alcuni fiumi. Il secondo fattore rappresenta condizioni che sono, con ogni probabilità, proprie di sedimenti poco inquinati di origine terrigena; il terzo è indicativo di sedimenti terrigeno-biogeni.

È stata eseguita un'analisi fattoriale di tipo Q 'limitata ai campioni prelevati da 5 mn dalla costa verso il largo. In questo caso l'entità dell'informazione con la scelta dei tre fattori aumenta al 97,6 % e ne viene accentuata la differenziazione di ciascuno (fig. 7).

Analisi fattoriali di tipo R sono state eseguite per verificare le correlazioni dei vari metalli, sia su tutti i campioni che limitatamente a quelli prelevati al largo. Nel primo caso l'analisi (97,6 % di significatività) mette in evidenza forti correlazioni all'interno di tre soli raggruppamenti: a) Pb, Cd, Hg, Cr, Cu e - secondariamente - Ni;

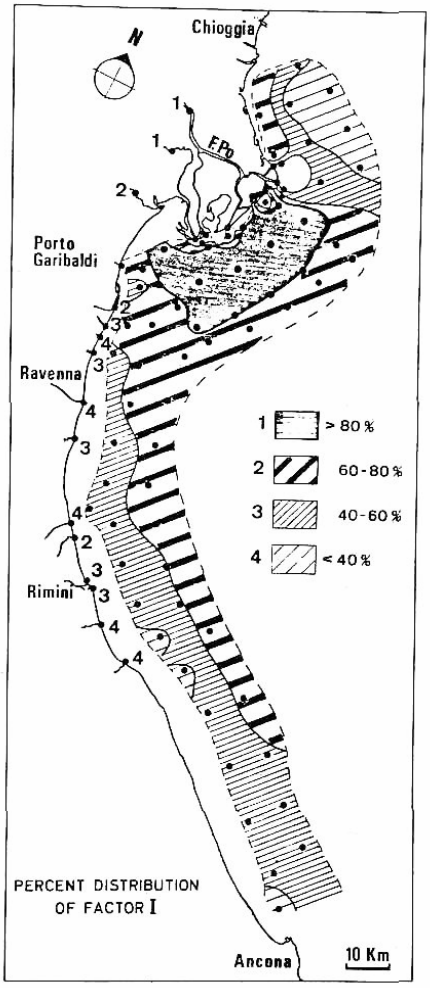


FIG. 6 - Analisi fattoriale dei dati chimici (tutti i campioni): distribuzione % del I fattore.

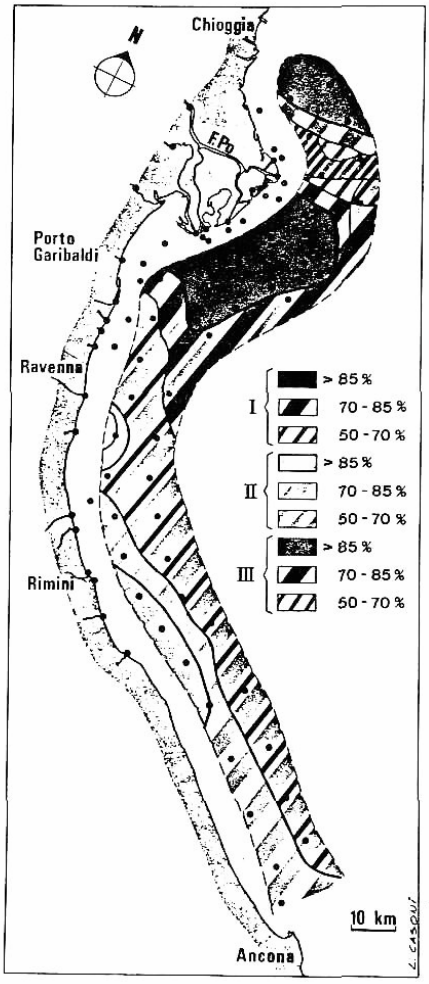


FIG. 7 - Analisi fattoriale dei dati chimici (campioni al largo): zone e aree di interferenza dei fattori I, II e III.

b) Mn, Co e Ni; c) $CaCO_3$ con una piccola correlazione con Mn, Co e Ni ma in senso negativo. Quest'ultimo fatto può essere spiegato dalla diversa origine dei sedimenti, in un caso prevalentemente biogena e nell'altra prevalentemente terrigena. Nel 2° caso (94,8 % di significatività) si ottengono quattro raggruppamenti; correlazioni molto forti si hanno tra Cd, Zn, Cu, Pb, Cr e - secondariamente - Hg e

Ni. Altri raggruppamenti con alta correlazione si hanno tra Hg e Pb, tra Mn-Co e Ni mentre il $CaCO_3$ non presenta correlazioni con altro. Questa analisi conferma la probabile esistenza di fonti di contaminazione diversificate.

I risultati ottenuti per i campioni al largo sono più significativi in quanto la zona è più omogenea dal punto di vista litologico e risente certo in misura minore della variabilità delle fonti.

La distribuzione dei fattori ricavati dall'analisi fattoriale di tipo Q su tutti i campioni ha una certa analogia con quella dei fattori granulometrici. È interessante tuttavia notare come ad una uguale granulometria fine corrispondono diversi gradi di inquinamento man mano che ci si allontana, verso S, dalla zona antistante al delta del Po. Al contrario, solo in alcuni casi si riscontra un discreto contenuto in metalli inquinanti in campioni di granulometria più grossolana. Ciò è valido per i campioni prelevati a Porto Corsini e Porto Garibaldi.

Per convalidare queste osservazioni è stata eseguita l'analisi fattoriale di tipo sia Q che R sui dati chimici associati ai fattori 1 e 2 dei dati granulometrici. Detta analisi non ha fornito ulteriori informazioni sostanziali, mostrando infatti come non sia possibile associare esattamente gli inquinanti alla frazione fine e viceversa alla frazione grossolana i livelli «naturali», cioè non inquinati.

In conclusione, è stata stabilita la distribuzione di nove metalli pesanti e di CaCO3 nei sedimenti dell'area studiata anche in funzione della granulometria dei fondali. Maggiori dettagli ed interpretazioni più sicure dei fenomeni potranno essere acquisiti ovviando alle carenze di campionamento vicino alla costa - specialmente nella zona di transizione - e ampliando i dati a disposizione con l'analisi di altri metalli (Ti, V, Al e Fe), C organico e mineralogia dei campioni.

G. ALBERTELLI*

OSSERVAZIONI SUL D.S.L. NEL MEDITERRANEO OCCIDENTALE

Questa comunicazione si riferisce all'esame di alcuni dei dati ottenuti dallo studio delle raccolte effettuate in inverno - in un breve periodo di tempo (18.2-2.3.1972) - su due stazioni D.S.L. (Fig. 1) ubicate nel bacino algerino-provenzale (Stazione A) ed in quello tirrenico (Stazione B).

Le raccolte sono state effettuate applicando al cavo di traino un sistema multiplo di reti quadrangolari, con chiusura a messaggero. Tali reti, a maglia di 10 mm e di superficie pari a 1,9 m^2, erano lunghe 4 m e terminavano in un sacco funzionante da collettore. Il cavo di traino, zavorrato con un peso da una tonnellata, era filato in mare a profondità alle quali i metodi di rilevamento accertavano o prevedevano la presenza di organismi D.S.L.

In questo momento stagionale, caratterizzato da una marcata omotermia delle acque, il popolamento degli strati D.S.L. non presenta differenze significative. In entrambe le stazioni il D.S.L. appare formato da:

Scifozoi	Anfipodi	Pirosomidi
Sifonofori	Eufausiacei	Salpidi
Pteropodi	Decapodi Natanti	Pesci batipelagici adulti
Copepodi	Chetognati	e loro forme larvali

*Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura - Università di Genova.

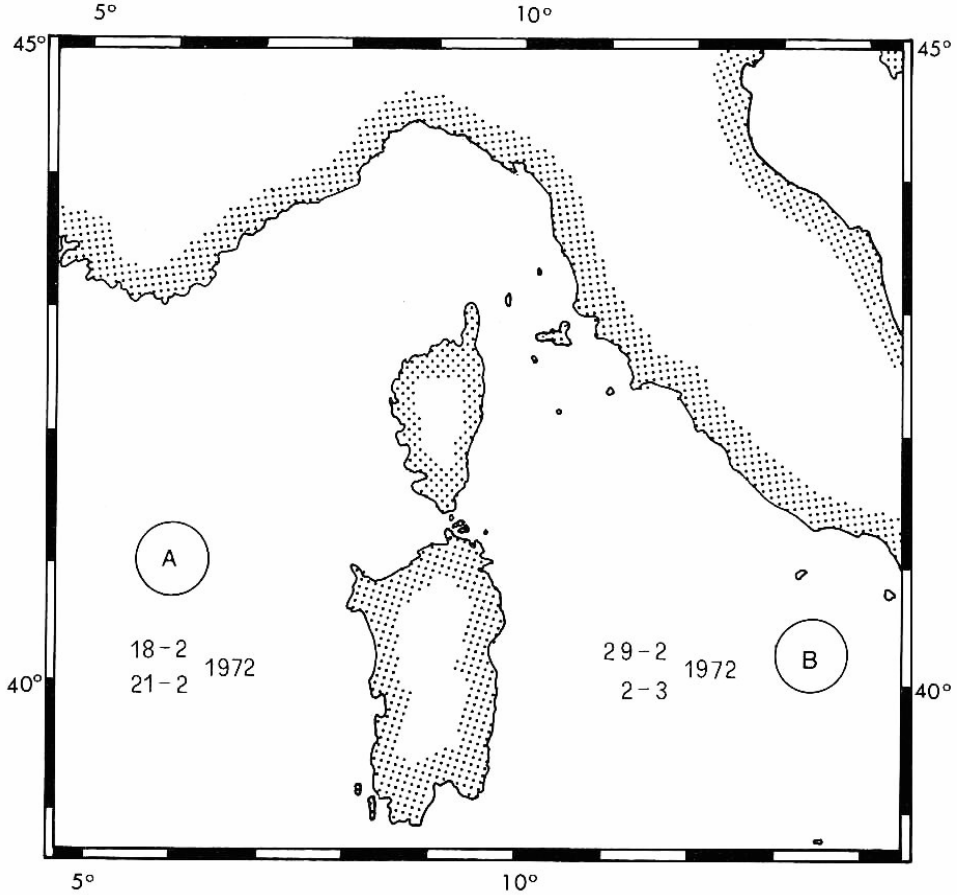


FIG. 1 – Aree delle stazioni D.S.L. e relativi tempi di campionamento.

Dall'esame e dal conteggio totale del materiale presente nei 48 campioni raccolti (120.000 organismi), si può ritenere che la struttura di popolamento degli strati D.S.L. risultasse costituita nelle stazioni A e B in modo massivo da Pesci, nella misura rispettivamente del 23 e 32 %; da Eufausiacei, per il 21 e 27 %; da Sifonofori, per il 14 e 24 %; e da Copepodi, per il 9 e 15 % (Tab. 1).

Infatti gli altri gruppi di organismi erano presenti singolarmente con percentuali non superiori al 7 %, mentre il contributo alla struttura del popolamento da parte di Atozoi (forme larvali), Anellidi,

Ctenofori, Eteropodi, Cefalopodi Decapodi, Ostracodi, Misidacei, Isopodi, Doliolidi e Copelati risultò così modesto (0,01-0,37%) da poter essere considerato trascurabile (Tab. 1).

TABELLA 1. Numero totale degli organismi raccolti e composizione percentuale del popolamento sulle stazioni A e B.

Organismi	Stazione B		Stazione A	
	N. tot.	Perc.	N. tot.	Perc.
Sifonofori	4.661	14.1	21.068	24.4
Scifozoi	188	0.6	263	0.3
Antozoi	—	—	27	0.0
Ctenofori	8	0.0	41	0.0
Anellidi	7	0.0	75	0.1
Eteropodi	1	0.0	150	0.2
Pteropodi	1.095	3.3	2.849	3.3
Cefalopodi	1	0.0	31	0.0
Decapodi				
Ostracodi	1	0.0	3	0.0
Copepodi	2.989	9.0	13.241	15.3
Misidacei	217	0.6	316	0.4
Isopodi	2	0.0	6	0.0
Anfipodi	1.285	3.9	5.390	6.2
Eufausiacei	8.806	26.6	18.175	21.0
Decapodi	1.314	4.0	2.143	2.5
Natanti				
Chetognati	252	0.8	1.034	1.2
Copelati	—	—	52	0.1
Pirosomidi	1.324	4.0	955	1.1
Doliolidi	1	0.0	104	0.1
Salpidi	306	0.9	918	1.1
Pesci	10.701	32.3	19.498	22.6
Totale	33.159	100.1	86.339	99.9

Le densità di popolamento dello stock di base degli strati D.S.L. (Sifonofori, Eufausiacei, Copepodi e Pesci) - espresse per 1000 mc - risultarono pari a 113 organismi sulla stazione A ed a 208 organismi sulla stazione B, e le densità medie totali rispettivamente di 141 e 244. Pertanto, in questo momento stagionale le densità di popola-

mento sembrerebbero più elevate sulla stazione del bacino tirrenico che non in quella del bacino algerino-provenzale ([1]).
Il confronto tra le densità di popolamento rilevate in diversi strati di dispersione sonora ha permesso di osservare - nell'ambito dei campioni raccolti alla stessa ora e ad uguale profondità - la distribuzione batiale di alcune forme nel corso delle 24 ore.

In entrambe le stazioni gli Eufausiacei ([2]) hanno confermato, anche in questo momento stagionale, la loro tipica migrazione.

I Sifonofori hanno occupato, invece, soprattutto gli strati superficiali della colonna d'acqua, sia di giorno che di notte. Per contro, le forme adulte e larvali di pesci batipelagici sembrano aver arrestato la loro migrazione notturna verso l'alto attorno ai 200 - 250 m.

Interessante risulta il comportamento del Peneide *Gennadas elegans* (S.I, Smith, 1882) nella sua migrazione ascendente.

Secondo precedente indagine *Gennadas elegans*, risentendo della presenza del termoclino, arresterebbe la sua migrazione poco al di sotto del salto termico (Franqueville, 1971). Le osservazioni di questo momento stagionale inducono per contro a ritenere che il limite della migrazione verso l'alto sia controllato da altri fattori, in quanto, anche in condizioni di omotermia, la specie è stata raccolta a profondità di 100 m circa.

È opportuno segnalare al riguardo che la specie, su colonne d'acqua di uguale profondità, spinge la sua migrazione verso la superficie in maniera più pronunciata in Mediterraneo che non in Atlantico ([3]), anche se non è definita per il Mediterraneo la profondità alla quale ha inizio tale migrazione.

II grande numero di esemplari raccolti (1783) tra 79 e 590 m di profondità ha indotto a definire le frequenze per le diverse classi di lunghezza ([4]) ed il rapporto sessi di questo Peneide (Fig. 2). Le

(1) Questo risultato, in contrasto con il fatto che il carico planctonico decresce nel Mediterraneo verso oriente a partire da Gibilterra, può essere dovuto alle modalità con le quali di volta in volta sono state scelte le quote di campionamento (Albertelli e Coli, 1974).

(2) Tra gli Eufausiacei erano presenti: *Euphasia brevis*, *E. emigibba*, *E. krohnii*, *Meganyctiphanes norvegica*, *Nematoscelis atlantica*, *N. megalops*, *Stylocheiron abbreviatum*, *S. longicorne*, *S. maximum*, *Thysanoessa gregaria*, *Thysanopoda equalis* (Comunicazione personale del Dr. L. Guglielmo, che si ringrazia).

(3) In Atlantico, *Gennadas elegans* non supera nella sua migrazione ascendente i 550 m di profondità (Foxton, 1970).

(4) Tali classi si riferiscono alla lunghezza del carapace misurata, dal margine posteriore al margine sopraorbitale (Matthews and Pinnoi, 1973), mediante oculare micrometrico con apprezzamento di 0,1 mm.

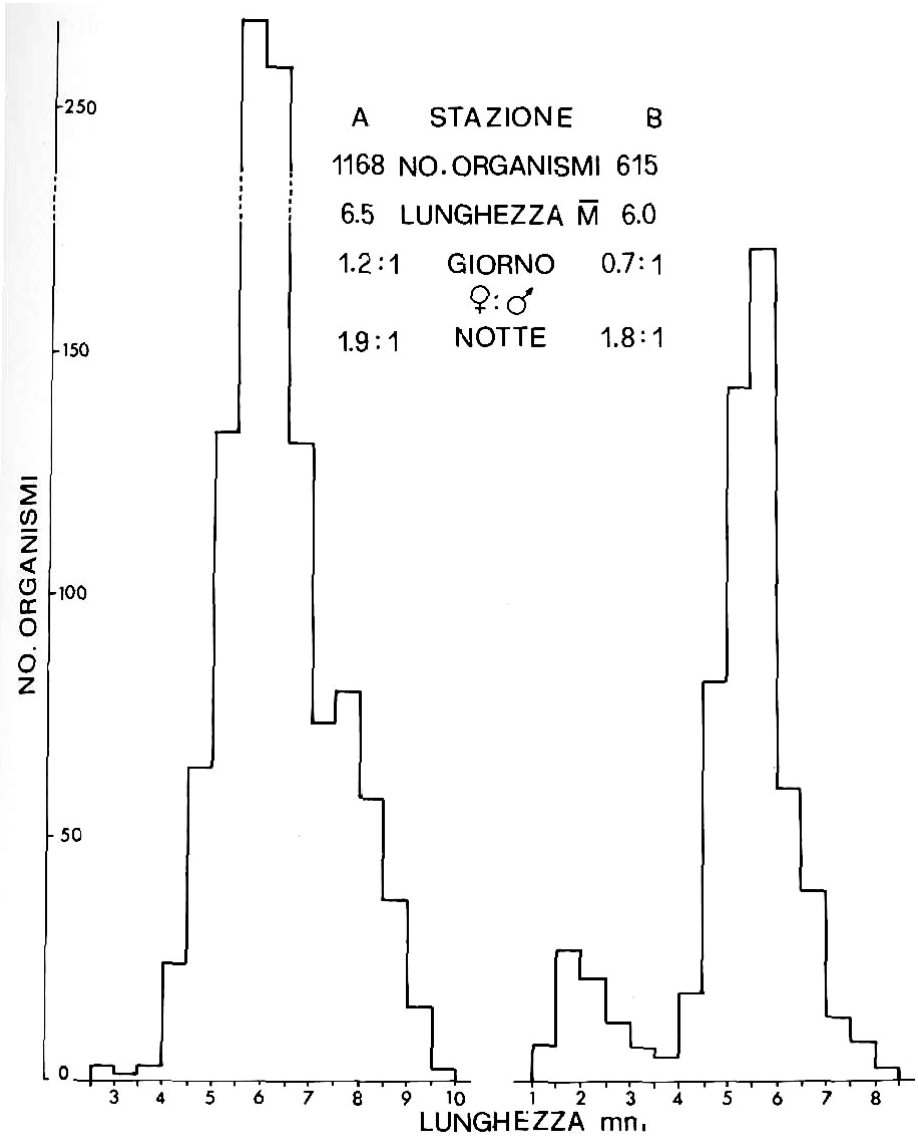


FIG. 2 - Frequenze delle classi di lunghezza, lunghezza media (M), numero di organismi e rapporto sessi (di giorno e di notte) delle popolazioni di *Gennadas elegans* nel bacino tirrenico (A) ed in quello algerino-provenzale (B).

Gennadas elegans appaiono di maggiore taglia e con rapporto sessi 1 : 1 nella stazione tirrenica, dove la densità media di 2,2/1000 mc

è nettamente inferiore a quella di 7,9/1000 mc riscontrata sull'altra stazione.

Questo contributo allo studio del D.S.L. mette in evidenza come lo studio biologico ed ecologico delle popolazioni degli strati di dispersione sonora sia legato, a differenza di indagini acustiche sul D.S.L., ad una adeguata programmazione di campionamento (Currie e Coll., 1969).

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova». Contratto di ricerca C.N.R. n. 71.02359.22/115.907

BIBLIOGRAFIA

Albertelli G., N. Della Croce e N. Drago. 1974. Composizione qualitativa e quantitativa del «Deep Scattering Layer». *Catt. Idrob. Pescic. Univ. Genova.* Rapp. Tec. n. 5.

Currie R.I., P.B. Boden and E.M. Kampa. 1969. An investigation on Sonic-Scattering Layer: the R.R.S. «Discovery» Sond Cruise, 1965. *J. mar. biol. Ass.* U.K., 49: 489-514.

Foxton P. 1970. The vertical distribution of pelagic decapods (Crustacea: Natantia) collected on the Sond Cruise 1965. II.The Paenaeidea and general discussion. *J. mar. biol. Ass.* U.K., 50: 961-1000.

Franqueville C. 1971. Macroplancton profond (invertébrés) de la Mediterranee nord-occidentale. *Téthys*, 3: 11-56.

Matthews J.B.L. and S. Pinnoi. 1973. Ecological studies on the deep-water pelagic community of korsfjorden, western Norway. The species of *Pasiphaea* and *Sergestes* (Crustacea Decapoda) recorded in 1968 and 1969. *Sarsia*, 52: 123-144.

GIUSEPPE CICCONI* e IGNAZIO BAGNINO*

ALCUNI RISULTATI OTTENUTI MEDIANTE UN NUOVO TIPO DI REGISTRATORE DEL MOTO ONDOSO INSTALLATO A LUPARA DI ARENZANO (GENOVA).

SOMMARIO:

Viene illustrato un esempio di analisi di registrazione del moto ondoso marino relativo al 6 giugno 1977, effettuato mediante un apparato installato a Lupara di Arenzano (Genova).

1 – INTRODUZIONE

L'apparato che ha registrato I dati che illustriamo nel corso della presente nota, funziona a Lupara di Arenzano dal mese di giugno 1975 ed è stato da noi descritto in una nota apparsa sulla rivista «L'Energia Elettrica»([1]): esso è costituito da un captatore ancorato sul fondo alla profondità di circa 7 m (a 120 m dalla battigia) e da un registratore sistemato a terra; la registrazione può avvenire su carta e su nastro contemporaneamente, secondo un programma che può essere variato a piacere.

Le registrazioni su nastro permettono di effettuare analisi spettrali per mezzo di un analizzatore HP 3721-20. È in corso la realizzazione di un sistema di radiotrasmissione da Lupara a Genova per aver modo di effettuare l'analisi del segnale in tempo reale nella sede dell'Istituto.

Nella nostra prima nota ([1]) abbiamo riprodotto qualche esempio di registrazione e di analisi del moto ondoso. La presente nota

*Istituto Geofisico e Geodetico dell'Università di Genova.

ha lo scopo di illustrare in particolare alcuni risultati ottenuti analizzando l'agitazione del mare e, per brevità, riferiamo su di un solo caso.

2 - RISULTATI DELLE ANALISI RELATIVE AL 6 GIUGNO 1977.

L'agitazione del mare da noi analizzata fu determinata da condizioni di tempo perturbato a seguito di intensa ciclogenesi sull'Europa Settentrionale, che produsse un lento abbassamento della pressione atmosferica sul Mar Ligure: a Genova venne raggiunto il minimo (756,7 mm a 0° ed al l.m.) alle ore 14 del 6 giugno 1977 ed i venti spirarono dai quadranti meridionali a partire dalle prime ore del giorno 5, con aumento dell'agitazione del mare che divenne «agitato» il giorno 6.

Nelle figg. la, 2a, 3a, 4a, sono riprodotte le analisi spettrali del moto ondoso, effettuate in tempo reale, e relative ad una registrazione del giorno 6 giugno 1977 dalle ore 15 alle ore 15,25: in ascissa figurano le frequenze ed in ordinata le potenze V^2/Hz degli spettri. Ogni figura comprende 22 analisi della durata di circa 16 secondi e perciò l'analisi di un intervallo di circa sei minuti primi di registrazione.

Nelle figg. 1b, 2b, 3b, 4b, i risultati delle analisi spettrali sono stati sovrapposti per poterli mettere a confronto.

L'esame delle figure mostra che, nel corso del breve intervallo di registrazione, si manifesta una rapida evoluzione delle frequenze e delle ripartizioni spettrali delle ampiezze. Ciò risulta particolarmente dall'esame della Fig. la: inizialmente predominano le onde di frequenza prossima a 0.1 Hz, che rapidamente si attenuano; il contrario avviene per le onde di frequenza compresa tra 0-20 e 0.25 Hz, che risultano predominanti alla fine dell'intervallo.

Nel secondo intervallo avviene il contrario (fig. 2a) e cioè uno spostamento delle frequenze in senso inverso al precedente: il moto ondoso subisce complessivamente una attenuazione ed inoltre si manifesta la tendenza allo spostamento verso le frequenze più basse. Nel terzo intervallo (fig. 3a) le ampiezze sono ancora più attenuate rispetto alle precedenti e prosegue lo spostamento verso le più basse frequenze. Lo stesso avviene nel quarto intervallo (fig. 4a).

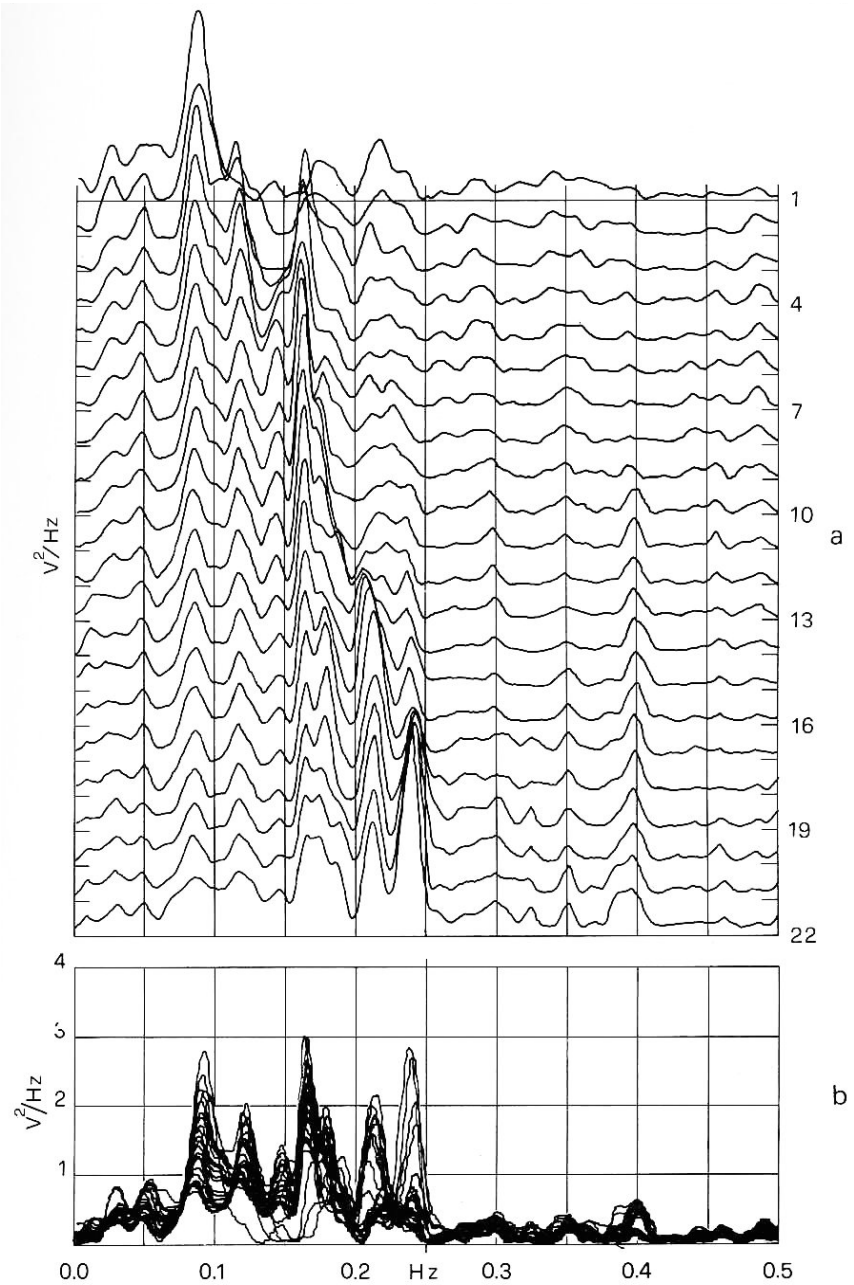


FIG. la - Spettri di potenza di N° 22 analisi in tempo reale del moto ondoso che riguardano complessivamente 6' di registrazione. In ascissa figurano le frequenze ed in ordinata le potenze dello spettro V^2/Hz, ogni analisi è relativa ad un intervallo di 16 secondi a partire dalle ore 15 del 6 giugno 1977.

FIG. 1b - Sovrapposizione degli spettri riprodotti in fig. 1a.

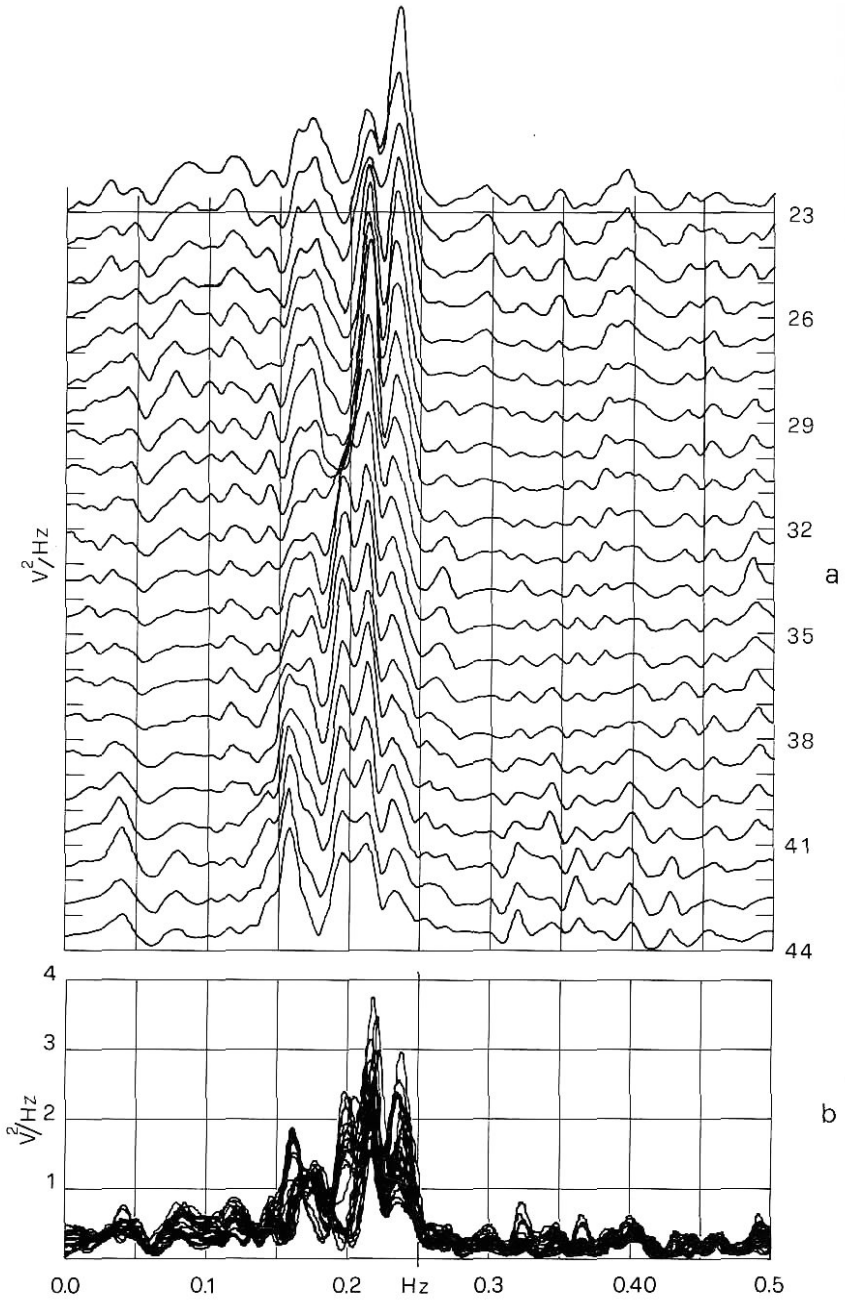


FIG. 2a - Come per la fig. precedente: le analisi sono relative all'intervallo di tempo intercorrente tra le 15,06 e le 15,12 del 6-6-'77.

FIG. 2b - Sovrapposizione degli spettri riprodotti in fig. 2a.

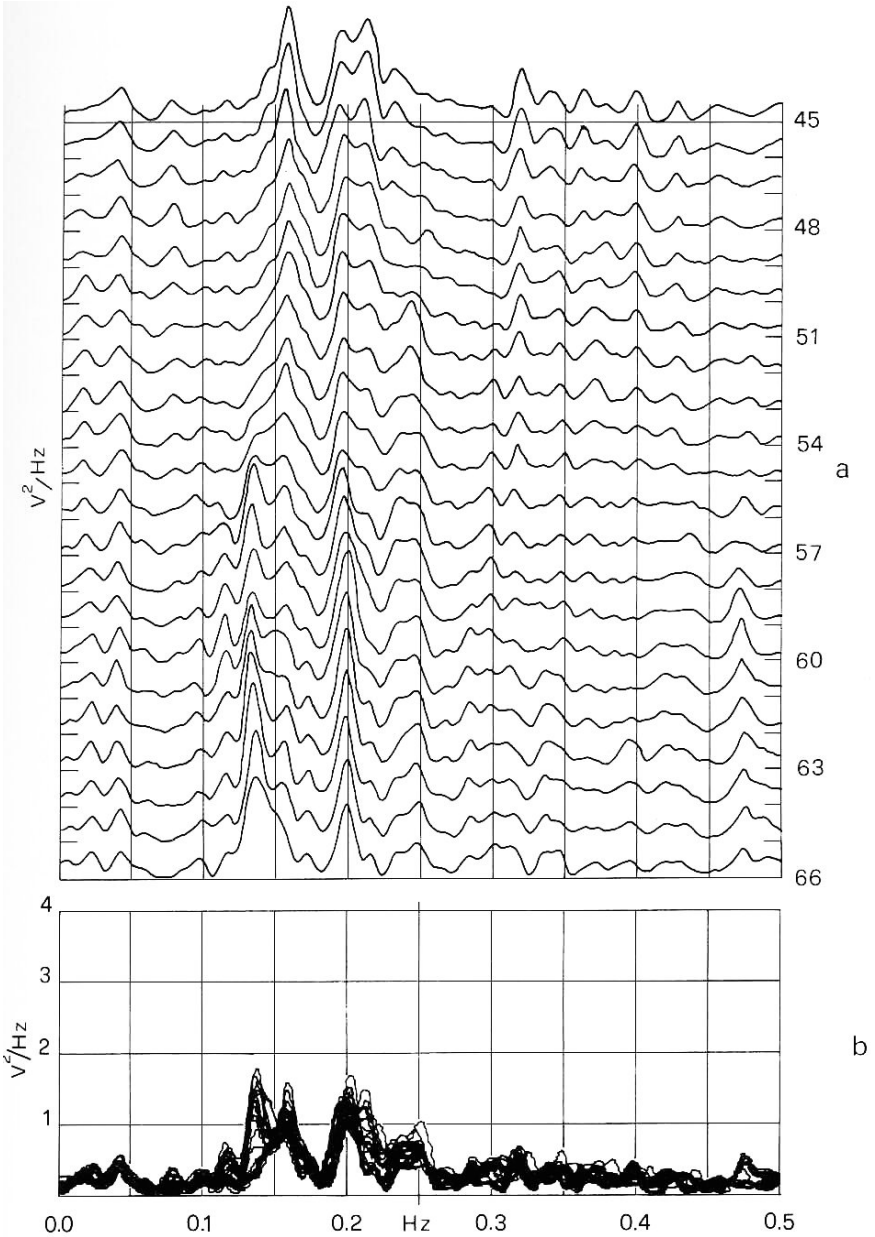


FIG. 3a - Come per la fig. precedente: le analisi sono relative all'intervallo di tempo intercorrente tra le 15,12 e 15,16.

FIG. 3b - Sovrapposizione degli spettri riprodotti in fig. 3a.

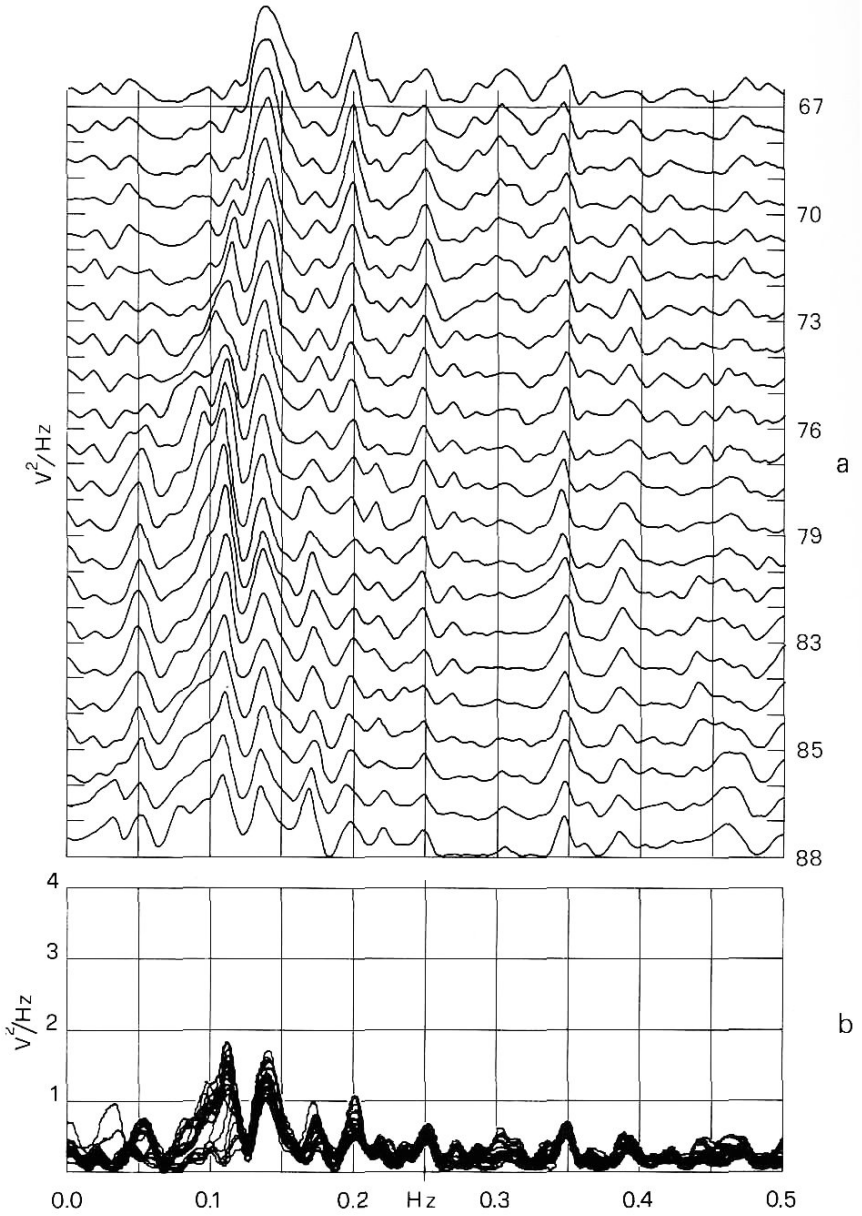


FIG. 4a - Come per la fig. precedente: le analisi sono relative all'intervallo di tempo intercorrente tra le 15,16 e le 15,22.

FIG. 4b - Sovrapposizione degli spettri riprodotti in fig. 4a.

CONCLUSIONI:

L'esempio di analisi da noi illustrato mette in vista l'utilità del procedimento di analisi da noi adottato. Come è noto, la registrazione del moto ondoso appare in ogni caso sotto forma di un treno di onde modulate in ampiezza ed in frequenza: non è facile discer-nere l'ampiezza ed il periodo delle componenti predominanti e cioè quanto viene richiesto per la soluzione di problemi a carattere applicativo.

Riteniamo pertanto che l'analisi spettrale in tempo reale costituisca il complemento indispensabile alla registrazione del moto ondoso.

I confronti effettuati tra le analisi della stessa registrazione eseguite col nostro analizzatore HP 3721-20 e col calcolatore elettronico hanno fornito risultati del tutto coincidenti.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologia - Genova».

BIBLIOGRAFIA

Cicconi G. e I. Dagnino. Su un nuovo metodo di registrazione ed analisi del moto ondoso; «L'Energia Elettrica», settembre 1976, LIII: 493-497.

FANUCCI FRANCESCO*

IL PLIOQUATERNARIO DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE LIGURE TRA GENOVA E SAVONA

PREMESSA

Vengono esposti i risultati di indagini di sismica superficiale a riflessione (Sparker 1000 J; Mud-penetrator EDO 333) (fig. 1} integrate da campionamenti di sedimento superficiale e da carotaggi, effettuate nel tratto di piattaforma continentale del Mar Ligure compreso approssimativamente tra i centri urbani di Genova e Savona e, più precisamente, tra i canyons del Polcevera e di Vado. Tale zona presenta caratteristiche omogenee al punto da poter essere considerata come un settore di piattaforma ben distinto dagli altri e con evoluzione sua propria.

MORFOLOGIA E STRUTTURA DELLA PIATTAFORMA

II tratto di piattaforma in questione è caratterizzato da una discreta ampiezza, insolita per la piattaforma continentale della Riviera di Ponente, e da una morfologia regolare in quanto è in massima parte costituita, superficialmente, da livelli plioquaternari di scarsa compattezza e interessata da una copertura di sedimento olocenico di notevole importanza; solo localmente la morfologia è movimentata dalla emergenza di livelli plioquaternari più resistenti all'erosione o dall'affioramento del substrato prepliocenico, acustica-

*Istituto di Geologia - Università di Genova.

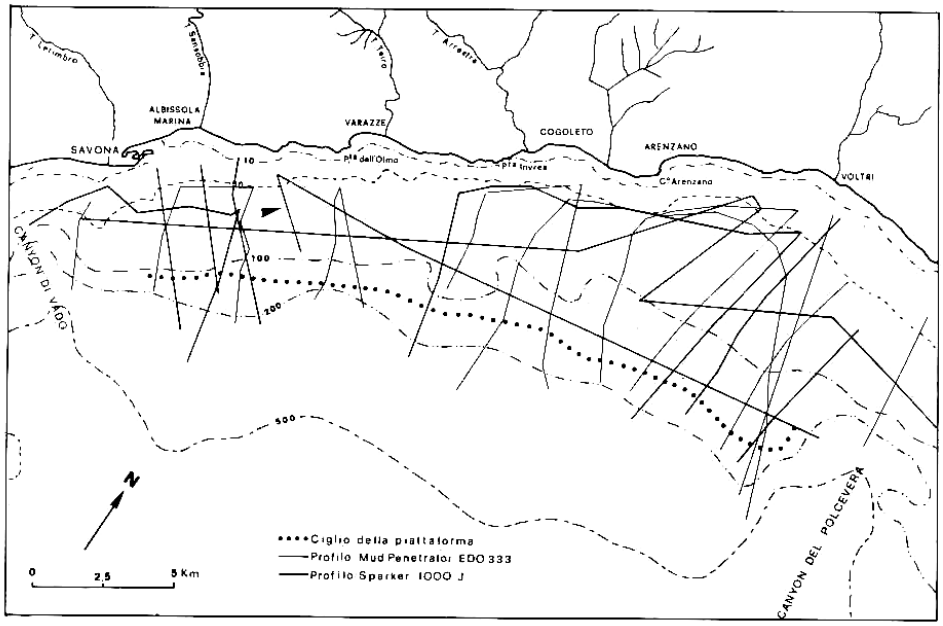


FIG. 1 - Ubicazione dei profili sismici utilizzati e del ciglio della piattaforma. È evidenziato il profilo riportato in fig. 2.

mente opaco (bed-rock). Tale substrato può essere ricollegato prevalentemente al Gruppo di Voltri, al Cristallino Savonese, al Cristallino di Arenzano e all'Oligocene Conglomeratico di Celle - Varazze; non si conoscono dati che facciano supporre l'esistenza di livelli miocenici in questa zona: è probabile che, come le zone limitrofe, essa sia stata interessata da marcati fenomeni erosivi nel corso del Miocene superiore (J.P. REHAULT et alii, 1974).

Il substrato è stato inoltre profondamente interessato dalla neotettonica disgiuntiva del margine continentale 'ligure ed è caratterizzato soprattutto da faglie dirette, subparallele alla linea di riva, che gli conferiscono un andamento a gradoni. Sottocosta accade spesso che tale motivo strutturale generi delle depressioni allungate parallelamente alla riva; talvolta si passa addirittura ad una struttura a piccoli horsts e grabens. Possono essere così distinte nell'ambito della piattaforma due zone: l'interna, caratterizzata dalla scarsa profondità del substrato roccioso che a tratti affiora, e l'esterna, costituita da livelli sedimentali plioquaternari poggiami su di un substrato che si approfondisce rapidamente. Tali livelli e quelli che colmano le depressioni della zona interna sono

superiormente tagliati da una superficie erosiva che condiziona l'attuale morfologia della piattaforma; la sua origine è da ricollegarsi ai fenomeni eustatici prodottisi nel corso della glaciazione wurmiana e più precisamente nel corso della fase di più marcata espansione glaciale (Wurm III): parallelamente all'avanzata dei ghiacci si ebbe un abbassamento del livello marino di 1004-130 m rispetto al livello attuale (BONIFAY, 1973). La piattaforma restò così esposta all'erosione subaerea e venne poi ulteriormente modellata dall'azione del mare nel corso della trasgressione conseguente al ritiro dei ghiacci.

Un'altra caratteristica del substrato prepliocenico della piattaforma in esame è rappresentata da alcuni avallamenti, completamente colmati dai sedimenti plioquaternari e collegati ad attuali valli del versante marittimo della catena alpina e alla depressione di Lerca, impostati su faglie ad andamento trasversale rispetto alla costa. Tali faglie non generano sensibili differenze evolutive tra i vari tratti della piattaforma e, in qualche caso, non interessano neppure i livelli più recenti.

I LIVELLI PLIO-PLEISTOCENICI

Nel settore esterno della piattaforma in esame non si osserva mai una netta separazione tra livelli pliocenici e pleistocenici, come in altre zone del Mediterraneo occidentale: solo l'apparire di superfici di discordanza di origine glacioeustatica permette di operare delle distinzioni. I campionamenti sinora disponibili indicano la presenza di Pliocene inferiore nel Savonese (FANUCCI et alii, 1974) e medio (GIAMMARINO e TEDESCHI, 1969) a Genova, ma tali segnalazioni riguardano il settore interno della piattaforma in cui livelli più recenti possono essere stati asportati nel corso del Quaternario.

Le superfici di discordanza citate vengono interpretate come superfici erosive di origine glacioeustatica collegate alle principali glaciazioni pleistoceniche in base alle loro analogie con la superficie wurmiana e alla potenza dei livelli che le separano (fig. 2); tra l'altro a ciascuna di tali superfici si affianca una struttura del tutto identica all'attuale struttura di accumulo frontale, formatasi nel corso dell'Olocene (FIERRO, GENESSEAUX & REHAULT, 1973). L'insieme superficie di discordanza - struttura di accumulo frontale indicherebbe quindi uno stadio di evoluzione della piattaforma posteriore ad una serie di fenomeni eustatici collegati ad una glaciazione.

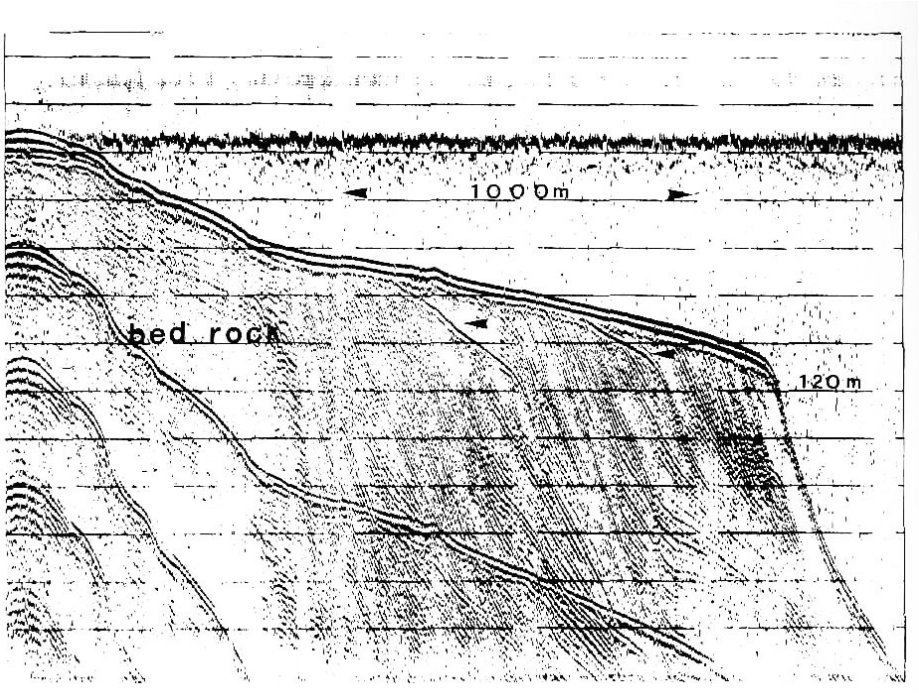


FIG. 2 - Profilo eseguito con Sparker 1000 J. Si notano le superfici di discordanza pleistoceniche e la struttura di accumulo frontale.

Le superfici in questione non sono parallele a quella wurmiana ma la intersecano con un angolo sempre sensibile e generalmente crescente dalla più recente alla più antica. Questo carattere e la loro stessa conservazione appaiono collegati ad una subsidenza (più accentuata verso il ciglio della piattaforma) (FANUCCI et alii, 1974), conseguenza della neotettonica distensiva del margine continentale. Solitamente le superfici anteriori a quella wurmiana sono due, ma talvolta se ne nota una terza, intermedia, il cui limite inferiore è situato a profondità minori rispetto a quelli delle altre superfici. Questo fatto può essere imputato ad una variazione del rapporto sedimentazione/subsidenza a favore di quest'ultima nell'intervallo di tempo compreso tra i primi due stadi di evoluzione della piattaforma.

I livelli pleistocenici sono generalmente ben penetrabili dagli impulsi sismici; si osservano tuttavia, specialmente nei profili eseguiti con Mud-penetrator, singoli livelli più compatti la cui interse-

zione con la superficie di erosione wurmiana da origine a irregolarità morfologiche di quest'ultima. Ciò costituisce un elemento caratteri-stico della zona in esame che ricorre maggiormente in corrispondenza di un livello intermedio tra le due più antiche superfici di discordanza.

LA REGRESSIONE WURMIANA

Analizzando i dettagli morfologici della superficie di erosione wurmiana nella sua porzione inferiore è possibile individuare approssimativamente la posizione del livello marino corrispondente alla fase di minimo della regressione Wurm III; essa risulta compresa tra i -110 e i -115 m rispetto al livello attuale. La maggior parte degli Autori ammette valori compresi tra -100 e -130 all'interno dei quali sono interamente compresi i valori trovati (BONIFAY, 1973). Questi valori assumono importanza in funzione di una valutazione dell'intensità della neotettonica recente che, nella zona in esame, non è stata tale da produrre effetti sensibili nel corso del Versiliano.

LA TRASGRESSIONE VERSILIANA

Testimonianze di linee di riva risalenti a due diversi stadi della trasgressione versiliana sono state rinvenute in zone a scarsa sedimentazione olocenica. Dalla prima zona situata in prossimità del canyon del Polcevera a 90 m di profondità proviene una carota il cui fondo è costituito prevalentemente da concrezioni algali inglobanti una sabbia da grossolana a media-fine, a distribuzione granulometrica polimodale, con elementi ben elaborati le cui frazioni più grossolane rappresentano verosimilmente un sedimento litoranee. Associato alle concrezioni si trova del sedimento lutitico a *Hyalinea balthica* SCHROEDER per cui si può ritenere che il sedimento in questione sia correlabile con il livello marino minimo della regressione Wurm IV (BONIFAY, 1973).

Nella zona a basso indice di sedimentazione compresa tra Celle e Cogoleto quasi tutti i campioni di sedimento superficiali prelevati lungo due allineamenti coincidenti approssimativamente con le batimetriche dei 90 e dei 50 m contengono una frazione arenacea grossolana, caratterizzata dalla presenza di concrezioni limonitiche e glauconitiche.

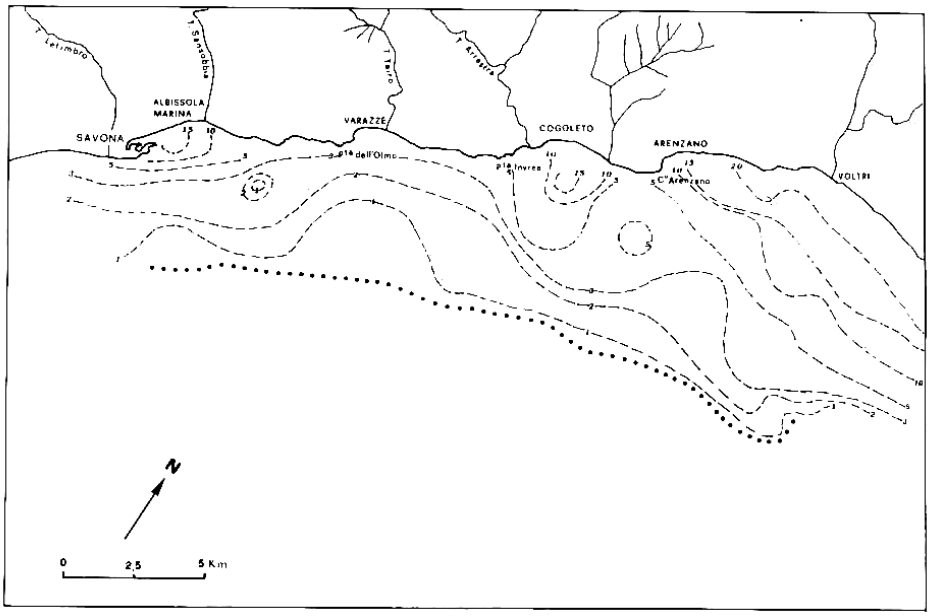


FIG. 3 - Carta delle isopache del sedimento olocenico in metri.

LA SEDIMENTAZIONE OLOCENICA

Si intende con tale espressione l'insieme di quei livelli sedimentar!, prevalentemente lutitici, che si sono deposti al di sopra della superficie erosiva wurmiana seguendone la morfologia. In alcuni punti della zona in esame essi raggiungono potenze superiori ai 20 m.

La carta delle isopache del sedimento olocenico (fig. 3) mostra anzitutto l'ubicazione delle zone a indice di sedimentazione più elevato: la zona interessata dalle maggiori potenze è situata ad ovest di Genova ed è molto estesa; un'altra di minore entità è situata nel tratto antistante Cogoleto e una terza è ubicata tra Albisola e Savona. Le ultime due zone sono separate da un ampio tratto in cui sono stati rilevati spessori minimi di sedimento. Tutte le aree descritte sono spostate verso ovest in rapporto alle foci dei corsi d'acqua a causa del fatto che i sedimenti lutitici vengono prevalentemente trasportati in sospensione verso ovest dalla corrente generale del Mar Ligure.

Per quanto relativamente omogeneo e ben penetrabile dagli impulsi acustici l'accumulo sedimentario olocenico non è costituito da un solo livello : laddove la sua potenza è tale da permettere di distin-

guerne le caratteristiche interne si nota ovunque che esso è suddiviso in più livelli da riflettori netti probabilmente correlabili a particolari eventi paleoclimatici.

Le analisi effettuate sui campioni superficiali mostrano come ai massimi spessori si associano in superficie le granulometrie più fini a conferma del fatto che il processo di sedimentazione è determinato prevalentemente dal trasporto in sospensione dei materiali lutitici e che non vi sono state sensibili variazioni nel tempo del suo andamento medio.

CONCLUSIONI

Le risultanze di questo studio preliminare portano a considerare il tratto di piattaforma in esame come una zona di notevole importanza per lo studio del Plioquaternario marino; vi sono infatti significativi indizi di una continuità dei livelli plioquaternari nel settore esterno. Non si tratta dell'unica zona di piattaforma ligure in cui ciò si verifica, però nel tratto in esame la neotettonica ha fatto si che i vari livelli intersechino la superficie d'erosione wurmiana e quindi, scegliendo un tratto con scarso sedimento olocenico, è possibile cam-pionare direttamente la gran maggioranza dei livelli stessi.

Lavoro eseguito con il Contratto C.N.R. n. 11/76.00822.88/115.0292 nell'ambito del Progetto Finalizzato «Oceanografia e Fondi Marini», Subprogetto «Gestione della Piattaforma».

BIBLIOGRAFIA

Bonifay E. 1973. Donnés géologiques sur la transgression versilienne le long des cótes francaises de la Mediterranee. *Le Quaternaire: géodynamique, stratigraphie et environnement.* 9° Congrés international de l'INQUA, Christchurch: 137-141.

Fanucci F., G., Fierro, M. Gennesseaux, J.P. Rehault e S. Tabbò. 1974. Indagine sismica sulla piattaforma litorale del Savonese (Mar Ligure). *Boll. Soc. Geol. It.*, 93: 421-435.

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

Giammarino S. e D. Tedeschi. 1969. Prima segnalazione di Pliocene medio in una carota di fondo nel Mare Ligure (Genova Multedo). Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 7: 279-303.

Rehault J.P., L. Olivet et J.M. Auzende. 1974. Le bassin nord-occidentale méditerranéen: structure et évolution. B.S.G.F., (7), XVI, n. 3.

R. FRACHE*, F. BAFFI*, A. DADONE*

DISTRIBUZIONE DI RAME, NICHEL E CADMIO IN ACQUE SUPERFICIALI E PROFONDE DEL MAR LIGURE

Nell'ambito delle ricerche promosse dal «Gruppo di Ricerca Oceanologica - Genova» (G.R.O.-G.) si sono iniziate misure riguardanti la concentrazione e la distribuzione dei metalli pesanti nel Mar Ligure.

È noto come la determinazione analitica di tali metalli, presenti in concentrazioni dell'ordine dei ppb in una matrice complessa come l'acqua di mare, costituisca una problematica oggi in via di rapido sviluppo. Nella nostra indagine abbiamo impiegato la metodica di concentrazione su resine chelanti messa a punto da J.P. Riley e D. Taylor (1) con conseguente lettura dell'eluato, concentrato ulteriormente mediante estrazione con metilisobutilchetone dei compessi con ammonio dietilditiocarbammato (2), in spettrofotometria di assorbimento atomico. Nello stadio di concentrazione sono fissate sulla resina probabilmente solo le forme ioniche dei vari elementi (3, 4, 5); il dato che si ottiene è quindi solo parziale ma, in uno studio preliminare, permette di ricavare utili informazioni. Del resto questa metodica di concentrazione ha il vantaggio di poter essere realizzata molto semplicemente anche a bordo delle navi oceanografiche evitando così tutti i problemi di conservazione dei campioni di acqua di mare.

In una prima campagna oceanografica (novembre 1974) abbiamo prelevato una serie di campioni di acque superficiali in 39 stazioni poste lungo la costa ligure-toscana da Imperia a Livorno e lungo la

* Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Università di Genova. Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova.

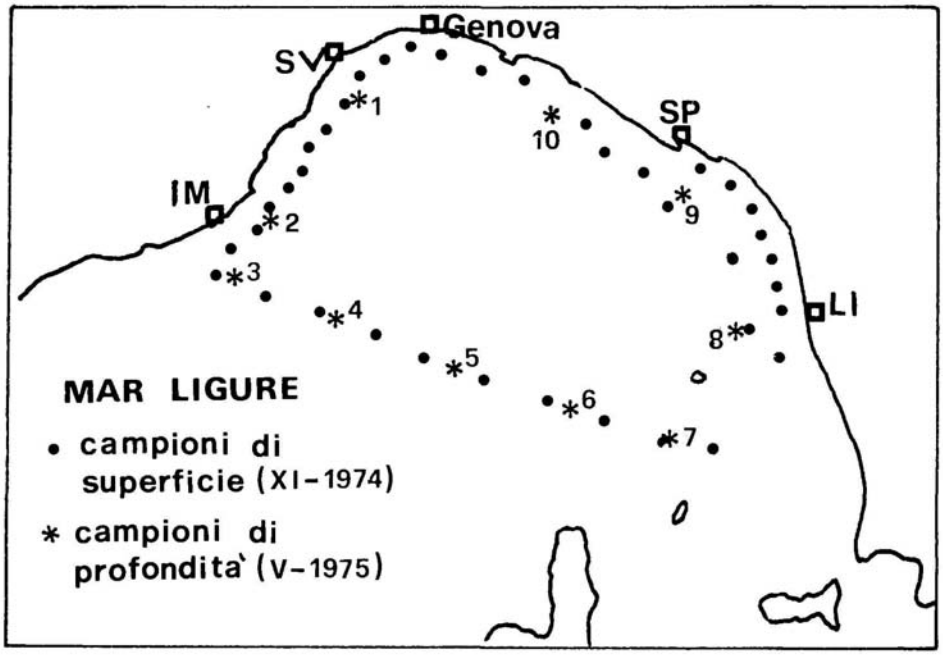


FIG. 1 - Posizioni delle stazioni.

congiungente Imperia-Isola Capraia (fig. 1). I dati relativi, già pubblicati (5), hanno fornito per Cd, Ni e Cu valori medi di concentrazione in accordo con quelli trovati da altri autori, con la stessa metodica analitica, in diversi mari e oceani.

In una seconda campagna oceanografica (maggio 1975) sono stati prelevati, in dieci stazioni poste in corrispondenza delle stazioni di superficie precedenti, campioni fino a 200 m di profondità. I profili verticali dei singoli elementi non sembrano mostrare spiccate regolarità; alcune informazioni più generali sono ottenibili dai valori medi, alle varie quote e nelle varie stazioni, riportati in Tabella 1. Si osserva da questi dati che, con la profondità, il Cu presenta variazioni sensibili di concentrazione mentre Ni e Cd hanno andamenti più uniformi. Confrontando fra loro i valori medi di concentrazione nelle varie stazioni si può osservare che, nelle stazioni da 4 a 10, Cu e Cd hanno andamenti simili con un massimo nella staz. 6 e minimo nella staz. 9 mentre il Ni, in queste stazioni, presenta valori medi più uniformi. Ulteriori indagini sono in corso per determinare, oltre alla frazione ionica, quella complessata e particolata dei vari elementi.

TABELLA 1. - Concentrazione media, in microgrammi/litro, di Cu, Cd e Ni alle varie profondità e nelle varie stazioni.

Profondità (metri)	0	25	50	100	200
Rame	1.26	1.69	1.57	1.41	1.63
Cadmio	0.06	0.04	0.06	0.06	0.05
Nichel	0.81	0.68	0.65	0.60	0.59

Stazioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rame	1.02	1.76	1.32	1.43	1.60	2.13	1.70	1.58	1.21	1.42
Cadmio	0.05	0.06	0.09	0.06	0.06	0.09	0.05	0.02	0.02	0.02
Nichel	1.05	0.79	0.57	0.68	0.80	0.55	0.52	0.61	0.58	0.52

BIBLIOGRAFIA

1. - Riley J.P., D. Taylor. 1968. *Anal. Chim. Acta* 40: 479-485.
2. - Le Meur J.F., J. Coutot-Coupez. 1973. *Bull. Chem. Soc*. France: 929-935.
3. - Muzzarelli R.A.A., R. Rocchetti. 1974. *Anal. Chim. Acta*, 69: 35-42.
4. - Florence T.M., G.E. Batley. 1975. *Talanta*, 22: 201-204.
5. - Frache R., F. Baffi, A. Dadone and G. Zanicchi. 1976. *Mar. Chem*. 4: 365-375.

VENIALE F, SOGGETTI F., SANTAGOSTINO C., FERRARI G.*

DISTRIBUZIONE DEI MINERALI ARGILLOSI E DEI CARBONATI NEI SEDIMENTI DI FONDO DEL MARE ADRIATICO

Lo studio riguarda 360 campioni di sedimenti di fondo del mare Adriatico, prelevati durante le crociere estive 1962 delle navi oceanografiche «Zephyrus» e «Nuovo San Pio»; la rete di campionatura copre tutta l'area del bacino Adriatico ad eccezione delle acque territoriali iugoslave ed albanesi.

Nel bacino Adriatico possono essere distinti due ambienti di sedimentazione a fisiografia nettamente differente1 a Nord la piattaforma del paleodelta del Po con acque basse (fino a 70-80 m), e la «fossa» meridionale molto più profonda (massimo del piano batiale circa 1200 m), separati dalla cosiddetta «mesofossa» in cui si hanno alcuni bacini più piccoli con profondità massime di 270-280 m.

I patterns di distribuzione dei minerali pesanti e l'analisi granulometrica indicano una dispersione prevalentemente longitudinale nell'area del paleodelta, mentre una distribuzione trasversale prevale nella «fossa».

Datazioni col metodo del radio-carbonio su relitti di conchiglie fossili hanno permesso di determinare età che vanno da 15.000 anni (gradino distale del paleodelta) fino a 4.000 anni nelle vicinanze del delta attuale del Po, in concordanza con l'andamento della regressione del delta corrispondente alla trasgressione marina pleisto-olocenica.

*Istituto di Mineralogia e Petrografia, Cattedra di Petrografia Sedimentaria - Università di Pavia - Ricerche svolte con contributi del C.N.R. n. 73.00125.05 e 73.01037.05.

I *minerali argillosi* (costituenti la frazione granulometrica <2 sono risultati per lo più di origine detritica e indicatori delle diverse aree di provenienza: i fiumi alpini orientali con scarso contenuto di smectite, il fiume Po (dalle Alpi centro-occidentali e con affluenti appenninici ricchi in smectite), le regioni vulcaniche dell'Italia meridionale.

Non sono state osservate variazioni significative del contenuto in illite. Smectite e kaolinite generalmente diminuiscono dalla costa verso il bacino aperto (sezioni trasversali) e dal delta attuale del Po verso il gradino distale del paleodelta (sezioni longitudinali).

La distribuzione della smectite è anche rimaneggiata dal sistema di correnti marine.

Questi dati indicano una prevalenza di selezione meccanica differenziale; si hanno anche indicazioni di effetti dovuti a flocculazione e reattività all'impatto con l'acqua di mare.

II comportamento della clorite non è uniforme e potrebbe essere interpretato sia come dovuto a parziale rigenerazione di smectite detritica, come pure a variazioni delle aree di apporto.

Vermiculite e interstratificazioni sono assenti nei sedimenti costieri (e anche nei materiali trasportati dai fiumi, dove è presente solo una smectite ad alta carica), e si incontrano solo nei sedimenti esterni ai litorali e di mare aperto.

Questi dati indicano processi di aggradazione, che sono meglio individuabili nella «fossa» meridionale dove i vetri e le ceneri vulcanIche di origine continentale sono stati trasformati dapprima in smectite «incipiente», poi in smectite a buon grado di cristallinità e ulteriormente in interstratificati fino a vermiculite, clorite.

La *mineralogia dei carbonati* nei sedimenti di fondo del mare Adriatico è pure in correlazione con i diversi ambienti che prevalgono nel bacino di sedimentazione.

Il contenuto di calcite è relativamente elevato in tutto il bacino, leggermente più alto verso la costa italiana (valori maggiori in vicinanza delle foci dei fiumi provenienti dall'hinterland veneto) rispetto al centro del bacino. La Mg-calcite è risultata assente nella piattaforma settentrionale in tutti i sedimenti analizzati, ad eccezione di due campioni situati rispettivamente a S-W di Pola e ad E di Ancona, probabilmente corrispondenti ad isolati ambienti di tipo lagunare o palustri come quelli sviluppatisi nell'area del paleodelta del Po durante

la regressione marina (con abbassamento del livello del mare di 110-120 m rispetto all'attuale) avvenuta in concomitanza con l'ultima glaciazione wiirmiana, oppure ad antiche beachrocks (?).

Invece nella «fossa» meridionale il contenuto di Mg-calcite aumenta gradualmente con le profondità (500 m). Il comportamento della aragonite è simile, anche se i sedimenti dove è presente questo minerale sono in numero molto più limitato. La dolomite, generalmente in quantità scarsa, è più abbondante lungo la costa antistante la laguna di Venezia (fornita dai materiali trasportati dai fiumi provenienti dalle Alpi orientali, dove sono presenti formazioni notevoli di rocce dolomitiche); essa viene dispersa dalle correnti dirette N$\Rightarrow$S lungo la costa italiana.

Non è stata riscontrata alcuna correlazione fra composizione dei relitti di gusci di macrofossili e la mineralogia dei carbonati costituenti la parte inorganica dei sedimenti.

Processi diagenetici vengono considerati quali agenti attivi per la formazione di alcune fasi carbonatiche riscontrate, cioè Mg-calcite (e aragonite?). Tale diagenesi ha coinvolto (e coinvolge) microrganismi calcarei e/o precipitazione di Mg-calcite con percentuale non molto variabile di $MgCO_3$ (mole), e verosimilmente è da correlare con temperatura e salinità dell'acqua, a loro volta dipendenti dalla profondità e/o da condizioni di ristagno realizzatesi nella «mesofossa» e nella «fossa» centro-meridionali durante la regressione marina sopra menzionata; condizioni analoghe di ristagno si possono verificare anche attualmente in correlazione con le variazioni stagionali (estate-inverno) dell'andamento delle correnti superficiali e profonde.

LORENZO PAPA*

RISPOSTA DI UN BACINO SEMICHIUSO AD UNA ENERGIZZAZIONE CASUALE

Le registrazioni mareografiche di località situate lungo la costa di bacini semichiusi comunicanti col mare aperto mostrano in generale oscillazioni di natura non deterministica sovrapposte alla regolare curva di marea astronomica. Queste oscillazioni quasi perio-diche dette comunemente «sesse» hanno un periodo che dipende unicamente dalle caratteristiche geometriche del bacino e dopo essere state innescate da fattori meteorologici (stress del vento, variazioni bariche) possono perdurare anche per alcuni giorni prima di smorzarsi per attrito.

La tecnica numerica che viene esposta nel presente lavoro per lo studio di tali oscillazioni consiste nel porre un dislivello variabile in modo casuale nel tempo lungo il bordo aperto del bacino (RADACH, 1971). In tal modo utilizzando un modello numerico per la risoluzione delle equazioni idrodinamiche integrate lungo la verticale (HANSEN, 1962; WELANDER, 1961) è possibile ricavare il campo delle elevazioni e delle velocità conseguente alla sollecitazione casuale posta in ingresso come condizione al contorno. L'eccitazione casuale lungo la frontiera aperta produce infatti velocità orizzontali e variazioni di livello che dipendono unicamente dalla batimetria e dalla configurazione costiera del bacino e dopo un intervallo di tempo iniziale (fase transiente) si evidenziano le oscillazioni proprie del sistema. Il bacino seleziona infatti dallo spettro bianco di frequenze poste in ingresso come condizione al contorno quelle che entrano in

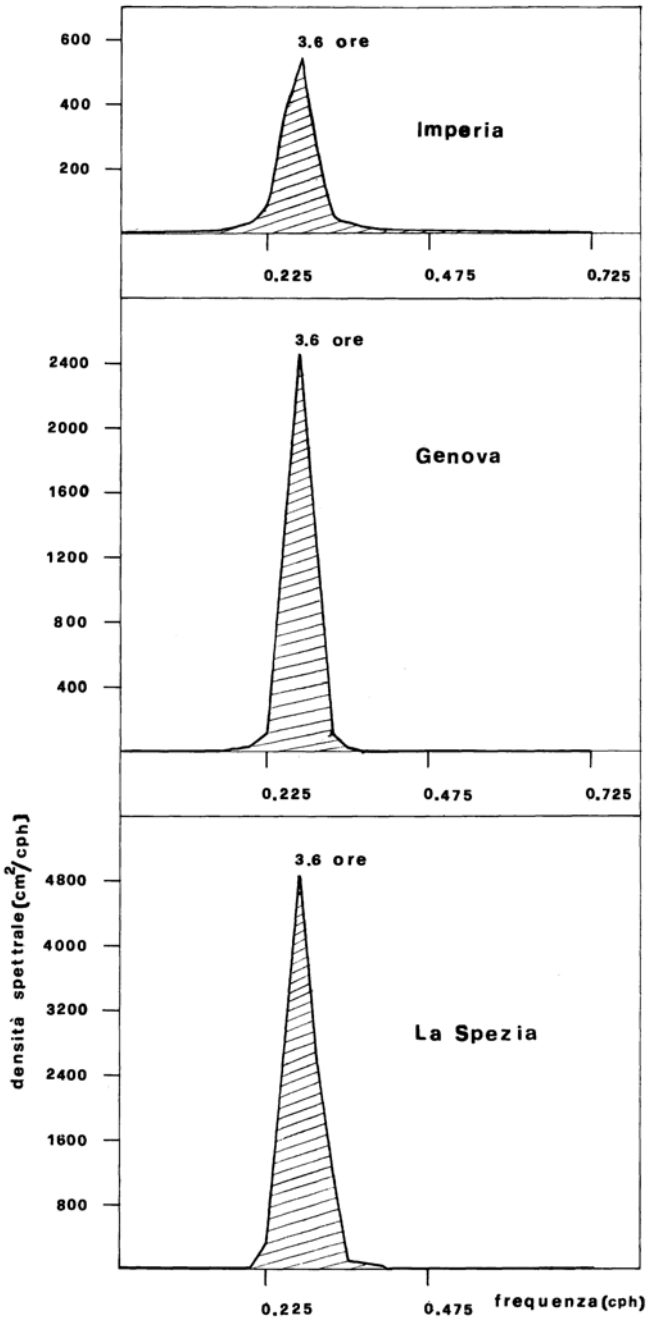
*Istituto di Scienze Geofisiche - Università di Genova.

risonanza ed elimina ogni altra oscillazione a differente frequenza. Per completare la descrizione del metodo è necessario precisare che il bacino si assume inizialmente a riposo tranne che lungo la frontiera aperta in cui viene posta l'eccitazione casuale e che inoltre lungo la frontiera chiusa della costa le componenti normali delle velocità sono sempre poste uguali a zero.

Una preliminare applicazione di questo metodo è stata eseguita calcolando le oscillazioni proprie del Mar Ligure considerato come un sistema oscillante con linea di apertura dalla Costa Azzurra (Nizza) alla Corsica (Calvi). Utilizzando un intervallo spaziale di 10 Km ed un intervallo temporale di 60 sec, con un reticolo complessivo di 21 righe e 20 colonne ed una funzione casuale di eccitazione a valori compresi fra -10 e +10 cm si è eseguito un calcolo per un totale di 200 ore di simulazione.

In tutti gli spettri di potenza dei valori di livello eseguiti in più punti campione del reticolo si è ottenuto un picco significativo a 3.6 ore che rappresenta il periodo della oscillazione uninodale del bacino. Tale valore è stato ottenuto con un coefficiente di attrito del fondo pari a $3x10^{-3}$ e col parametro di Coriolis pari a $1.0103x10^{-4}$ sec^{-1}. Nella figura vengono riportati gli spettri di potenza eseguiti sui valori delle elevazioni calcolati in corrispondenza delle stazioni di Imperia, Genova e La Spezia dopo 80 ore di simulazione. Per eliminare la fase transiente iniziale di circa 20 ore, soltanto 300 valori distanziati nel tempo di 12 minuti sono stati utilizzati in questa particolare analisi. Gli spettri calcolati secondo tecniche tradizionali (BENDAT & PIERSOL, 1966) coprono l'intervallo di frequenza da O a 0.5 cicli per ora ad intervalli di 0.025 cicli per ora; con 6 gradi di libertà l'intervallo fiduciale dell' 80 % è delimitato da 0.26 e 1.74 di ciascun valore spettrale.

Il valore del periodo dell'oscillazione propria del Mar Ligure fornito dal metodo dell'energizzazione casuale coincide esattamente con un massimo di energia spettrale ottenuto da una preliminare analisi condotta sulle registrazioni mareografiche di Imperia, Genova e La Spezia.



Spettri di potenza dei valori di livello a Imperia, Genova e La Spezia dopo 80 ore di simulazione con la tecnica di energizzazione casuale lungo la frontiera aperta da Nizza a Calvi.

BIBLIOGRAFIA

Bendat J.S. and A.G. Piersol. 1966. *Measurement and analysis of random data. New York:* 390 pp.

Hansen W. 1962. Hydrodynamical methods applied to oceanographic problems. *Mitt. Inst. Meeresk. Univ. Hamburg,* 1: 25-34.

Radach G. 1971. Ermittlung zufallsangeregter Bewegungsvorgànge fűr zwei Modellmeere mittels des hydrodynarmsch-numerischen Verfahrens. *Mitt. Inst. Meeresk. Univ. Hamburg,* 20: 1-79.

Welander P. 1961. Numerical prediction of storm surges. *Adv. Geophys.*, 8: 315-377.

A. OZER (*)

L'APPORTO DELLA MORFOMETRIA DEI CIOTTOLI DI. SPIAGGIA ALLO STUDIO DELLA DERIVA LITORALE
(Esempio della Marina di Sorso, Sardegna)

Nel corso delle nostre ricerche sulla geomorfologia litorale della Sardegna settentrionale (A. OZER, 1976) abbiamo frequentemente utilizzato la morfometria dei ciottoli come metodo di studio dei depositi quaternari e attuali sia fluviali che marini.

In questa nota si descrive l'evoluzione dei diversi indici morfometrici lungo la spiaggia di Sorso situata nella parte orientale del Golfo dell'Asinara. Questo tratto di litorale è bordato verso l'interno da importanti formazioni dunari attuali, oloceniche e pleistoceniche ed è limitato ad E dall'Anglona, caratterizzata da espandimenti lavici oligo-miocenici, e ad W dal Turritano, zona in cui affiorano calcari e marne dell'Elveziano.

La spiaggia di Sorso, lunga circa 16 lem, s'estende dalla foce del Riu Pedras de Fogu ad E sino a Platamona ad W. Tale spiaggia è essenzialmente sabbiosa, ma è ricoperta in maniera discontinua da ciottoli di natura prevalentemente trachitica, originari dell'Anglona; si rileva anche la presenza di qualche ciottolo di origine locale: si tratta di calcari miocenici sovente perforati da organismi litofagi ed anche di frammenti provenienti dallo smantellamento della «beach» da noi attribuita al Versiliano.

*Laboratoire de Geologie et de Géographie Physique,
Università de Liège,
Place du XX Août, 7 - B 4000 LIEGE.

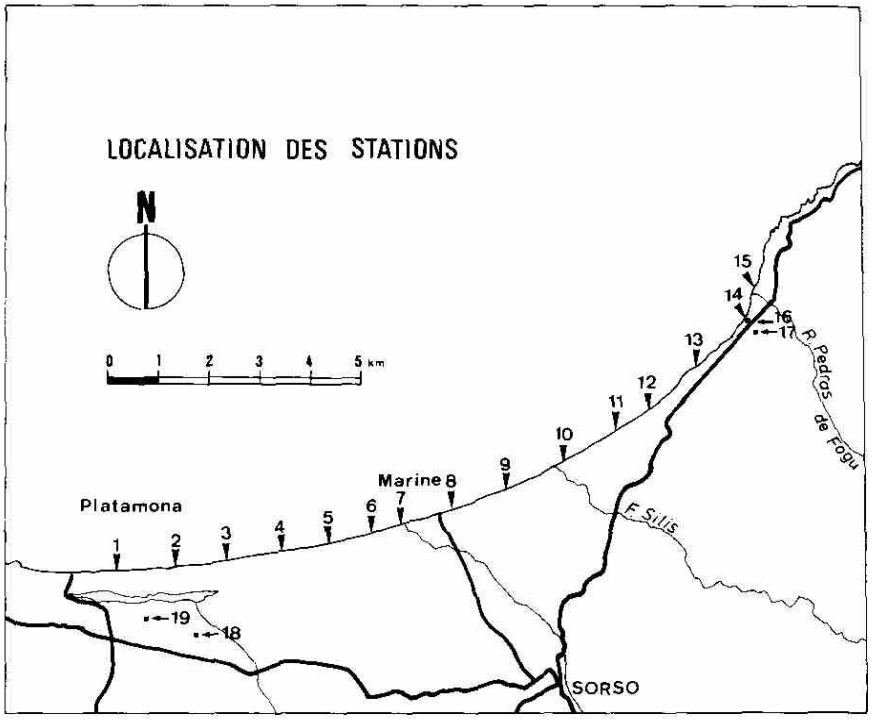


FIG. 1 - Spiaggia di Sorso (Sardegna settentrionale). Ubicazione delle stazioni di campionature (Numeri 16, 17, 18 e 19: spiaggia del Tirreniano).

Sono state scelte, lungo il litorale in esame, 15 stazioni di campionatura (Fig. 1) distanziate di circa 1 km. Per ciascuna stazione sono stati calcolati gli indici di smussamente e d'appiattimento (A. CAILLEUX & J. TRICART, 1959) su di un campione di almeno 50 ciottoli di trachite la cui maggior dimensione è compresa tra 40 e 60 mm; i ciottoli sono stati prelevati nella fascia intertidale e le misure sono state ripetute quasi ogni anno tra il 1970 e il 1974. Tutti gli indici ricavati sono riportati nella tabella seguente e nei grafici (Fig. 2-3).

Sono state inoltre eseguite, in ogni stazione quattro misure di penecentile (J. TRICART & A. CAILLEUX, 1953) (Fig. 4).

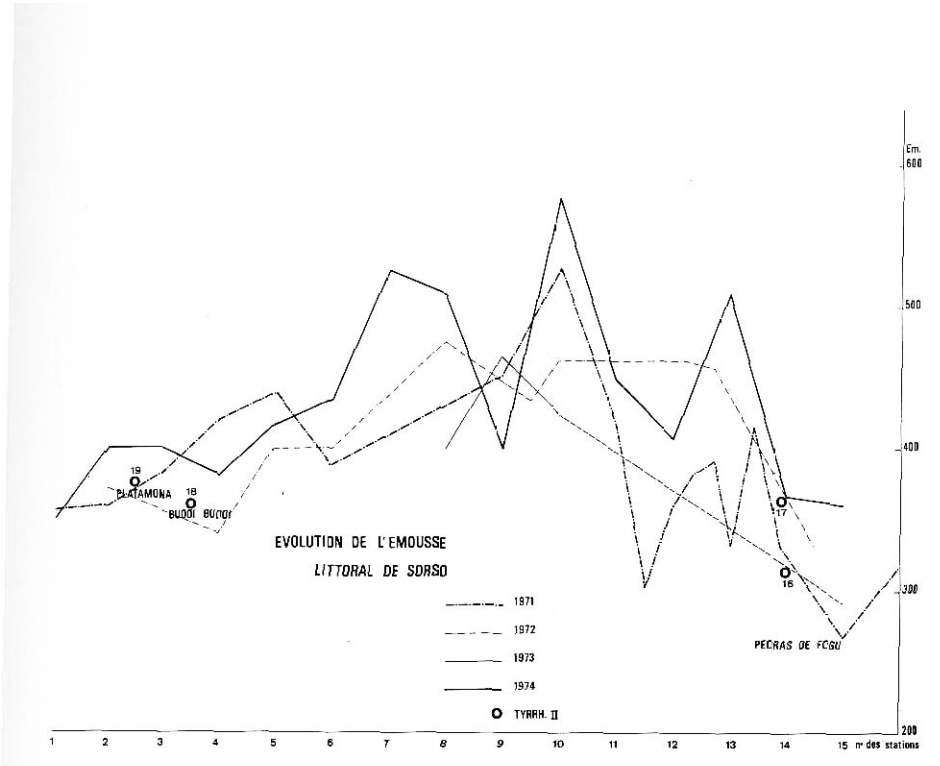


FIG. 2 - Evoluzione dell'indice di smussamente.

A. EVOLUZIONE DELL'INDICE DI SMUSSAMENTO. (Fig. 2)

Alla foce del Pedras de Fogu (stazione 15), il valore dell'indice di smussamente oscilla tra 267 e 360. Questi valori, relativamente modesti, sono giustificati dagli apporti del fiume. Infatti il materiale ciottoloso del terrazzo inferiore di questo corso d'acqua presenta degli smussamente di 245, 271 e 292. Verso W l'indice aumenta rapidamente e dopo 2 km (stazione 13) può raggiungere valori elevati (508). L'incremento continua sino ad E del fiume Silis (577, staz. 10) dove sono stati rilevati i valori massimi. Successivamente l'indice di smussamente si stabilizza tra 400 e 500 per diminuire nuovamente ed oscillare tra 350 e 400 nelle stazioni occidentali; il valore minimo di queste ultime stazioni è stato registrato a Platamona (staz. 1, 349).

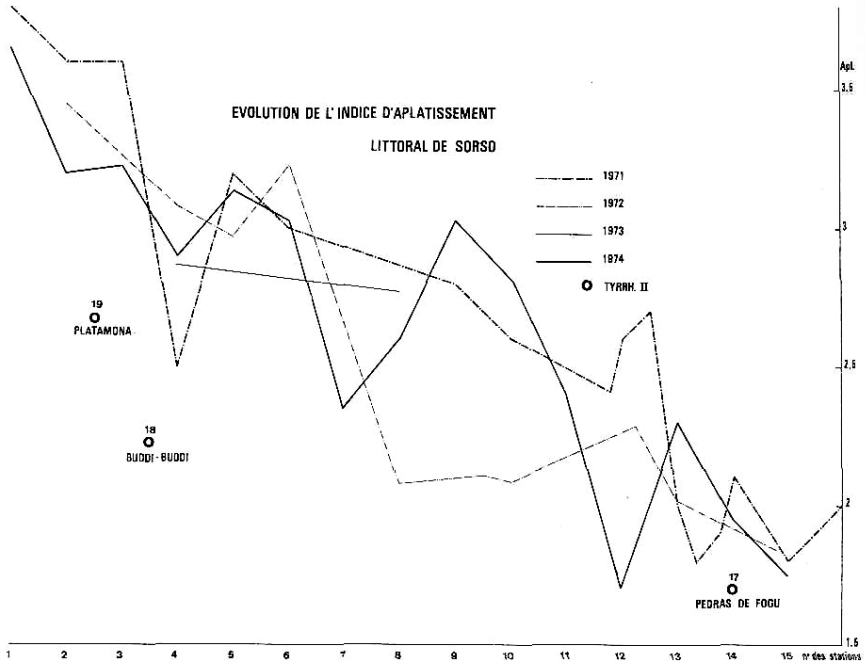


FIG. 3 - Evoluzione dell'indice di appiattimento.

B. EVOLUZIONE DELL'INDICE DI APPIATTIMENTO. (Fig. 3)

L'evoluzione dell'indice di appiattimento è del tutto differente. L'insieme delle curve annuali mostra una netta tendenza all'aumento da E verso W. Alla foce del Pedras de Fogu, l'appiattimento è molto basso (1,75 - 1,85) con valori prossimi a quelli rilevati nei terrazzi fluviali vicini (1,7 - 1,8), fatto che dimostra la presenza di materiale di apporto fluviale; verso W l'indice aumenta rapidamente per raggiungere valori via via più elevati: al centro della spiaggia (staz. 8) l'appiattimento oscilla tra 2 e 2,76 e nelle tre stazioni occidentali (1, 2 et 3) è superiore a 3,2 raggiungendo anche a Platamona (staz. 1) dei valori compresi tra 3,65 e 3,8.

Stations	Indice d'émoussé					Indice d'aplatissement			
	1970	1971	1972	1973	1974	1971	1972	1973	1974
1		357			349	3,8			3,65
2		360	372		400	3,7	3,45		3,20
3		372			400	3,7			3,23
4		421	339	408	381	2,5	3,09	2,88	2,90
5		441	400		417	3,2	2,97		3,14
6		391	400		435	3,0	3,24		3,03
7					526				2,35
8	400		476	491	509		2,09	2,76	2,60
9	396	545	435		400	2,8	2,12		3,03
10	465 426	528	462		577	2,6	2,07		2,82
11		416 304			449	2,5 2,4			2,40
12		360 383	462		408	2,6 2,7	2,30		1,70
13		392 333 407	458		508	2,0 1,8 1,9	2,04		2,30
14		333			367	2,1			1,95
15		267 318	333		360	1,8 2,0	1,85		1,75
16	315								
17		364				2,4			
18				360				2,24	
19				375				2,68	

TAB. 1 - Evoluzione degli indici di smussamento e di appiattimento.

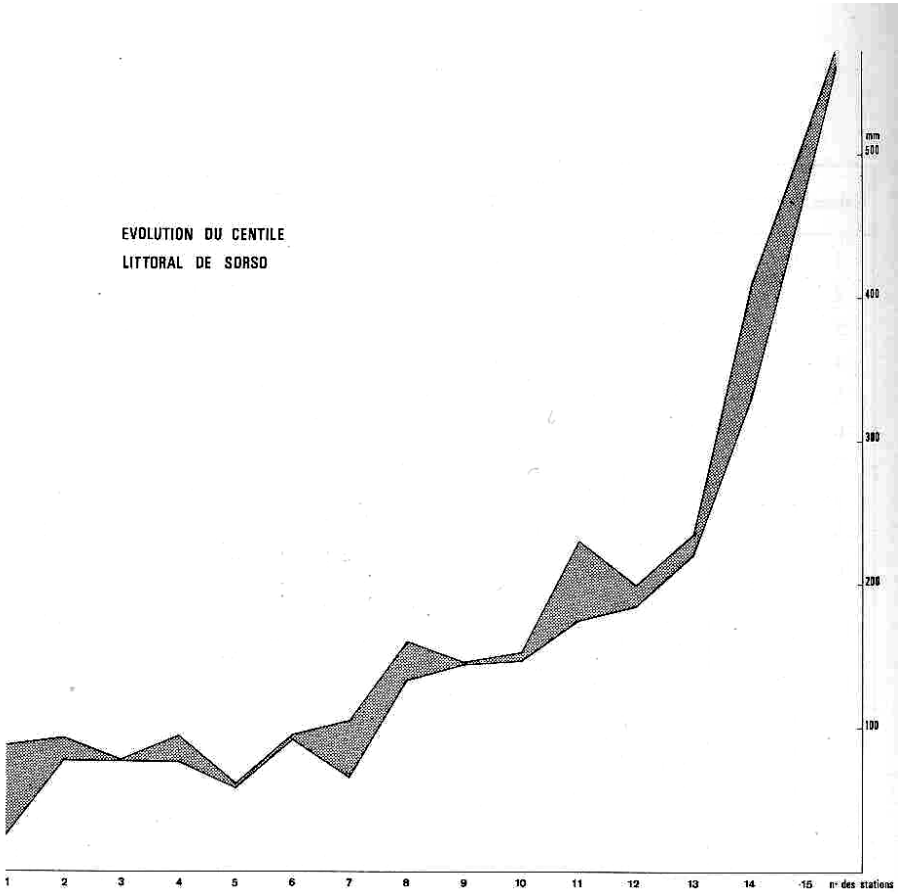


FIG. 4 - Evoluzione del penecentile.

C. EVOLUZIONE DEL PENECENTILE. (Fig. 4)

Anche l'evoluzione del penecentile è notevole. Dopo i valori elevati alla foce del Pedras de Fogu (>600 mm) dovuti agli apporti fluviali, il penecentile diminuisce rapidamente per divenire inferiore a 300 mm dalla stazione 13 in poi e inferiore a 100 mm ad ovest della stazione 7.

L'evoluzione dei diversi indici ci consente di sviluppare le seguenti considerazioni conclusive:

1) I ciottoli della spiaggia di Sorso provengono dalle alluvioni del Rio Pedras de Fogu. È poco probabile che i ciottoli trachitici provengano dalle coste dell'Anglona, particolarmente frastagliate, per trasporto litoranee. Inoltre, all'altezza della foce del fiume Silis (staz. 10) e degli altri ruscelli (staz. 7 e 12), l'andamento degli indici non mostra alcuna modificazione, fatto che dimostra come questi corsi d'acqua attualmente non trasportano ciottoli al mare.

2) L'evoluzione di tutti gli indici evidenzia 'l'esistenza di una deriva litoranea diretta verso W. M. SCACCINI-CICATELLI (I960) aveva già osservato questo fatto: secondo questo Autore esiste una vera e propria corrente che inizia a Isola Rossa, lambisce la costa dell'Anglona e interessa anche la costa orientale dell'Isola dell'Asinata, G. FIERRO (1970) è giunto a delle conclusioni simili attraverso lo studio della dispersione dei minerali pesanti delle sabbie nel Golfo dell'Asinata.

L'evoluzione del centile indica un trasporto selettivo verso W: i ciottoli più piccoli sono trasportati più lontano. Analogamente l'aumento dell'appiattimento dei ciottoli verso W è parzialmente legato ad un trasporto selettivo; i ciottoli più piatti, cioè i più facili a trasportare, si trovano più lontano. A. CAILLEUX & J. TRICART (1959) segnalano fatti simili1 partendo dalla foce di un fiume osservano un aumento dell'appiattimento e ne deducono l'esistenza di un effetto selettivo che si aggiungerebbe all'effetto dell'usura per abrasione.

3) Parallelamente a questo trasporto selettivo, bisogna tener conto dell'usura dei ciottoli in ambiente litoraneo. L'elaborazione marina è responsabile anche di un rapido incremento dello smussamente. Già a 2 km ad W della foce del Pedras de Fogu i caratteri fluviali dei ciottoli sono praticamente scomparsi. Il rapido aumento dello smussamente nella parte orientale della spiaggia è legato al fatto che questo tratto di litorale è ricco di ciottoli: questi rotolano gli uni sugli altri sotto l'azione continua delle onde, si urtano e si smussano sempre più. Per contro, nel settore occidentale della spiaggia, dove i ciottoli sono meno numerosi e più piatti (>3), a causa degli urti i ciottoli stessi Possono rompersi più facilmente: ne consegue una diminuzione dello smussamento.

4) Per quanto riguarda le variazioni annuali degli indici di smussamento e di appiattimento in una stessa stazione, esse devono essere legate alle singole traversie che interessano il litorale. L'influenza di qualche valore aberrante è controbilanciata dalle misure degli altri anni. Queste variazioni, talora forti, da un anno all'altro mostrano con quanta prudenza debbano essere interpretate le singole misure.

In conclusione la distribuzione dei ciottoli sulla spiaggia di Sorso e l'evoluzione della loro forma sono dovute stazione di modellamento del mare da un lato e al trasporto selettivo dall'altro; entrambi i fattori sono legati alla deriva litoranea verso ovest.

BIBLIOGRAFIA

A. Cailleux et J. Tricart. 1959. L'étude des sables et des galets. C.D.U., *Paris*, T 1, 2 et 3: 765.

G. Fierro. 1970. I minerali pesanti nei sedimenti marini del Golfo dell'Asinara e delle Bocche di Bonifacio. *Atti Soc, It. Se. Nat.*, 110: 155-197.

A. Ozer. 1976. Géomorphologie du versant septentrional de la Sardaigne. *Thèse de Doctorat en Sciences Géographiques. Université de Liège.* 3: 620.

M. Scaccini-Cicatelli. 1960. Sur les caractères hydrodynamiques et bathymétriques du Golfe de l'Asinara. *Rapp. et P.V. du C.I.ESMM.*, 15: 265-269.

J. Tricat et A. Cailleux. 1953. Détermination du Gentile en granulometrie. *B.S.G.F.*, (6), 3: 747-759.

VIARENGO A., ZONCHEDDU A., CORDONE A.,
MANCINELLI G. e ORUNESU M.

ATTIVITÀ RNA POLIMERASICHE NEI NUCLEI DI EPATOPANCREAS DI MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAMARCK

INTRODUZIONE

Da alcuni anni il mitilo viene utilizzato come indicatore della contaminazione del mare in quanto, essendo un organismo sessile e filtratore, è in grado di concentrare nei propri tessuti le sostanze presenti nell'ambiente (1-3). Si è osservato che l'accumulo di sostanze presenti nell'ambiente marino, come metalli pesanti e idrocarburi, può provocare nei tessuti del mitilo alterazioni sia strutturali che metaboliche (A, 5). Sono stati descritti effetti degli inquinanti sul metabolismo dei glucidi e sulla fosforilazione ossidativa (4, 6), ma non si hanno per ora notizie su modificazioni a carico della sintesi delle proteine e degli RNA, due processi che sono tra di loro strettamente collegati e interdipendenti.

In questo lavoro, prima di intraprendere lo studio sugli effetti che gli inquinanti possono esercitare sulla formazione degli RNA e sulla regolazione della sintesi proteica, abbiamo voluto studiare le caratteristiche delle RNA polimerasi, gli enzimi che catalizzano la sintesi degli RNA presenti nei nuclei di epatopancreas di *Mytilus galloprovincialis*.

È questa una ricerca di base resa necessaria dal fatto che, attualmente non esiste in letteratura alcuna notizia né sul numero né sulle

*Istituto di Fisiologia Generale, Università di Genova, 16132 Genova, Italia.

caratteristiche delle polimerasi nucleari dell'epatopancreas, che rappresenta la ghiandola digestiva del mitilo (7) ed è caratterizzato da una elevata attività metabolica.

MATERIALI E METODI

In questi esperimenti sono stati utilizzati mitili della specie *Mytilus galloprovincialis* Lam. della lunghezza di 4-6 cm raccolti a Palmaria, La Spezia, e mantenuti per tre giorni in acquario con acqua di mare ricircolante (t = 15-17° C) prima delle analisi.

PREPARAZIONE DEI NUCLEI

L'epatopancreas (10-12 g) era rapidamente rimosso dagli animali, lavato con una soluzione contenente saccaroso 0.34 M, $MgCl_2$ 5 mM, KC1 25 mM, Tris-HCl 50 mM, pH 8, e omogeneizzato in tre volumi della stessa soluzione, L'omogenato era filtrato, addizionato di due volumi di saccaroso 2.3 M contenente $MgCl_2$ 5 mM, KC1 25 mM, Tris-HCl 50 mM, pH 8, e stratificato su un cuscinetto dello stesso saccaroso 2.3 M.

I nuclei erano sedimentati mediante centrifugazione a 90.000 x g per 50'. Le soluzioni impiegate contenevano ditiotreitolo 1 mM e fenilmetilsulfonilfluoruro alla concentrazione di 50 µg/l. Tutte le operazioni sono state effettuate alla temperatura di 0-4° C.

DOSAGGIO DELL'ATTIVITÀ RNA POLIMERASICA DNA DIPENDENTE

Aliquote di nuclei (100-150 µg di DNA) erano incubate per 20' a 20° C in un volume di 0.22 ml di una miscela di reazione contenente: Tris-HCl 50 mM, pH 7.9, NaF 6 mM, ditiotreitolo 7 mM, $MnCl_2$ 2 mM, $MgSO_4$ 6 mM, ATP, GTP, CTP 0.45 mM e UTP (^3H) 0,025 mM (a.s. 800 cpm/pmole). La concentrazione del solfato di ammonio presente nella miscela di reazione è indicata nella legenda delle figure. L'incorporazione dell'UMP (^3H) nel materiale acido precipitabile era valutata come descritto in precedenza (8). Tutti i dosaggi erano eseguiti in duplicato. Il DNA presente nei nuclei era dosato secondo il metodo di Burton (9).

RISULTATI E DISCUSSIONE

In una prima serie di analisi abbiamo notato che incubando aliquote di nuclei con una miscela di reazione standard contenente $(NH_4)_2SO_4$ 60 mM la sintesi di RNA nei nuclei risulta sensibilmente ridotta (intorno al 50 %} dall'aggiunta di α-amanitina in concentra-zione molto bassa (0.5 (μg/ml), Tale risultato indica che la sintesi di RNA dipende in parte dall'attività di un enzima che, analogamente alla RNA polimerasi II estratta dal fegato di ratto, dal timo di vitello, dal riccio di mare, ecc. (10) è selettivamente inibito da concen-trazioni molto basse di α-amanitina (da 0.2 a 1 μg/ml).

I risultati della figura 1 illustrano gli effetti che differenti con-centrazioni di $(NH_4)_2SO_4$ nella miscela di incubazione esercitano sulle attività RNA polimerasiche resistenti e sensibili all' α-amanitina. Tali effetti sono notevolmente diversi poiché l'attività della RNA polimerasi sensibile alle basse concentrazioni di α-amanitina risulta progressivamente esaltata con l'aumentare della concen trazione del $(NH_4)_2SO_4$, mentre l'attività polimerasica resistente alla tossina ha due optimum: uno in presenza di $(NH_4)_2SO_4$ 50 mM e l'altro in presenza di $(NH_4)_2SO_4$ 200 mM. Questo risultato potrebbe indicare che nei nuclei di epatopancreas di *Mytilus galloprovincialis*, esistono non una ma due RNA polimerasi resistenti alle basse concentrazioni di α-amanitina con caratteristiche simili, per quanto riguarda la sensibilità alla forza ionica del mezzo di incubazione, a 'quelle delle polimerasi I e III isolate dal fegato di ratto e dai tessuti di altri vertebrati. Per verificare questa possibilità abbiamo determinato l'attività RNA polimerasica in presenza di $(NH_4)_2SO_4$ -50 mM e 200 mM aggiungendo però alla miscela di reazione una concentrazione molto elevata di α-amanitina (200 μg/ml). È noto infatti che questa concentrazione di α-amanitina non modifica l'attività della polimerasi I ma inibisce completamente l'attività della polimerasi III nelle cellule di numerosi eucarioti (10,12).

I risultati ottenuti hanno dimostrato che l'attività RNA polimerasica che si osserva in presenza di $(NH_4)_2SO_4$ 50 mM resiste alla elevata concentrazione di α-amanitina ed ha, quindi, le caratteristiche della polimerasi I mentre l'attività polimerasica dosata in presenza di $(NH_4)_2SO_4$ 200 mM risulta inibita al 70-80 % ed è pertanto dovuta in massima parte alla RNA polimerasi III. Nel loro insieme i risul-

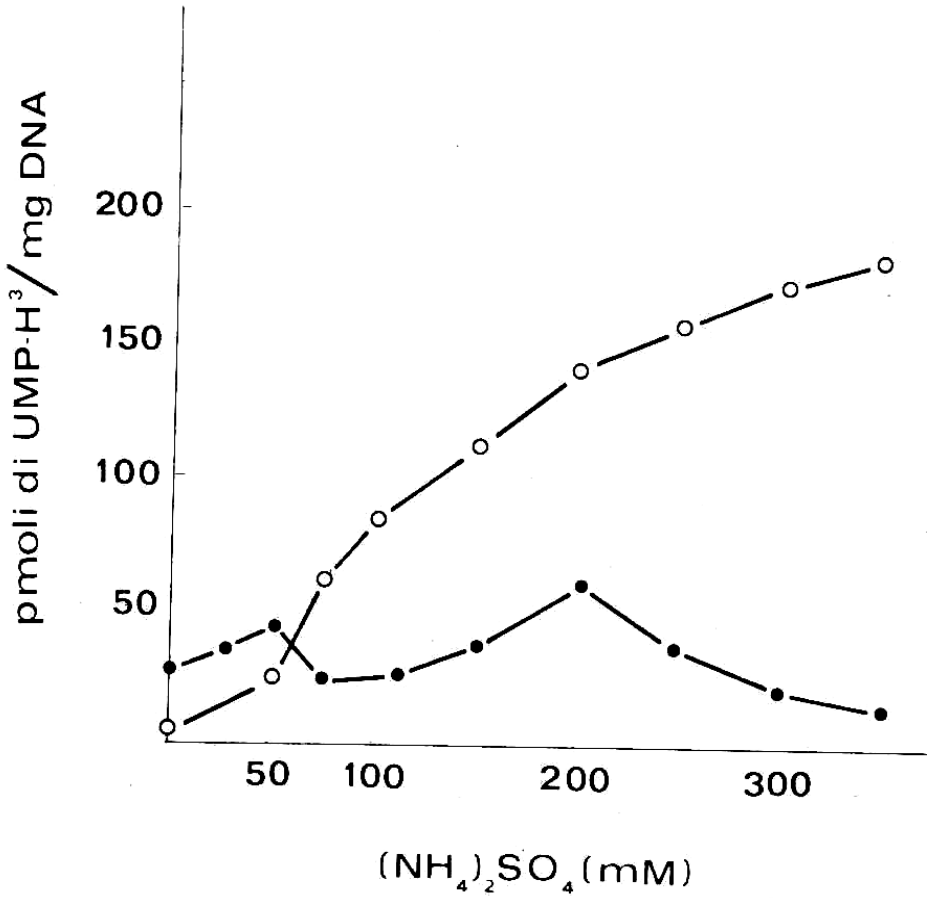


FIG. 1 - Effetto della forza ionica sulle attività RNA polimerasiche α-amanitina resistente (• - •) e α-amanitina sensibile (O - O) presenti nei nuclei di epatopancreas di *Mytilus galloprovincialis* Lam. Le condizioni di dosaggio sono descritte nei Metodi. La concentrazione finale di α-amanitina, quando presente, era di 1 μg/ml. Il valore dell'attività RNA polimerasica α-amanitina sensibile era calcolato come differenza tra l'attività RNA polimerasica valutata in assenza e in presenza di α-amanitina. L'attività dell' RNA polimerasi α-amanitina resistente era determinata in presenza della tossina fungina.

tati presentati indicano che nei nuclei di epatopancreas del *Mytilus galloprovincialis* sono presenti tre attività RNA polimerasiche che possono essere differenziate in base alla diversa sensibilità all' α-amanitina e alla forza ionica del mezzo di incubazione e che possono essere paragonate alle RNA polimerasi I, II e III identificate nei tessuti di numerosi altri eucarioti e responsabili, rispettivamente, della sintesi dei precursori dell' RNA ribosomale, dell' RNA messaggero e dell'RNA di trasferimento.

TAB. I. - Attività RNA polimerasica e rapporto U/G nei nuclei di epatopancreas di *Mytilus galloprovincialis* a bassa ed alta forza ionica in presenza ed assenza di α-amanitina.

a-amanitina	$(NH_4)_2S0_4$ (mM)	Attività RNA polimerasica ^{3}H-UMP	^{3}H-GMP	Rapporto U/G
+	50	12.5 ± 2.2	20.7 ± 4.3	0.63
—	200	89.5 ± 7.6	64.9 ± 9.4	1.38

Le condizioni di reazione erano quelle descritte nei Metodi. La concentrazione di α-amanitina (quando presente) era di 1 (μg/ml. Quando il precursore radioattivo era (^{3}H) GTP la miscela di reazione conteneva ATP, UTP, CTP 0.45 mM e (^{3}H) GTP 0.025 mM (attività specifica 800 cpm/pmole). L'attività RNA polimerasica è espressa come pmoli di (^{3}H) UMP o (^{3}H) GMP per mg di DNA incorporate in 3 min di incubazione a 20°C. I valori rappresentano la media ± ES di 4 esperimenti.

Questa eventualità è confermata dai risultati riportati nella tabella 1 che mostrano come, a bassa forza ionica ed in presenza di α-amanitina, nei nuclei venga sintetizzato RNA di tipo ribosomale (come dimostrato dal basso valore del rapporto tra l'Uracile e la Guanina incorporata) probabilmente dovuto all'attività della RNA polimerasi I mentre il valore del rapporto Uracile/Guanina nel!' RNA sintetizzato ad alta forza ionica e in assenza della tossina è sensibilmente più elevato e può riflettere l'attività delle polimerasi II e III, deputate alla sintesi di RNA eterogeneo e di RNA di trasferimento e 5 S (8, 13).

Ricerche eseguite in parte con un contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova».

BIBLIOGRAFIA

1. Fossato V.U. e E. Siviero. 1974. Oil pollution monitoring in the lagoon of Venice using the mussel *Mytilus gattoprovincialis*. *Mar. Biol.*, 25: 1-6.
2. Pringle B.H,, D.E. Hissong, E.L. Katz and S.T. Milawka. 1968. Trace metal accumulation by estuarine molluscs. *Engng. Div. Am. Soc. civ. Engrs.*, 94: 455-475,
3. Sprague J.B. and J.R. Duffy. 1971. DDT residues in Canadian Atlantic fishes and shellfishes in 1967. *J. Fish. Res. Ed, Can.*, 28: 59-64.
4. Brown B.E. and R.C. Newell. 1972. The effect of copper and zinc on the metabolisml of the mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 16: 108-118.
5. Renzoni A. 1975. Toxicity of three oil-s to bivalve gametes and larvae. *Mar. Pollution Bull*, 6: 125-128.
6. Engel R.H., M.J. Neat and R.E. Hillman. 1972. Sublethal, chronic effects of DDT and Lindane on glycolytic and gluconeogenic enzymes of the quahog, *Mercenaria mercenaria*. In: *Marine pollution and sea Life.* Fishing News (Books), London: 257-259.
7. Van Weel, P.B. 1974. «Hepatopancreas». *Comp. Biochem. Physiol*, 47A: 1-9.
8. Viarengo A., A. Zoncheddu, M. Taningher and M. Orunesu. 1975. Sequential stimulation of nuclear RNA polymerase activities in livers from thyroidectomized rats treated with triiodothyronine. *Endocrinology*, 97: 955-961.
9. Burton K. 1956. A study of the conditions and mechanism of the dephehylamine reaction for the colorimetric estimation of deoxyribonucleic acid. *Biochem. J.*, 62: 315-321.
10. Chambon P. 1974. Eukaryotic polymerases. In: P.D. Boyer (Ed), «The Enzymes» *Academic Press,* New York. 3ª ed., 10; 261-331.
11. Weinman, R. and R.G. Roeder. 1974. Role of DNA-dependent RNA polymerase III in the transcription of the RNA and 5 S RNA genes. *Proc. Natl. Acad. Sci*. USA, 71: 1790-1794.
12. Fuhrman S.A. and G.N. Gill. 1976. Adrenocorticotropic hormone regulation of adrenal RNA polymerases. Stimulation of nuclear RNA polymerase III. *Biochemistry,* 15: 5520-5527.
13. Pogo A.O., V.C. Littau, V.G. Allfrey and A.E. Mirsky. 1967. Modification of ribonucleic acid synthesis in nuclei isolated from nor-mal and regenerating liver: 'some effects of salt and specific divalent cations. *Proc. Natl. Acad. Sci*. USA, 57: 743-750.

NOTO P. e LONGINELLI A.

OSSERVAZIONI SULLA STRATIFICAZIONE DELL'ACQUA DEL LAGO MAGGIORE IN RELAZIONE A MISURE DI TRITIO E DI COMPOSIZIONE ISOTOPICA DELL'OSSIGENO

RIASSUNTO

Sono state effettuate misure della concentrazione del Tritio e della composizione isotopica dell'ossigeno dell'acqua su campioni prelevati lungo 4 profili verticali dalla superficie al fondo nel Lago Maggiore, Scopo di tale ricerca è ottenere informazioni che consentano di valutare il meccanismo di ricambio dell'acqua stessa ed i tempi medi di residenza- È stato possibile rilevare la presenza di due masse di acqua sostanzialmente diverse tra di loro per quanto riguarda “età”, la prima tra 0 e 50 metri circa (tempo di residenza superiore a 4 anni) e la seconda da 50 metri al fondo. Tale massa, alla luce delle misure effettuate, risulta composta, per circa il 40 %, da un'acqua di età superiore a 20 anni. In base a tali dati è possibile avanzare alcune ipotesi sui meccanismi di mescolamento, alla luce dei quali si deve ritenere che il tempo necessario per il totale ricambio dell'acqua del lago sia dell'ordine di 120-150 anni, Ulteriori ricerche sono in corso per confermare tale ipotesi utilizzando anche tecniche di studio diverse, sia su isotopi radioattivi che su isotopi stabili.

F. FRASCARI* e F. MARABINI*

NUOVE OSSERVAZIONI SULLA DINAMICA DI SEDIMENTAZIONE IN ALCUNE AREE DEL DELTA DEL PO E MARE ANTISTANTE

RIASSUNTO

In un precedente lavoro sono state analizzate mediante analisi fattoriale le caratteristiche granulometriche di campioni raccolti in due campagne (1972, 1973) nel delta del Po e mare antistante fino all'isobata di m 10. I risultati hanno permesso di individuare, per entrambe le campagne, tre ambienti di sedimentazione, caratterizzati da altrettanti tipi di energia.

Per avere una conferma statistica che questi dati non erano casualmente ripetitivi, si è eseguita la medesima elaborazione su campioni di una campagna successiva (1974). I risultati hanno confermato in pieno che i tre «tipi» di ambienti precedentemente individuati sono validi e che quindi sono validi e costanti i fenomeni fisici di sedimentazione ad essi corrispondenti. Unica cosa variabile nel tempo, entro certi limiti, è la posizione geografica delle aree in cui i vari tipi di energia presentano i loro valori massimi.

*Laboratorio di Geologia Marina, Bologna.

SARA D'ONOFRIO*, FRANCESCO MARABINI**
PAOLA VIVALDA

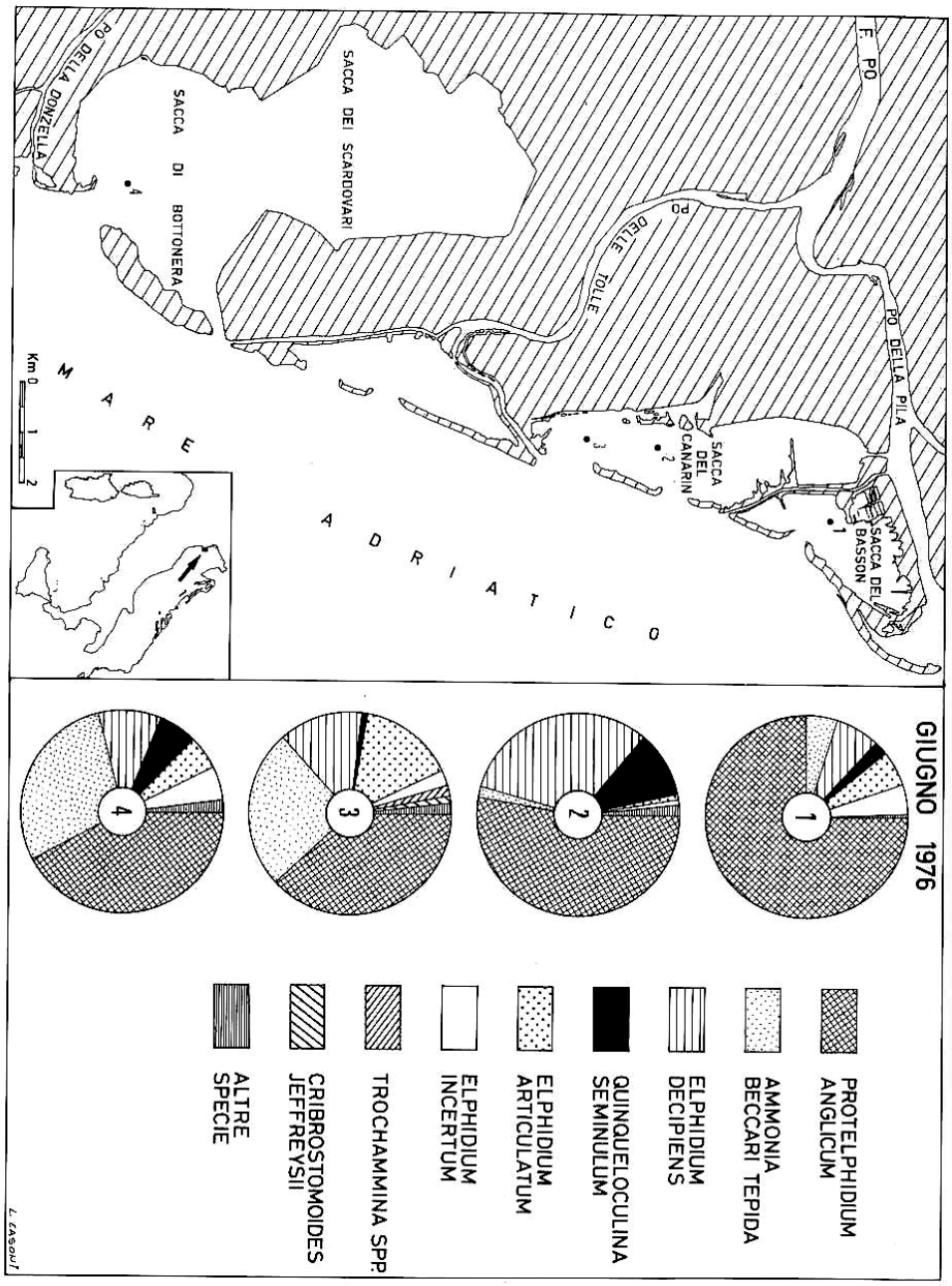
FORAMINIFERI DI ALCUNE LAGUNE DEL DELTA DEL PO
(Crociera 1976)

Da alcuni campioni raccolti nella campagna estiva 1976 dal Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R. di Bologna in tre lagune nella zona del Delta del Po (Basson, Canarin e Bottonera) si sono fatte osservazioni sulle associazioni a Foraminiferi in rapporto alla natura del fondo, al pH e alla salinità delle acque di fondo.

Nella laguna del Basson il camp. 1 (profondità m 1,60) è rappresentato da argilla siltosa, il pH del sedimento è 7,35, la salinità delle acque di fondo è di 16,87 %o. Nell'associazione a foraminiferi predomina nettamente *Protelphidium anglicum* MURRAY (74,90 %) seguito in ordine di frequenza da *Elphidium decipiens* (COSTA) CUSHMAN (6,92 %}, *Ammonia beccarii tepida* (CUSHMAN) ed *Elphidium articulatum* (d'ORBIGNY) con la stessa percentuale (5,43 %), *Elphidium incertum* (WILLIAMSON) (4,49 %), *Quinqueloculina seminulum* (LINNÉ) (2,43 %), *Trochammina rotaliformis* HERON-ALLEN & EARLAND e *Reophax* sp. con lo 0,18 %.

Nella laguna del Canarin si sono raccolti due campioni; il 2 alla profondità di m 1,80, il 3 alla profondità di m 1. Nel camp. 2 il sedimento è rappresentato da argilla siltosa, il pH è 7,65, la salinità delle acque di fondo è di 19,56 %o. Predomina sempre *Protelphidium anglicum* MURRAY (52,83 %) seguito da *Elphidium decipiens* (COSTA) CUSHMAN (32,07%), *Quinqueloculina seminulum* (LINNÉ) (10,75%),

*Istituto di Geologia e Paleontologia, via Zamboni 67, Bologna.
**Laboratorio per la Geologia Marina del CNR, via Zamboni 65, Bologna.


GIUGNO 1976
PROTELPHIDIUM ANGLICUM
AMMONIA BECCARI TEPIDA
ELPHIDIUM DECIPIENS
QUINQUELOCULINA SEMINULUM
ELPHIDIUM ARTICULATUM
ELPHIDIUM INCERTUM
TROCHAMMINA SPP.
CRIBROSTOMOIDES JEFFREYSII
ALTRE SPECIE
F. PO
PO DELLA PILA
SACCA DEL BASSON
SACCA DEL CANARIN
PO DELLE TOLLE
SACCA DEI SCARDOVARI
SACCA DI BOTTONERA
PO DELLA DONZELLA
MARE ADRIATICO
Km 0 1 2
L. Casoni

Ammonia beccarii tepida (CUSHMAN) (1,50 %), *Elphidium incertum* (WILLIAMSON) (0,94 %), *Elphidium articulatum* (d'ORBIGNY) (0,56 %}, *Miliolinella subrotunda* (MONTAGU) (0,37 %}, *Bolivina pseudoplicata* HERON-ALLEN & EARLAND (0,37 %), *Bolivina* sp. (0,37 %}, *Cribrostornoides jeffreysii* (WILLIAMSON) (0,18 %). Nel camp. 3 il sedimento è rappresentato da argilla siltosa con frazioni sabbiose; il pH è 7,75, la salinità delle acque di fondo è sempre 19,56 %o. L'associazione è caratterizzata da *Protelphidium anglicum* MURRAY (38,08 %), *Ammonia beccarii tepida* (CUSHMAN) (25,39 %} ed *Elphidium articulatum* (d'OREIGNY) (15,62 %}, seguite da Elphidiutn decipiens (COSTA) CUSHMAN (13,67 %), *Elphidium incertum* (WILLIAMSON) (3,12 %}, *Trochammina rotaliformis* HERON-ALLEN & EARLAND (1,75 %), *Cribrostomoides jeffreysii* (WILLIAMSON) (1,17 %}, *Quinqueloculina seminulum* (LINNÉ) (0,58 %), *Trochammina inflata* (MONTAGU) (0,39 %), ? *Fursenkoina* sp. (0,19 %).

Nella laguna di Bottonera il camp. 4 è .stato prelevato alla profondità di m 1,50; il sedimento è rappresentato da argilla siltosa, il pH è 7,80, la salinità delle acque di fondo è di 29,34 %o. Nell'associazione dominano nettamente *Protelphidium anglicum* MURRAY (42,45 %} e *Ammonia, beccarii tepida* (CUSHMAN) (29,06 %), seguiti in ordine da *Elphidium decipiens* (COSTA) CUSHMAN (9,81 %), *Quinqueloculina seminulum* (LINNÉ) (5,66 %), *Elphidium articulatum* (d'ORBIGNY) (5,28 %), *Elphidium incertum* (WILLIAMSON) (5,28 %), *Bolivina* cf. *subaenariensis* CUSHMAN (0,75 %), *Miliammina fusca* (BRADY) (0,56 %), *Trochammina rotaliformis* HERON-ALLEN & EARLAND (0,37 %), *Nonionella* cf. *turgida* (WILLIAMSON (0,19 %).

Da quanto sopra esposto si può notare che le microfaune rinvenute sono specificamente e percentualmente diverse a seconda della posizione dei campioni raccolti.

Da un punto di vista sedimentologico quasi tutti i campioni raccolti sono rappresentati da argille siltose scarsamente classate ad asimmetria negativa e dovuti a deposizione per gravita di materiali in sospensione.

Nella laguna del Basson il campione è stato prelevato nella parte più interna dove il livello energetico è molto basso e si è visto che il *Protelphidium anglicum* predomina quasi in senso assoluto, dando un carattere decisamente oligotipico all'associazione.

Nella laguna del Canarin si è notato che le associazioni sono diverse specificamente a seconda della posizione di prelievo dei campioni. Infatti mentre nel camp. 2 l'associazione è data da *Protelphidium anglicum* ed *Elphidium decipiens*, nel camp. 3 l'associazione è caratterizzata da un numero maggiore di specie, fra cui sono prevalenti *Protelphidium anglicum, Elphidium decipiens* ed *Ammonia beccarii tepida*. Questo può dipendere dal livello energetico non costante; infatti mentre nel camp. 2 è quasi nullo, nel camp. 3 è più elevato per il contenuto sabbioso del sedimento. Il maggior livello energetico è probabilmente dovuto alle correnti che entrano ed escono dalla grossa apertura presente a Sud.

Nella laguna di Bottonera l'associandone è caratterizzata da *Protelphidium anglicum* e *Ammonia beccarii tepida*. Si sono riconosciute inoltre *Miliammina fusca, Nonionella* cf. *turgida, Bolivina* cf. *subaenariensis* assenti nelle altre lagune.

I valori del pH e della salinità delle acque di fondo nella laguna del Basson hanno valori leggermente inferiori a quelli delle altre lagune (pH 7,35, salinità 16,87 %o); nella laguna del Canarin il pH varia di poco (da 7,65 a 7,75) mentre la salinità è costante (19,56 %o); nella laguna di Bottonera il pH è 7,80, la salinità cresce fino al 29,34%o.

Si può quindi concludere che il pH e la salinità delle acque di fondo sono fattori non necessariamente indispensabili per la caratterizzazione delle microfaune. Mentre si può affermare che in un ambiente con scarsa comunicazione con il mare, stagnante e riducente, dimostrato dai fondali di colore scuro talora nerastro (laguna del Basson) la microfauna è decisamente oligotipica con predominanza quasi assoluta di un'unica specie (*Protelphidium anglicum*). Nella laguna del Canarin dove il livello energetico è più elevato le associazioni microfaunistiche sono più differenziate e procedendo verso la comunicazione con il mare aumenta in esse il numero delle specie, la cui causa probabile è la maggiore ossigenazione delle acque. Anche 11 maggior numero dì specie che si ritrova nell'associazione della laguna di Bottonera può essere legato alla maggior vicinanza con le acque marine.

Alcune specie rinvenute in queste lagune sono comuni a lagune ed estuari di altre aree europee ed extraeuropee. Infatti *Quinqueloculina seminulum, Ammonia beccarii tepida* sono state trovate nella laguna di Venezia da SILVESTRI 1950 e CITA & PREMOLI SILVA 1966-

67; *Quinqueloculina seminulum*, *Miliolinella subrotunda*, *Protelphidium anglicum*, *Elphidium articulatum*, *Cribrostomoides jeffreysii*, *Trochammina rotaliformis*, *T. inflata* e *Miliammina fusca* in lagune iposaline ed estauri dell'Inghilterra da MURRAY 1973; *Ammonia beccarii tepida*, *Elphidium articulatum* ed *Elphidium incertum* nel Nord della Francia da PUJOS 1973; *Cribrostomoides jejfreysii*, *Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminulum* e *Miliammina fusca*, sono state trovate più volte in acque costiere extraeuropee, per esempio nel Rio de la Plata da BOLTOWSKOY & LENA 1974.

BIBLIOGRAFIA

Boltowskoy E. e H. Lena. 1974. Forammiferos del Rio de la Plata. Buenos Aires. *Servicio de Hidrografia Naval, H.* 661, 22 pp., 20 map.

Cita M.B. e I. Premoli Silva. 1966-67. Sui foraminiferi incontrati in un pozzo perforato nella laguna di Venezia. *Mem. di Biogeogr. Adriatica*, 1, pp. 29-51.

Murray J.W. 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids. *Heinemann Educational Books, London* 274 pp.

Pujos M. 1973. Les biocoénoses de foraminifères benthiques et de thé-camoébiens dans le complexe Garonne-Dordogne-Gironde: manifestations de l'influence des facteurs de l'environnement sur les microfaunes. *Bull. Inst. de Geol. du Bassin d'Aquitaine*, Talence n. 13, pp. 3-19.

Silvestri A. 1950, Foraminiferi della Laguna Veneta. Boll. Pesca, *Pescic. e Idrobiolo*, 5, pp. 22-98.

CLAUDIO CAPUTO, LEANDRO D'ALESSANDRO,
GIOVANNI BATTISTA LA MONICA
& ELVIDIO LUPIA PALMIERI*

ANCIENT AND RECENT CHANGES OF THE SHORELINE ALONG THE TUSCAN COAST

This communication is about the last results of researches carried out within the Special Program «Soil Preservation - Subprogram Coastal Processes» of the National Research Council (C.N.R.). «Data here synthetically exposed concern the shoreline changes occurred between the mouth of the Magra River and the promontory of Ansedonia. Changes as far as the Monti dell'Uccellina, already partially made known in a previous paper (CAPUTO & LUPIA PALMIERI, 1976), have been here specified, while changes for the stretch of shore extending more southwards as far as the promontory of Ansedonia have been reconstructed for the first time.

The whole coast examined — almost exactly corresponding to the one of peninsular Tuscany — is made-of generally slightly falcate sandy beaches alternating with step cliffs or true promontories. On the ground of morphological, sedimentological and wind and wave climate researches hitherto carried out it is possible to single out some wide stretches, which sometimes can be framed into true physiographic units marked by present conditions and evolutive processes being different (CELESTRE, CORTEMIGLIA & LUPIA PALMIERI, 1976; AIELLO et alii, 1976).

*Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università, Roma.

PLIO-QUATERNARY AND HISTORICAL CHANGES

The most interesting and complete bibliographic information concerns mainly the Luni and Pisa shores, the Gulf of Follonica, the Ombrone River delta and the area behind the Monte Argentario (MERCIAI, 1910; TONIOLO, 1927; ALBANI, GRISELLI & MORI, 1940; etc.).

At the end of Pliocene and during the Lower and Middle Qua-ternary these areas were largely occupied by wide and sometimes deep inlets which during the Flandrian transgression underwent no-table changes; also the origin of the well-known «tomboli» which connect the Monte Argentario to the continent is very recent (post-wűrmian). After having reached a remarkable ramification and extent during the last ingression, these inlets gradually filled up with sediments even if with different rates and in different ways according to the amount of fluvial load and to its not homogeneous distribution operated by waves and currents. The deltas of the main rivers of Tuscany — as also the ones of other Italian rivers — may be ascribed to historical times. This is perhaps a consequence of the increasing presence of man and of his activities (deforestation, agriculture, river embankment etc.).

During the Ligurian-Etruscan period a deep and navigable estuary allowed the existence of a river-port at the mouth of the Magra River, while inside the «Pisa Gulf» large lagoons originated and the deltas of both the Serchio and the Arno rivers began to be outlined. During the Etruscan period a tombolo originated thus completely separating the northern inlet of the ancient Grosseto gulf (from which originated the so-called «Prile Lake») from the sea, while at the same time the Ombrone delta began developing.

As from the I.st century b.C. Italian coasts have been affected by a gradual sea-level raising which is still acting. This change — probably related to eustatic movements — is likely not to have influenced the history of the studied areas during the Roman period: in fact along the Tuscan coast a general progradation of the shoreline took place, with exception of the Magra River outlet.

During the early Middle Ages a decrease of fluvial load seems to have taken place, probably due to climatic changes and to the break occurred in the agricultural colonization (with a renewal of spontaneous vegetation as a consequence). This should have origin-

nated a period o£ standstill or restricted retreats for the shoreline, probably lasting up to 1000 A.D.

During the following periods Tuscan beaches seem to have been affected by a general and remarkable accretion which probably went on until the half of the last century with exception of very localized and restricted episodes of erosion. During this period — when also the revival of man's activity occurred with several reclamations, stream embankments and rectifications, maintenance of bottoms etc. — very wide shoreline changes took place and the present general bending of the whole Tuscan coast became outlined.

THE LATEST CHANGES AND PRESENT TRENDS

Shoreline changes occurred during the last 150 years approximately, have been reconstructed with more detail thanks to both the existence of a richer literature and the availability of maps and aerophotos also improved by direct surveys. From the investigation carried out it comes that until 1954 along Tuscan beaches erosion occurred especially at the river mouths, while the other shore stretches remained stable or recorded different amounts in progradation. The main variations recorded for the most interesting areas are shown in plate 1.

On the ground of researches carried out up to the aerial survey of 1973, it is possible to say that along the northern Tuscan shoreline, erosion — recorded since 1882 — continued in the area just on the left of Bocca di Magra, while the beach dose to the northern pier of Marina di Carrara shows an accretion. Southeast of the port the by-passing system and the groynes recently built succeeded in restraining — only for a short period and for the small stretch dose to the port — the erosion quickened by the presence of the port itself. Further on, toward Marina di Massa, retreat continued and even intensified so that during 1976 its beaches had partially disappeared and protecting works built up to now were of no benefit with great damage above all for the tourist-bathing activity which represents the main economic resource of this area. Accretions along the stretch from Marina dei Ronchi to the Serchio River mouth continued; progradation of the section south of the Viareggio port reached the end of the pier-dyke: thus material can now get over this pier following the prevailing transport trend which for this stretch is from south to

north. According to this, the northern beach of Viareggio, which was formerly under erosion, stabilized during 1954 and 1965 while during the 1965-1973 period had even a moderate accretion. During the last few years the Serchio River mouth migrated northwards be-cause of the remarkable advance of the bar which represents the left delta wing.

South of the river the shore stretch as far as the Gombo — after the continuous progradation recorded since 1830 — under-went from 1954 a clear inversion in trend and a modification in the same way of the two lobes of the Arno River which had been retreating since a long time. With reference to this it is noteworthy to underline that the correlation between quantitative data on shoreline changes — happened during the 1954-1973 period — and the corresponding climatic and hydrological ones shows the connection of beach retreating, which occurred at the Arno delta in these last few years, with the observed decrease for the suspended sediment yield of the river itself. It is also likely that, at least partially, this decrease connects with a reduction of precipitation and runoff values and perhaps also with changes of pluviometric and hydrological régime.

Between the cliffs of the Monti Livornesi and the Piombino Promontory irregularly alternating episodes of erosion, equilibrium and accretion took place along the different beaches: at present it seems that conditions of relative stability are prevailing nearly everywhere. Exceptions are represented by: areas just close to the groynes built in the northernmost part — for which accumulation of material has been recorded — and the mouth of the Cècina River showing a remarkable retreat especially as to the tight delta wing — perhaps due to the huge and disorderly drawing of material from the river bed.

Within the Gulf of Follonica the «litorale di Follonica» shows different trends if compared with the «spiaggia di Pian d'Alma». The first one shows a general notable retreat of the shoreline until 1883, followed by a slight progradation until 1939. The following period — for which data are more reliable — is characterized by a general retreat, more evident but less regular during the last twenty years and generally stronger for the western section than for the eastern one. An exception to this trend is the short stretch in front of Follonica where — beyond cyclical changes — a global stability

has been recorded. Nevertheless the tourist-bathing economy of this area — as for other cited resorts — runs the risk of being compromised by retreat of shores which affects the main part of the whole «litorale di Follonica». This retreat can be connected not only with natural causes (climatic changes, trend to a decrease of fluvial solid yield, destruction of the beach-rock acting as a nearshore protection, etc.) but also with man-induced causes (reclamation by alluvion with consequent decrease of the river sediment yield, quarrying from the Cornia River bed and from other smaller channels present in this area, removal of material directly from beaches). The «spiaggia di Pian d'Alma» did not undergo large changes even if a slight trend towards and accretion in its northernmost section and an erosion in the southern one (toward Punta Hidalgo) can be recognized.

Changes having affected the coast running from the cliffs at the foot of Poggio Peroni to Castiglione della Pescaia are of little importance. More eastward the Grosseto shoreline has shown a relative stability only along the short beach between Castiglione della Pescaia and Le Marze, while the further stretch as far as about 2 km from Bocca d'Ombrone (and practically coinciding with the right wing of the Ombrone delta) has undergone a more and more notable accretion.

The deep and complicated changes of the two delta lobes are remarkable: a substantial retreat until 1973, at least, followed a sequence of alternating stages from 1830 to 1954. The last stretch of the Grosseto shoreline — from Marina di Alberese to the Monti dell'Uccellaia and practically coincident with the left wing of the Ombrone delta — recorded a notable accretion from the second half of the last century to 1973: this advance seems to continue also nowadays.

For the sandy arch running from Poggio Talamonaccio to the Monte Argentario promontory, the earliest reliable information dates back to 1824. This survey was followed by others carried out by different bodies until 1934, when MORI made some partial measurements of the shoreline change. During this period the stretch extending from the Osa River mouth to the Albegna River outlet underwent a general progradation particularly strong in the part closest to the Osa River mouth; its outlet trends southwards in the 1824 survey, subsequently rotating westwards for about 100° so that

it reached the present position during 1847. On the contrary the mouth of the Albegna River has undergone cyclic changes with alternated advance and retreat not coincident for both the lobes; in fact to the advance of one lobe corresponds a retreat of the other. This alternating trend, peculiar of the 1824-1884 period, is followed by a general progradation of both the lobes during 1888 and subsequently by a retreat (clearly more evidenced for the right lobe) until 1930. Also the mouth undergoes alternating changes moving in turn northwards and southwards.

The shoreline at the. south of the Albegna River outlet can be divided into three stretches having different dynamic conditions. The first and northernmost one is marked by alternating episodes of advance and retreat clearly conditioned by the behaviour of the Albegna outlet; the second and central stretch has undergone with time a continuous even if not very marked progradation, the amount of which decreases southwards as far as the third stretch — where the beach connects to the Monte Argentario — marked by a continuous retreat of the shoreline and moving landwards for 40 m during the 1824-1930 period. The latest changes have been deduced from aerophotos taken during 1956, 1965, 1973 and 1976.

From the survey examined it comes that the southern stretch of the Tombolo della Giannella has been affected — during the 1956-1965 period — by a general advance of the shoreline ranging from few metres up to about twenty metres. The northern stretch of this tombolo records the same phenomenon; nevertheless it is generally more reduced to such a point that sometimes also the matching of the two shorelines or even the retreat of the 1965 line in comparison with the one of 1956 can be recognized. Aerophotos of 1973 and 1976 show that in the southern stretch considerable changes continued; this time they were nearly everywhere negative in comparison with the position recorded during 1965 and for some very limited stretches even in comparison with the 1956 line. During the 1956-1973 period the northern stretch shows slight changes with exception of the last strip which bears evidence of a notable retreat just at the mouth of the Albegna River. Also the right lobe of this delta is affected by a retreat, while northwards — during the 1956-1973 period — the remaining shore as far as Poggio Talamonaccio shows moderate positive or negative changes. Among causes at the

ground of considered changes, together with sediment supply changes of the Osa and Albegna rivers, it Is necessary to take into account also the ones occurred for the regime of dominant winds; this has already been suggested by MORI (ALBANI, GRISELLI & MORI, 1940) for the Tuscan coast as far as Monte Argentario and recently pointed out by BARTOLINI et all. (1977 a) for the Tombolo di Feniglia.

Comparing aerophotos taken in different years (1942, 1954, 1968, 1976) it results that the shoreline at Tombolo di Feniglia has been almost stable during the last thirty years (with exception of the stretches where the tombolo ties the cliffs), wheras at present it is subject to a severe retreat which is cutting back an old vegetation covered ridge. This retreat started at the western side of the tombolo and at present it is migrating eastwards to stop at the eastern stretch of the shore. The beach Is again retreating where the tombolo ties the Ansedonia headland. An advance has been recorded in the last few years at the westernmost stretch owing to a sheltered area at the lee side of the piers at Cala Galera Harbour.

SOME FINAL CONSIDERATIONS

It is possible to underline that the above-mentioned shoreline changes along the Tuscan coast must be ascribed both to natural causes and to anthropic causes with local prevalence of one factor or the other. The most important natural causes are: the general sea-level raising (POLLI, 1953; SCHMIEDT, 1972), only partially counterbalanced by positive movement of land; subsidence phenomena recorded in some coastal plains not always counterbalanced by sediment supply; the natural variation in solid load amount; changes in precipitations and wind regime observed in different areas and relating not only with plurisecular cycles, but also with probable short-period cycles (DAINELLI, 1908). The deepening of researches which are presently carried out will surely supply more information about all these causes. What is sure, as repeatedly mentioned, is that the not prudent interventions are often the prevailing cause of erosion or even of the nearly complete disappearance of beaches. To better determine also these causes a further analysis is being carried on but it can be already stated that it is necessary to find as soon as possible a re-in order to avoid this phenomenon to intensify and widen out.

REFERENCES

Aiello E,, C. Bartolini, C. Caputo, L. D'Alessandro, F. Fanucci, G. Fierro, M. Gnaccolini, G.B. La Monica, E. Lupia Palmieri, M. Piccazzo e E. Pranzini. 1975. Il trasporto litoranee lungo la costa toscana tra la foce del Fiume Magra ed i monti dell'Uccellina. *Boll. Soc. geol. it.*, 94: 1519-1571.

Albani D., A. Griselli e A. Mori. 1940. Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane. *Le spiagge toscane,* C.N.R., 2; 155 pp.

Bartolini C., L. Corda, L. D'Alessandro, G.B. La Monica e E. Regini. 1977a. Studi di geomorfologia costiera: III - II Tombolo di Feniglia. Boll. Soc. geol. if._, 96 (in corso di stampa).

Bartolini C,, E. Pranzini, E. Lupia Palmieri e C. Caputo. 1977b. Studi di geomorfologia costiera: IV - L'erosione del litorale di Follonica. *Boll. Soc. geol. it.*, 96 (in corso di stampa).

Caputo C. e E. Lupia Palmieri. 1976. Cartografia storica e recente. Aerofotointerpretazione. In: «Ricerche sul Regime e la Conservazione dei Litorali. Rapporto 1974, parte II: Area Campione Alto Tirreno». *Quad. Ric. Scient.* 92: 72-80.

Celestre P., G.C. Cortemiglia e E. Lupia Palmieri. 1976. Meteorologia e mareografia. In «Ricerche sul Regime e la Conservazione dei Litorali. Rapporto 1974, parte II: Area Campione Alto Tirreno». *Quad. Ric. Scient.* 92: 64-72.

Dainelli G. 1908. Materiali per la climatologia d'Italia. Carta delle piogge della regione toscana. «*Mem. Geogr.» suppl. a Riv. Geogr. It.*, 2: 233-424.

Merciai G. 1910. Mutamenti avvenuti nella configurazione del litorale tra Pisa e Orbetello dal Pliocene in poi. *F.F. Nistri*: 148 pp.

Polli S. 1953. Il graduale aumento del livello del mare lungo le coste italiane. *Geof. pura e appl.*, 25: 123-129,

Rapetti F. e S, Vittorini. 1975. Osservazioni sulle variazioni dell'ala destra del delta dell'Arno. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, A, 81: 2.5-88.

Schmiedt G. 1972, Il livello antico del Mar Tirreno. Testimonianze dei resti archeologici. *Coll. «Arte e Archeologia. Studi e documenti»*, 4: 323 pp.

Toniolo A.R. 1927. Le variazioni storielle del litorale toscano tra l'Arno e la Magra. *Atti X Congr. Geogr. It.*: 19 pp.

CAPELLI R., CONTARCI V., PASSONE B., ZANICCHI G.

DETERMINAZIONE DEL Hg E DI METALLI PESANTI IN MITILI DEL MARE LIGURE ED ALTO TIRRENO

In occasione del XXV Congresso del C.I.E.S.M. tenutosi a Spalato dal 22 al 30 ottobre 1976 è stato esposto il lavoro di ricerca iniziato da noi nel 1974 ([1]) e sono stati discussi i dati ottenuti dalle analisi eseguite su mitili (*Mytilus galloprovincialis*) prelevati in vari porti della Liguria e della Toscana.
Nella tabella sottostante vengono riportati gli intervalli di concentrazione riscontrati da Fowler e coll. ([2]) e da noi ([*]) in mitili prelevati nel Mar Ligure:

	Cd	**Co**	**Cr**	**Cu**
µg/g	1.4-3.6	0.5-3.2	0.5-5.4	5.8-11.4
(*)	0.7-4.7	1.0-2.7	2.0-16.1	8.0-16.5

	Mn	**Ni**	**Pb**	**Zn**
µg/g	3.9-45.5	1.1-12.6	2.7-29.6	98-209
(*)	5.9-15.9	2.6-11.5	14.0-32.0	195-364

Come si può vedere esiste in alcuni casi un -buon accordo specialmente se si tiene conto della differente temperatura a cui sono stati essiccati nei due casi i campioni (65°C per Fowler e 95°C per noi).

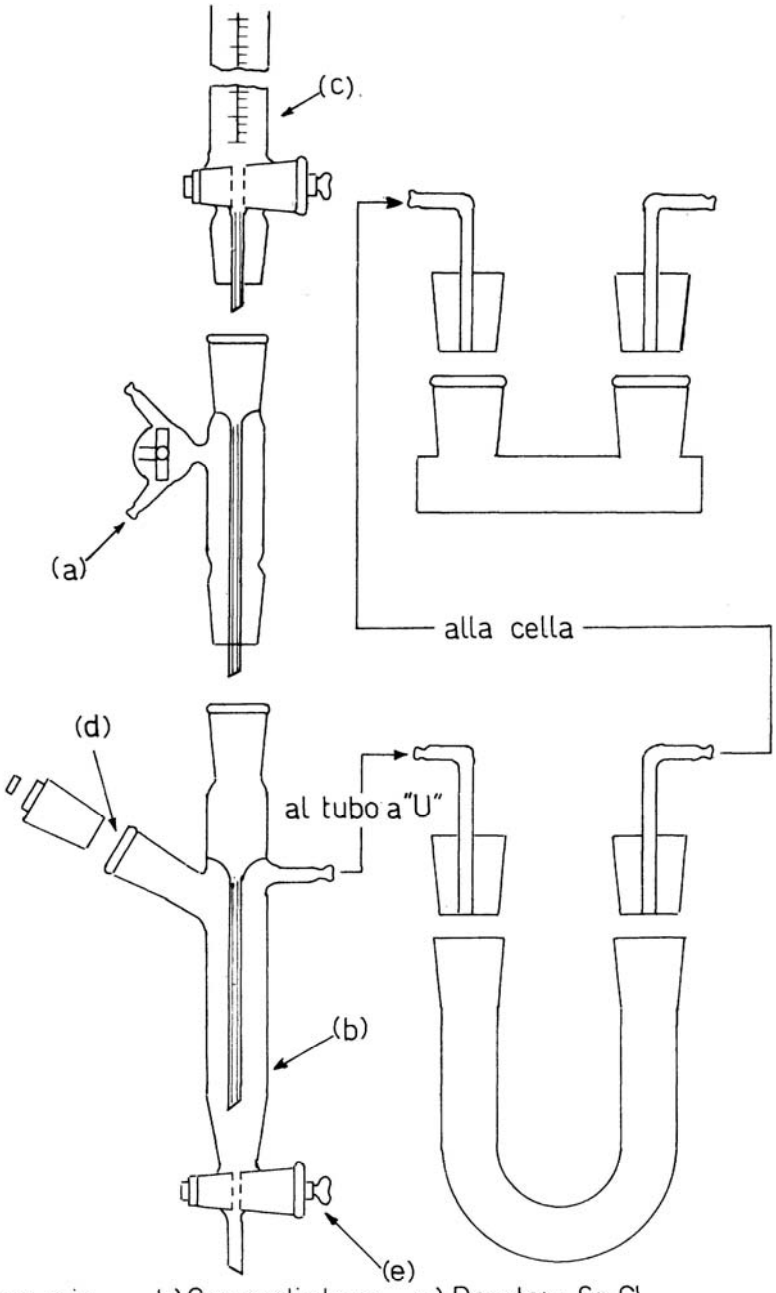
*Istituto di Chimica Generale - Università di Genova. «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova».

In seguito a questa prima indagine si è ritenuto opportuno includere tra i metalli presi in considerazione anche il mercurio che, come è noto, riveste un particolare interesse data la tossicità dei suoi composti. Sono state eseguite perciò varie prove per controllare se il metodo di distruzione della sostanza organica da noi adottato potesse essere applicato anche per questo metallo. A tale scopo partendo da un omogenato di mitili sono stati preparati 20 campioni del peso di 4 gr l'uno; 10 sono stati digeriti con miscela solfo-nitrica seguendo le norme dettate dalla Gazzetta Ufficiale e 10 sono stati mineralizzati usando acido nitrico secondo il metodo da noi descritto ([1]). Nelle soluzioni così ottenute è stato dosato il mercurio totale ottenendo i dati qui sotto riportati:

Tipo di attacco	Hg (valor medio di 10 campioni)	
	µg/g peso umido	errore %
solfo-nitrico	0.067	6
nitrico	0.069	6

Come si può vedere i valori ottenuti mostrano l'equivalenza dei due metodi di digestione. Oltre a questa prova, onde controllare l'efficienza del processo di mineralizzazione è stato eseguito il dosaggio del mercurio su un campione già analizzato al quale era stata aggiunta una quantità nota di mercurio. Infine sono state eseguite varie determinazioni su campioni di ostriche del NBS. I risultati ottenuti ci hanno confermato l'attendibilità del metodo e ci hanno permesso di valutare l'errore commesso nella determinazione del mercurio totale. (Valore da noi trovato: Hg µg/g peso secco 0.156 + 5 % - valore fornito da NBS: Hg µg/g peso secco 0.155 ± 0.015).

Il metodo da noi utilizzato per la determinazione del mercurio totale è quello della spettrofotometria di assorbimento atomico senza fiamma che si basa sulla riduzione dei sali di mercurio a mercurio metallico con cloruro stannoso in presenza di cloridrato di idrossilammina, successivo strippaggio e trasporto dei vapori di mercurio mediante una corrente d'aria. I vapori vengono fatti passare attraverso ad una cella con pareti di quarzo trasparente e della lunghezza di 10 cm, che si trova sul cammino ottico dello spettrofotometro. La lunghezza d'onda usata corrisponde a 253.7 nm. Senza entrare



a) Ingresso aria – b) Gorgogliatore – c) Dosatore $SnCl_2$
d) Collo per l'immissione del campione – e) Rubinetto di scarico

FIG. 1 - Apparecchio per la determinazione del mercurio.

nei dettagli dell'analisi verranno brevemente illustrate le modifiche da noi apportate alla apparecchiatura che compare sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n° 328 del 28-12-1971.

In figura 1 è rappresentato l'apparecchio da noi utilizzato. Esso è costituito in vetro borosilicato e, come si può vedere, il gorgogliatore termina con un rubinetto che permette di svuotarlo e lavarlo, dopo ogni determinazione, senza doverlo smontare o cambiare. Le operazioni che vengono eseguite in successione sono: lavaggio, normalizzazione, aggiunta del campione (5 ml), aggiunta del riducente (1 ml $SnCl_2$ + 0.5 ml di cloridrato di idrossilammina) apertura del rubinetto che immette l'aria nel gorgogliatore (0.3 litri al minuto) e dosaggio. Nel disegno compare pure il tubo ad U che opportunamente riempito di anelli di vetro, preventivamente essiccati in stufa a 120°C, serve per eliminare i vapori d'acqua che trascinati dalla corrente d'aria potrebbero condensare nella cella.

Utilizzando la metodologia descritta sono stati analizzati una serie di campioni (11) prelevati a partire dall'isola della Palmaria (campione I) fino ad arrivare al cantiere del Muggiano (campione XI) (fig. 2). I mitili aventi la lunghezza di 4 cm sono stati campionati nello stesso giorno (novembre 1975) in prossimità della costa. I valori ottenuti, riferiti al peso umido (peso secco/peso umido: 0.224) sono rappresentati nella seguente tabella.

Stazione	Hg (µg/g peso umido)
I	0.037
II	0.093
III	0.068
IV	0.045
V	0.068
VI	0.041
VII	0.056
VIII	0.081
IX	0.058
X	0.050
XI	0.054

Errore stimato: 6 %.

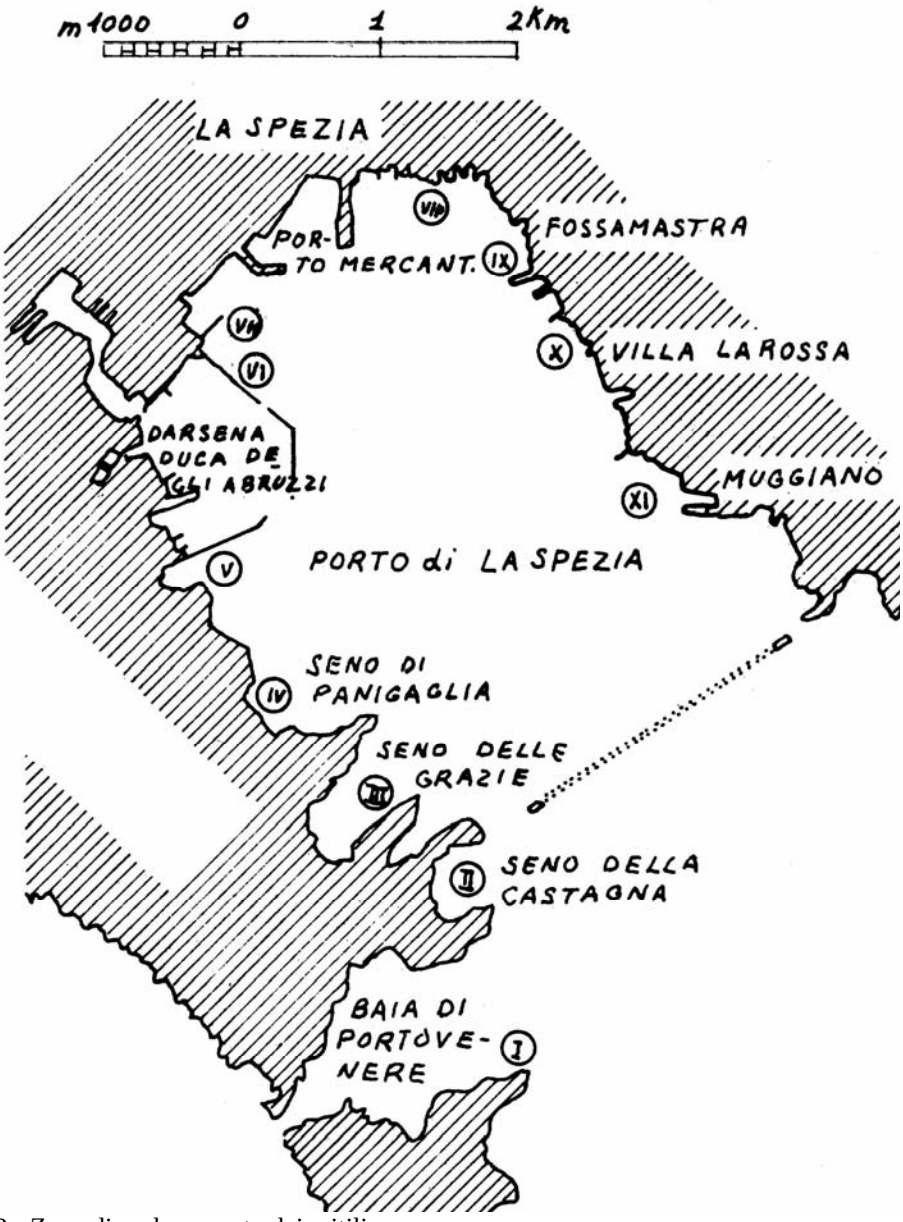


FIG. 2 - Zone di prelevamento dei mitili.

Come si può vedere, anche tenendo conto dell'errore si ha una variazione del contenuto di mercurio da una stazione all'altra; molto probabilmente tale differenza dipende dai vari tipi di scarichi che esistono nell'arco del porto e dalla circolazione delle masse d'acqua. Questi dati inoltre mettono in evidenza la necessità di accompagnare i dati chimici con la precisa posizione ove il campione è stato prelevato e mostrano quanto sia difficile giudicare lo stato di una zona da un numero limitato di campioni.

BIBLIOGRAFIA

(1) Capelli R., V. Contardi, G. Zanicchi - Enquete explorative sur la teneur en métaux (Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb) dans des échantillons des moules (*Mytilus galloprovincialis* - XXVe *Congres Assemblèe Plenière de la C.I.E.S.M.*, Split 22-X-76.

(2) Fowler S.W., B. Oregioni e coll. 1974. Trace elements concentrations in mussels of the Ligurian Sea. - *Activity of Intern. Laboratory of Marine Radioactivity* - Monaco 1974 Report.

(3) Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n° 328 del 28-XII-71.

(4) Standardization of methods for the determination of traces of mercury. Part II: Determination of total mercury in materials containing organic matter - *Analytica Chim. Acta* 84 (1976): 231-257.

CORRADI N.*, FANUCCI F.*,
FIERRO G.*, PICCAZZO M.*

I SEDIMENTI SUPERFICIALI DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE DELL'ISOLA DI CAPRAIA

PREMESSA

Nel corso della Crociera organizzata dal Gruppo Ricerche Oceanologiche - Genova, effettuata con la Nave Marsili del C.N.R. nell'aprile 1976, sono stati effettuati prelievi di sedimento superficiale mediante benna attorno all'isola di Capraia; nel corso della stessa Crociera sono stati anche effettuati profili di sismica superficiale eseguiti con Mud-penetrator EDO 333 a 3,5 KHz in prossimità dei campionamenti (fig. 1).

Nel presente lavoro ci si propone di esaminare le caratteristiche tessiturali del sedimento in relazione all'ambiente di deposizione ed alle caratteristiche della piattaforma attorno all'isola.

MORFOLOGIA DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE

Sia rispetto al continente, al quale non è collegata direttamente, sia rispetto alla disposizione delle altre isole dell'Arcipelago Toscano, l'isola di Capraia si presenta come un rilievo isolato. Essa è ubicata infatti in posizione eccentrica relativamente alla dorsale sulla quale sorgono lo Scoglio d'Africa e Pianosa, fatto che sottolinea la sua indipendenza genetica ed evolutiva rispetto alle altre isole dell'Arcipelago; le rocce che la costituiscono appartengono a due apparati

*Istituto di Geologia, Università di Genova.

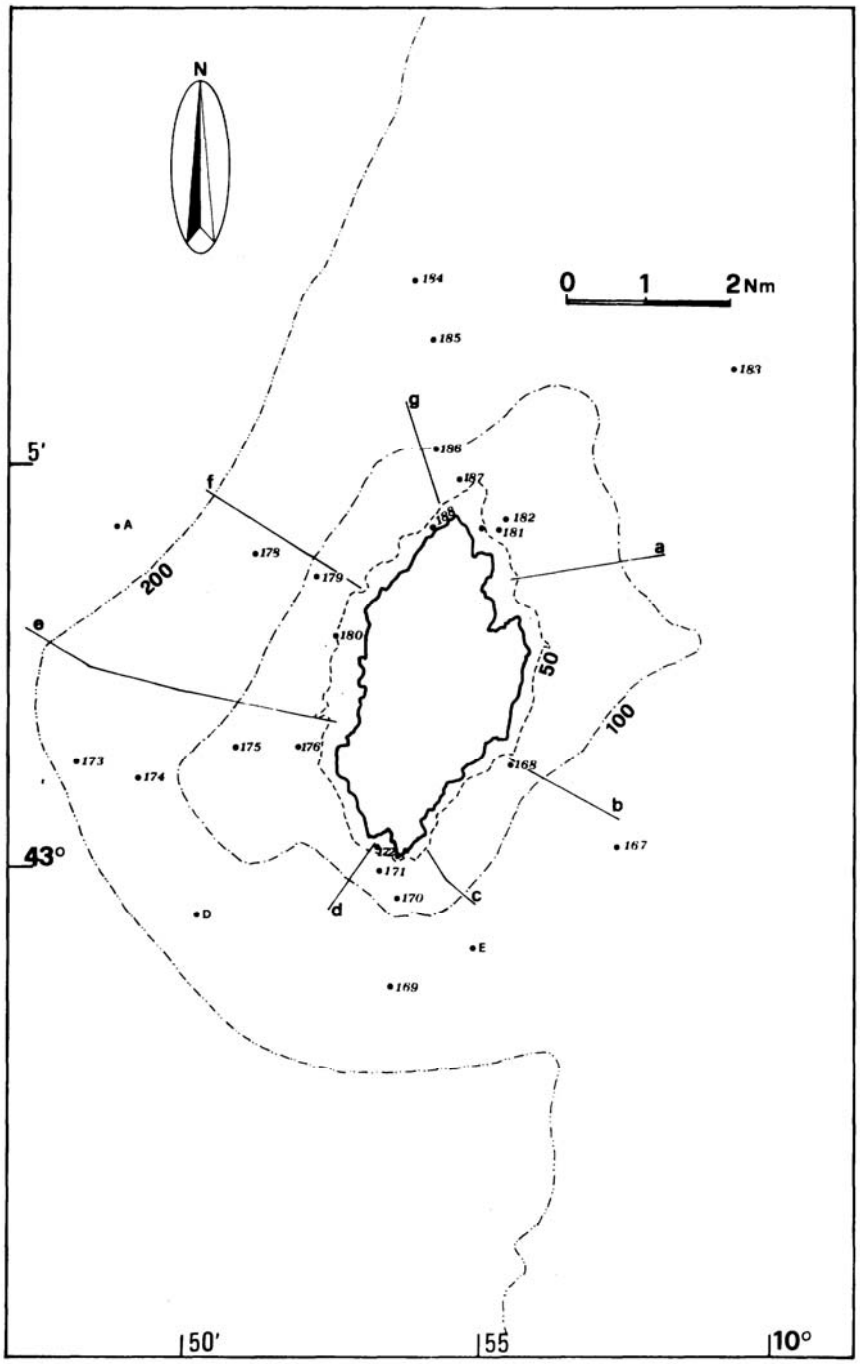


FIG. 1 - Ubicazione dei campioni e dei profili sismici.

vulcanici distinti nel tempo e caratterizzati da differente composizione chimica e mineralogica. Il vulcano più antico, con magmi di composizione trachiandesitica, cessò la sua attività alla fine del Miocene; quello più recente, le cui lave hanno composizione trachibasaltica, fu attivo ancora nel Quaternario antico. L'attuale morfologia dell'isola viene interpretata come quella di un apparato vulcanico la cui parte occidentale è sprofondata recentemente {FRANZINI, 1969).

La piattaforma continentale attorno all'isola è dissimmetrica: nella parte occidentale e meridionale essa presenta un ciglio ben definito a -125 m che la separa da una scarpata assai ripida, mentre nella parte settentrionale la distinzione tra piattaforma e scarpata si fa meno netta in quanto quest'ultima ha una pendenza assai più attenuata. Ad oriente, infine, il settore di piattaforma in questione si ricollega a quello dell'Isola d'Elba e più precisamente al prolungamento settentrionale della dorsale ricordata.

Da un esame dettagliato dei profili sismici la piattaforma sud-occidentale si presenta caratterizzata, fino a -50 m, da spuntoni rocciosi affioranti; tra -50 e -80 m vi è una zona a pendenza minore che termina con una breve scarpata cui fa seguito una zona a morfologia pianeggiante. Le ultime due zone descritte sono caratterizzate da un substrato acusticamente opaco ricoperto da uno strato di sedimento lutitico recente, per uno spessore medio di circa 2 m, che si assottiglia sempre più fino alla profondità di -105 m, dove inizia una zona a pendenza più accentuata che continua fino al ciglio, il quale, come si è detto, è ben marcato: a -125 m si passa bruscamente alla scarpata che ha una pendenza circa cinque volte maggiore di quella media della piattaforma. La zona di piattaforma prossima al ciglio è 'sicuramente di costruzione sedimentaria ed è caratterizzata da una pendenza crescente che probabilmente è dovuta ad un effetto di flessurazione ricollegabile alla tettonica disgiuntiva che ha operato in questo modo, con intensità spesso accentuata nel corso del Versiliano, su molti tratti delle piattaforme continentali del Mediterraneo.

Ad oriente il substrato roccioso è visibile fino a -90 m ed è ricoperto da accumuli irregolari di sedimento lutitico con potenze fino a 10 m; a profondità maggiori si ha la consueta morfologia regolare di una piattaforma di costruzione sedimentaria.

A nord il tratto di costruzione sedimentaria è assai ridotto; la zona di ciglio mostra ancora più evidenti che ad occidente gli effetti

della neotettonica, mentre il settore di piattaforma ad affioramenti rocciosi è caratterizzato da una terrazzatura ripetuta ed è movimentato da spuntoni isolati; il sedimento lutitico recente è assai scarso.

CARATTERISTICHE DEI CAMPIONI

In generale i sedimenti si sono rivelati ricchi in frazione carbonatica organogena, con percentuali di $CaCO_3$ non molto alte in vicinanza della costa (15,8-34,5 %) ma crescenti rapidamente (sino a superare il 90 %) e poi nuovamente decrescenti leggermente con l'incremento della profondità.

Le analisi granulometriche sul campione totale hanno dato una percentuale della frazione sabbiosa quasi sempre superiore al 70 %, con punte del 97 %. Se si applica per la classificazione dei litotipi il criterio proposto da KRUIT (1954) quasi tutti i campioni ricadono nel campo delle biocalcareniti lutitiche.

Se si considera invece solo la frazione terrigena del sedimento, eliminando cioè la frazione carbonatica, risulta una distribuzione concentrica dei diversi litotipi con granulometria decrescente da terra verso il largo: si passa infatti gradualmente da areniti lutitiche a lutiti (fig. 2), Questa disposizione concentrica evidenzia l'importanza dell'apporto detritico dell'isola nei processi di sedimentazione: il fenomeno è mediamente più rilevante sul lato ovest a causa delle caratteristiche di acclività del versante; infatti la parte occidentale dell'isola è caratterizzata da numerosi corsi d'acqua, molto ripidi, a breve percorso, lontani dal profilo di equilibrio e quindi con possibilità di trasporto maggiori; la parte orientale ha invece corsi d'acqua mediamente più lunghi e meno ripidi; inoltre occorre tener presente la diversa natura delle rocce costituenti i due versanti dell'isola; la parte occidentale è costituita da rocce piroclastiche che possono facilmente fornire detrito grossolano, mentre nella parte orientale vi sono essenzialmente delle trachiandesiti, più difficilmente erodibili. L'apporto dei corsi d'acqua del lato orientale sembra essere infatti prevalentemente lutitico, come mostra un profilo sismico (fig. 3) ubicato di fronte al maggior corso d'acqua della zona che da origine anche ad una piccola piana alluvionale; gli apporti terrigeni sulla piattaforma non sono affatto trascurabili in quel punto, ma sono del tutto trasparenti alle onde acustiche. Comunque in media l'indice di

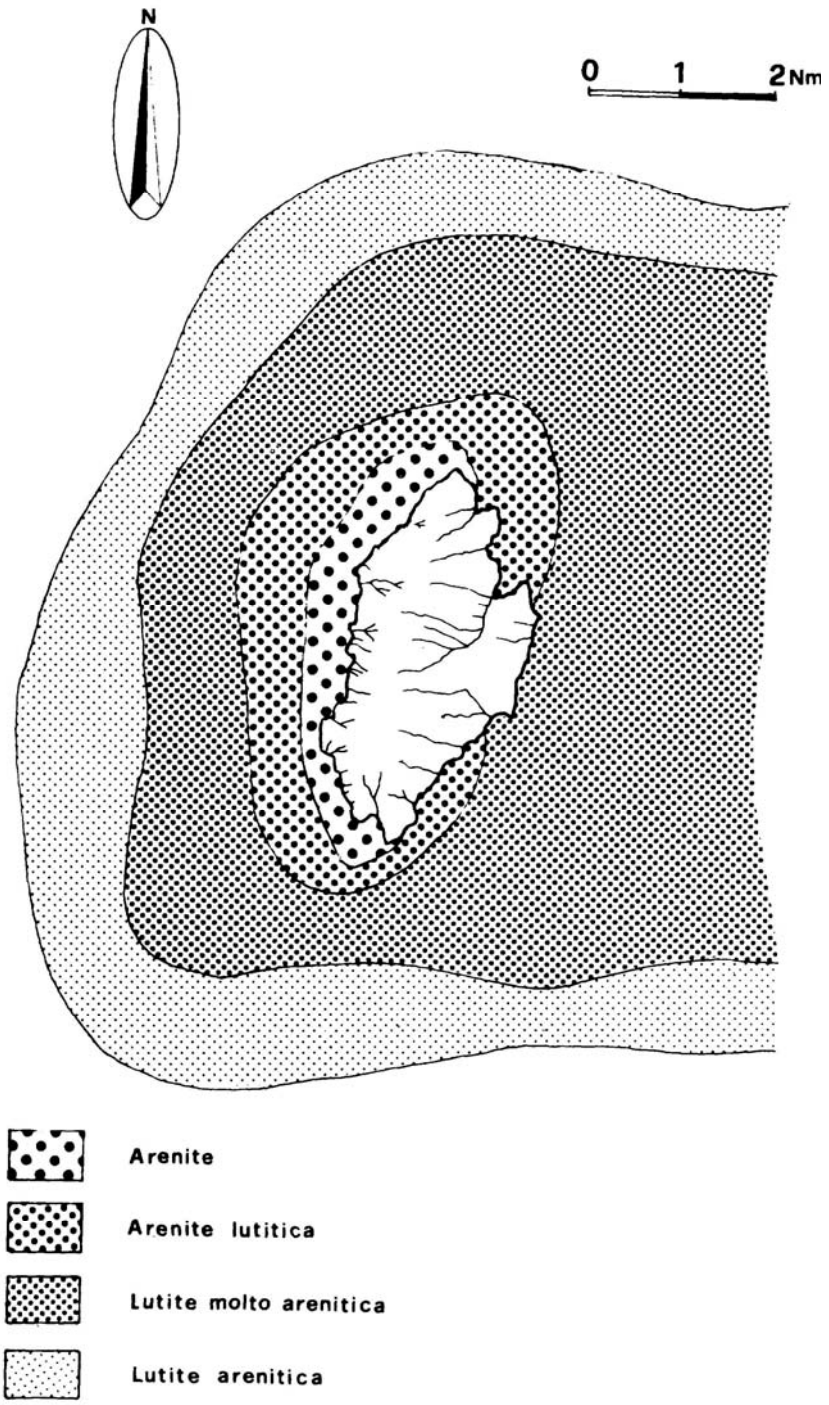


FIG. 2 - Carta della distribuzione dei sedimenti terrigeni.

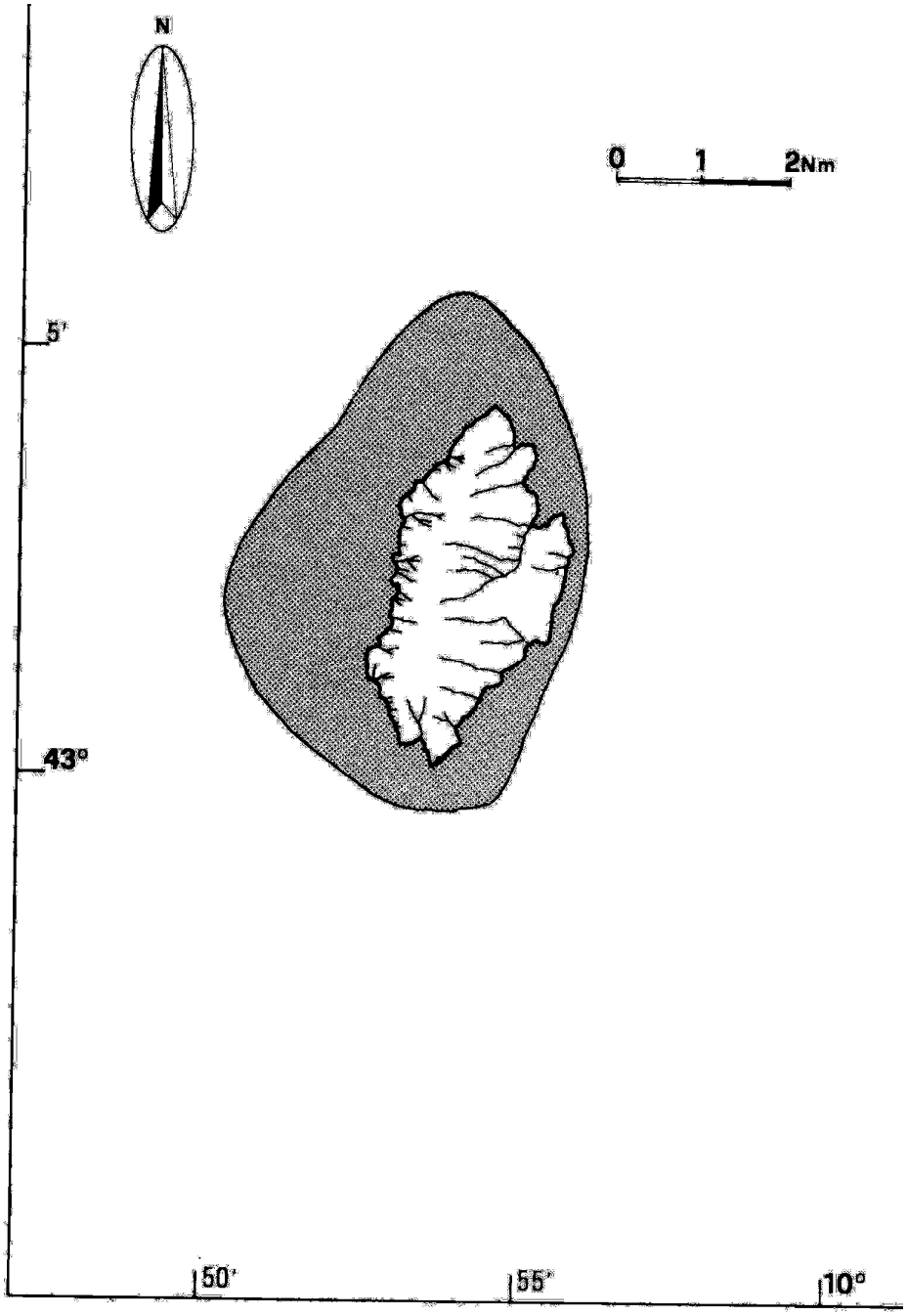


FIG. 4 - Estensione del settore di fondale caratterizzato da affioramenti rocciosi.

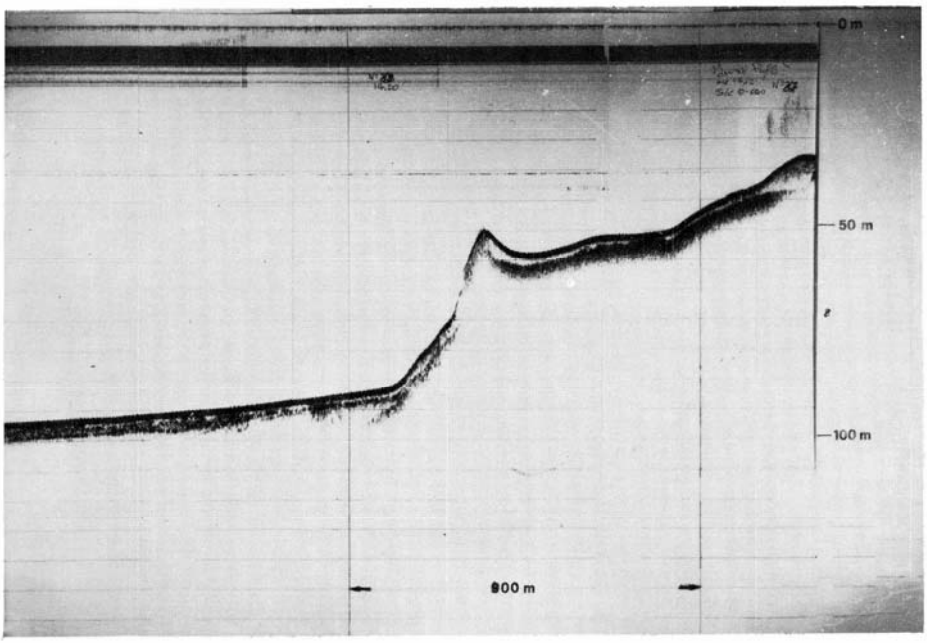


FIG. 3 - Profilo Mud-penetrator (a) di fronte alla costa nord occidentale dell'isola.

sedimentazione terrigena è basso, come dimostra anche l'abbondanza di detrito organogeno.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come si osserva anche dall'esame del profilo di fig. 3, la piattaforma continentale dell'isola si può suddividere in due settori: una parte in prossimità della costa di natura rocciosa, con frequenti spuntoni che delimitano tasche di sedimento olocenico, e una seconda parte di costruzione sedimentaria, analogamente a quanto si riscontra nella maggior parte delle piattaforme del Mar Ligure. Questo secondo settore è caratterizzato da un indice di sedimentazione terrigena molto ridotto, inferiore a quello della zona precedente; infatti i sedimenti campionati nella sua parte più esterna presentano frequentemente frazioni appartenenti ad antichi sedimenti costieri, risalenti probabilmente al Versiliano inferiore.

L'estensione del settore di natura rocciosa (fig. 4), più vasto ad ovest che ad est, da un'idea della morfologia originaria dell'apparato

vulcanico; il limite di tale settore è rappresentato, ad una profondità variabile da -90 a -115 m, da piani di faglia probabilmente ancora attivi, soprattutto ad ovest.

È quindi possibile che, come già sostenuto da FRANZINI (1969), l'asimmetria dell'isola derivi almeno in parte dallo sprofondamento della zona occidentale dell'originario apparato vulcanico.

I fenomeni neotettonici sono più chiaramente visibili sul lato occidentale poiché esso costituisce il margine del canale di Capraia che, come è noto, è stato interessato nel Quaternario da una marcata subsidenza.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova». Contratto di ricerca C.N.R. n. 40/73.01117.22/115.0907.

BIBLIOGRAFIA

Cattaneo M., G. Albertelli e N. Drago, 1977. Macrobenthos dell'isola Capraia. Lavoro presentato al II Congresso dell' A.I.O.L.; Santa Margherita 29-30 novembre 1976.

Franzini M. 1969. Isola di Capraia da Note illustrative della Carta Geologica d'Italia; Foglio 126.

Kruit C. 1954. Proposal for a descriptive classification of sediments in stereomicroscopic studies. Inedito, Amsterdam.

CATTANEO M., ALBERTELLI G. e DRAGO N.*

MACROBENTHOS DEI FONDI DELL'ISOLA DI CAPRAIA

La presente ricerca intende essere un primo contributo conoscitivo della fauna bentonica della platea continentale di Capraia.

Il campionamento, effettuato nell'aprile 1976 con la nave oceanografica «L.F. Marsili», ha interessato - con 23 stazioni - 6 trasversali (CATTANEO & PICAZZO, 1977), e rappresenta soprattutto 4 fasce isobatiche: 25-50 m, 50-70 m, 70-100 m e 100-150 m. Alcuni saggi sono stati inoltre effettuati tra 161 e 185 metri (fig. 1).

Per il prelievo del sedimento è stata usata una benna tipo «van Veen» modificata (superficie 720 cm^2; volume 12,3 1). Su ogni stazione sono state effettuate due raccolte ed il campione è stato setacciato per dilavamento su maglia di 1,8 mm. Gli organismi sono stati fissati in formalina o alcool a seconda del gruppo sistematico di appartenenza. La frazione di sedimento trattenuta dal setaccio e fissata in formalina è stata esaminata una seconda volta in laboratorio.

Le caratteristiche più significative della platea continentale, ad esclusione della prima fascia isobarica, risultano essere: la presenza del .substrato detritico organogeno anche alle maggiori profondità saggiate (185 m) e l'assenza di fondi fangosi e delle biocenosi corrispondenti. L'esame sedimentologico, che non considera la componente or-ganogena, evidenzia la presenza di fanghi, in quanto la tipica progressione granulometrica decresce sino ad arrivare alla lutite (CORRADI & COLL., 1976); tuttavia il fango risulta essere una componente così quantitativamente esigua da non poter sostenere la sua tipica biocenosi.

*Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura - Università di Genova.

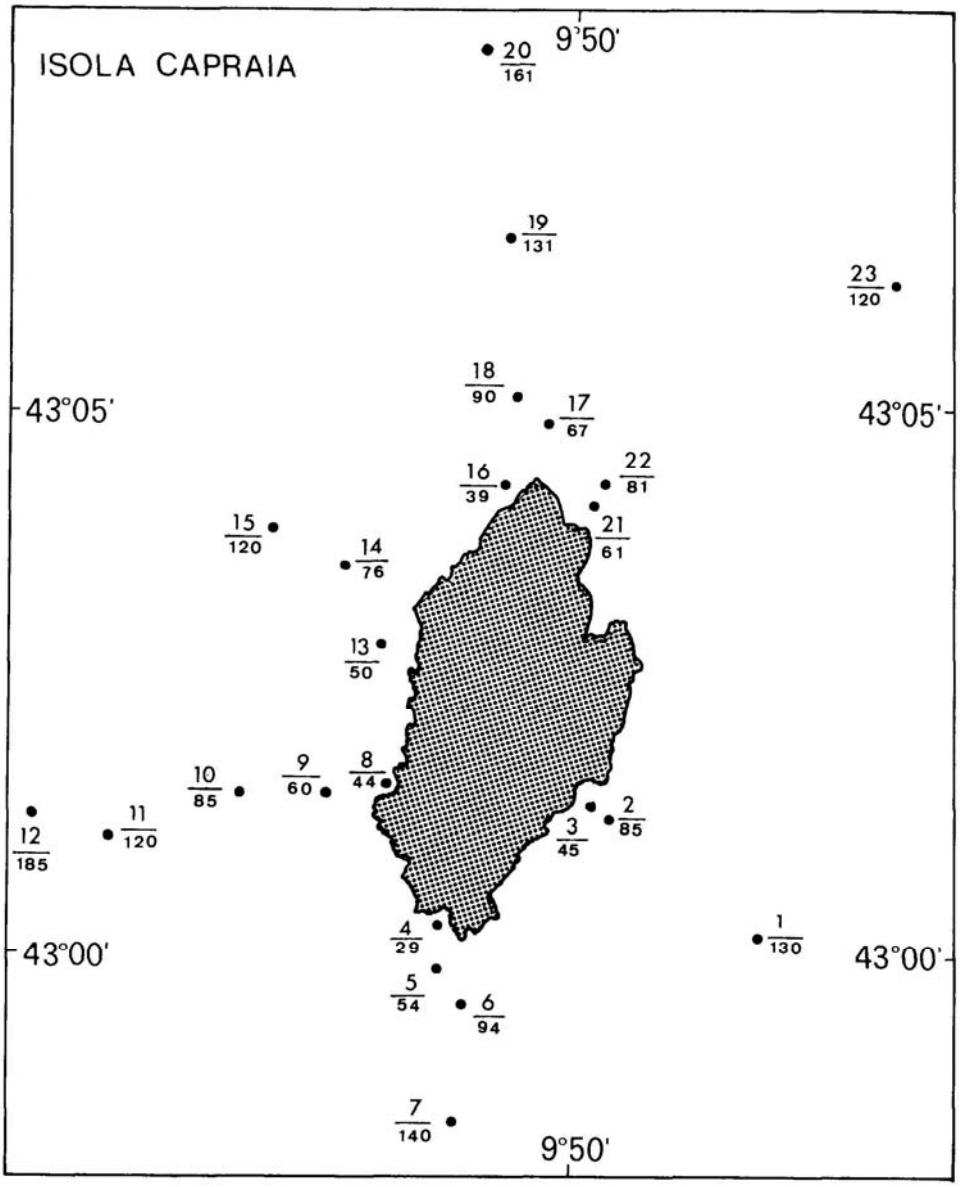


FIG. 1 - Posizione delle stazioni di campionamento (numeratore) e relativa profondità (denominatore).

Le comunità più rappresentate nelle prime due fasce isobatiche sono quelle della Sabbia ad Anfiosso e del Detritico Costiero che, ancora frammiste, si trovano inoltre in alcune stazioni della terza fascia

isobatica. Le fascie prevalenti di tali comunità, che risultano essere a squamariacee libere ed a *Lithothamnium*, sono caratterizzate dalla presenza di *Cymodoce rubropunctata*, *Eusirus longipes*, *Liljeborgia brevicornis*, *Cheirocratus sundevallii* ed *Echinocyamus pusillus*. La prima fascia isobatica è inoltre frammentariamente caratterizzata dalla biocenosi della prateria di *Posidonia* (stazione 4; -29 m) in cui le «mattes» sono inframezzate da facies a *Peyssonnelia*.

La biocenosi del Detritico del Largo, caratteristica della parte inferiore del piano circalitorale dove non vi è intenso infangamento, si trova alla Capraia a partire dalla terza fascia isobatica, dove la frazione fangosa di questi fondi detritici appare più evidente nelle stazioni a sud dell'isola (stazioni 6 e 7; -94 e -140 m). Tale biocenosi è caratterizzata dalla presenza di *Astarte sulcata*, *Dentalium panormum* ed *Ophiura carnea*.

Per quanto concerne le densità di popolamento si deve osservare che, in questo momento stagionale, il numero degli organismi per m^2 diminuisce con la profondità, passando da 330 organismi nella prima fascia isobatica a 110 nella quarta. La stazione quantitativamente più ricca risulta essere la n. 4 (-29 m, fondo a *Posidonia*) con 493, e la più povera la n. 12 (-185 m, fondo detritico) con 62 organismi per m^2.

Le densità per m^2 dei singoli gruppi diminuiscono anch'esse con la profondità, fatta eccezione per gli Anellidi e per gli Echinodermi (fig. 2A). È da osservare che la dominanza dei Crostacei sugli Anellidi

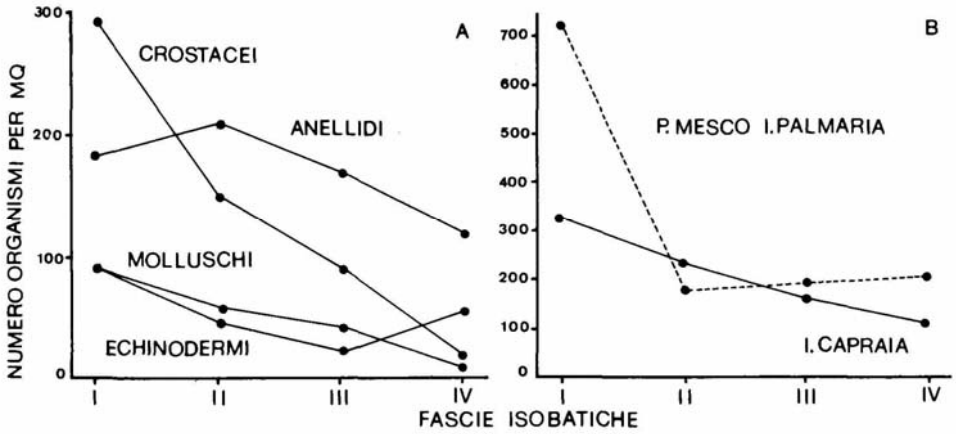


FIG. 2 - Variazione con la profondità del numero di organismi/m^2 (A) per i principali gruppi sistematici a Capraia; (B) in totale a Capraia e tra Punta Mesco e l'isola Palmaria.

nella prima fascia batimetrica è dovuta essenzialmente alla biocenosi della prateria di Posidonia.

Poiché i fondi della piattaforma continentale ligure tra Punta Mesco e l'isola Palmaria sono caratterizzati dalla presenza di Sabbia ad Anfiosso, Detritico Costiero e prateria di Posidonia e presentano quindi affinità con quelli della piattaforma continentale di Capraia, si è ritenuto opportuno effettuare un confronto tra le due aree in corrispondenza delle prime due fasce isobatiche. Tale confronto si basa su uno stesso numero di stazioni campionate nel medesimo momento stagionale e con uguale metodo.

Da queste osservazioni si deduce che in entrambe le aree il popolamento della prima fascia appare numericamente più ricco di quello della seconda e che nella prima fascia della platea continentale ligure è decisamente superiore a quello della piattaforma continentale di Capraia (fig. 2B). Il confronto non può estendersi alle altre fasce isobatiche per la diversa natura dei fondi; tuttavia si osserva in generale che la platea di Capraia presenta densità di popolamento minori.

Il macrobenthos risulta molto ricco di specie in quanto appare rappresentato da non meno di 226 specie.

Di particolare interesse è il primo ritrovamento dei Policheti *Hesiospina similis* (Hessle) ed *Amphitrite oculata* Hessle i quali, presenti nel benthos delle isole giapponesi (Imajima and Hartman, 1964), ripropongono il tema delle faune relitte in Mediterraneo (EKMAN, 1953; PÉRÈS et PICARD, 1964). Per contro la presenza di *Maera hamigera*, Crostaceo Anfipode, sottolineerebbe la continua penetrazione di forme indopacifiche in tale bacino (KARAMAN & RUFFO, 1971).

Inoltre sono da segnalare la notevole riduzione delle branchie osservata in *Glycera lapidum* ed il ritrovamento dei tre ecotipi di *Hyalinoecia bilineata* descritti da Bellan (1964) e ritenuti dallo stesso Autore legati a fattori edafici, quali la presenza di correnti che assicurano una forte ossigenazione delle acque di fondo.

A Capraia, infine, si ritrovano a 100-120 metri di profondità i Policheti *Euthalenessa dendrolepis*, *Sigalion squamatum* e *Glycera lapidum*, specie esclusive della Sabbia ad Anfiosso. La discesa batimetrica della Sabbia ad Anfiosso sino al piano circalitorale, segnalata dalle predette specie tra la Giraglia e Capo Corso e nello stretto di Bonifacio, sarebbe favorita dalla presenza di correnti di fondo 1964).

La conoscenza più approfondita e dettagliata del macrobenthos di Capraia richiede ulteriori prelievi in differenti momenti stagionali e confronti con i popolamenti delle piattaforme di altri elementi insulari.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologia - Genova». Contratto di Ricerca C.N.R. n. 430/73.01117.22/115.0907.

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): 1-37.

Cattaneo M. e M. Picazzo. 1977. Elenco delle stazioni di prelievo di sedimento superficiale sulla platea continentale del Mar Ligure e Alto Tirreno. *Ist. Idrogr. della Marina*, G.R.O.-G. 5 FC1081.

Corradi N., F. Fanucci, G. Fierro e M. Picazzo. 1977. I sedimenti superficiali della piattaforma continentale dell'isola di Capraia. *Atti 2° Congresso Associazione Italiana Oceanologia e Limnologia*, Santa Margherita Ligure (29-30 novembre 1976). In stampa.

Ekman S. 1953. Zoogeography of the Sea. *Sidgwich and Jackson*, London: 1-417.

Imajima M. and O. Hartman. 1964. The Polychaetus Annelids of Japan, part I. *Allan Hancock Found. Pul.*, 26: 1-452.

Karaman G. e S. Ruffo. 1971. Contributo alla conoscenza delle specie mediterranee del genere *Maera* (Crustacea Amphipoda). *Mem. Mus. Civ. St. Nat.* Verona, XIX: 113-176.

Peres J.M. et J. Picard. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie Bentique de la Mer Méditerranee. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 47 (31): 5-137.

BERTAGNONI C., BORSETTI A.M., COLANTONI P.

OSSERVAZIONI SULLA SEDIMENTAZIONE TARDO-QUATERNARIA NEL CANALE DI SICILIA

ABSTRACT

A sedimentological and stratigraphic study of eight cores defines some major aspects of the late Quaternary events in the Strait of Sicily. Strong differences in the rates of sedimentation are related to the morphological setting and to turbiditic layers occurring in the deep basins. No sapropel levels were noted in the Strait that lies between the eastern and western Mediterranean, but it appears that during the last 20.000 years some stratifications in the water masses, probably caused oxigen deficiencies on the sea floor of the deep basins, Such a condition may also continue to day.

RIASSUNTO

Otto carote prelevate nel Canale di Sicilia sono state studiate dal punto di vista sedimentologico e stratigrafico. Lo studio ha messo in evidenza le notevoli variazioni della velocità di sedimentazione in rapporto alla complicata morfologia del Canale.

Inoltre, si è potuto constatare come in tale zona, posta tra il Mediterraneo orientale e quello occidentale, si siano verificate negli ultimi 20.000 anni circa, episodi di stratificazione delle acque, con deficit di ossigeno, che probabilmente persistono tuttora.

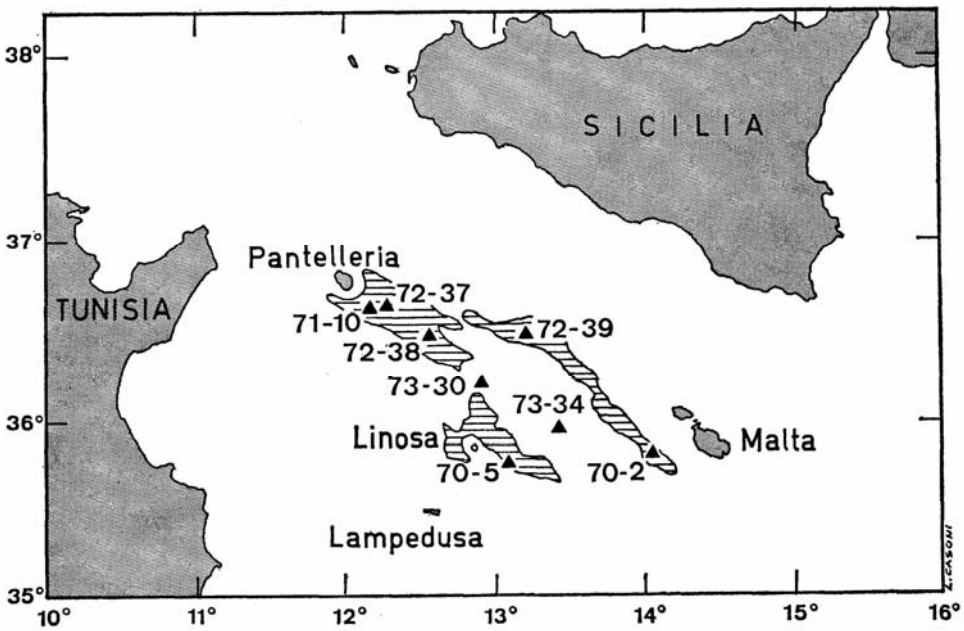


FIG. 1 - Ubicazione delle carote. Le aree con un tratteggio indicano il fondo dei bacini.

INTRODUZIONE

II Canale di Sicilia è il tratto di mare che separa la Sicilia dall'Africa. Esso è un'importante zona per lo studio del Mediterraneo, in quanto costituisce anche la separazione tra i bacini occidentale ed orientale e ne condiziona i ricambi idrici. È caratterizzato da una complicata morfologia e da fondali nel complesso poco profondi (mediamente 400-500 m) interessati da ampi tavolati, monti sottomarini, banchi e da alcune depressioni chiuse profonde fino a 1600-1700 m, le maggiori delle quali prendono il nome dalle isole adiacenti (Bacini di Pantelleria, di Malta e di Linosa).

La morfologia, la struttura e la stratigrafia del Canale di Sicilia sono già state oggetto di alcuni lavori precedenti (COLANTONI & BORSETTI 1973, COLANTONI 1975, ecc.) ai quali si rimanda per le notizie in merito. Scopo della presente nota è quello di illustrare alcuni aspetti della sedimentazione profonda tardo-wurmiana ed olocenica in questa importante zona di transizione tra i due bacini profondi nei quali è diviso il Mediterraneo.

Sono state utilizzate 8 carote, della lunghezza variabile da 178 a 805 cm, prelevate rispettivamente: 3 nel Bacino di Pantelleria (prof. m 1291, m 1293, m 1304), 2 in quello di Malta (prof. m 1018 e m 1709), 1 in quello di Linosa (prof. m 1480) e 2 sui tavolati che li separano (prof. m 680 e m 1060) (per la loro ubicazione si veda fig. 1). Sono stati impiegati un carotiere a gravita tipo BENTHOS del diametro utile di 6,5 cm (carota 71-10), un carotiere a pistone tipo KULLEMBERG ALPINE del diametro utile di cm 6 (carote 72-37, 38 e 39) ed un carotiere a pistone tipo SPHINCTER GALEAZZI del diametro utile di cm 12 (carote 70-2 e 5 e 73-30 e 34). Tutte le carote sono state quindi campionate ad intervalli di circa 20 cm con locali raffittimenti fino a cm 4 evitando per quanto possibile i tratti macroscopicamente interessati da turbiditi.

La stratigrafia delle carote è stata ricostruita studiando le variazioni quantitative dei Foraminiferi planctonici contenuti nei campioni computando almeno 300 individui. Questo metodo è infatti tuttora ritenuto il più valido e pratico in quanto semplice, veloce e permette un confronto diretto con le numerose carote già studiate nel Mediterraneo ed in altre aree (TODD 1958, SELLI 1970).

OSSERVAZIONI SEDIMENTOLOGICHE

Le carote studiate sono praticamente tutte argillose con sottili intercalazioni sabbiose, anche se sono rilevabili differenze locali. In particolare, le carote prelevate nei bacini profondi sono costituite da sedimenti fini di deposito normale con intercalate emipelagiti e turbiditi di spessore variabile. La frazione più grossolana di queste ultime è rappresentata da sabbie e silt di origine vulcanica e/o orga-nogena dello spessore massimo aggiratesi sui 15-20 cm. Sedimenti di origine vulcanica sono inoltre abbastanza frequenti e rappresentati da livelli ricchi di sabbie e ceneri condensate in orizzonti quasi puri o diffuse fra l'argilla. Il loro deposito è dovuto a correnti di torbidità e/o a trasporto eolico. In alcune carote sono anche osservabili piccole faglie dirette, del rigetto di alcuni centimetri, che interessano modeste porzioni dei sedimenti attraversati. Nella carota 70-5 raccolta nel bacino di Linosa queste faglie sono per esempio particolarmente evidenti in quanto interessano livelli sabbiosi vulcanici. Esse sono interpretabili come sismiti dovute a movimenti del fondo legati all'attività vulcanica e/o alle dislocazioni tettoniche tuttora attive nell'area.

Le due carote prelevate sui tavolati che separano i bacini profondi sono invece molto più omogenee delle precedenti. Presentano limi argillosi abbastanza uniformi ove le strutture più appariscenti sono le bioturbazioni, mentre mancano le frequenti piccole intercalazioni turbiditiche caratteristiche della sedimentazione nei bacini. Sabbie di origine non ancora ben accertata sono comunque osservabili alla base di entrambi le carote studiate.

OSSERVAZIONI MICROPALEONTOLOGICHE

Nella fig. 2, a fianco di ogni carota sono riportate le curve di frequenza delle 3 specie più significative e precisamente: Globigerinoides ruber, Globorotalia inflata, Neogloboquadrina pachyderma.

Le loro variazioni di frequenza sono risultate infatti sufficienti ad individuare 4 intervalli principali che dall'alto al basso sono: Olocene (ultimi 10.000 anni), Post-Wűrm (da 15.000 a 10.000 anni fa), Wűrm III (da 30.000 a 15.000 anni fa) e Timer stadiale Wűrm II -Wűrm III.

Nel Post-Wűrm e nell'Olocene le microfaune sono costituite quasi interamente da Foraminiferi planctonici. In corrispondenza del Wűrm III invece, in tutte le carote si nota un apprezzabile aumento di Foraminiferi Bentonici.

Analizzando singolarmente i quattro intervalli su elencati, possiamo così sintetizzare le loro principali caratteristiche: nell'Olocene le microfaune sono sempre molto ricche di Foraminiferi planctonici e Pteropodi; i campioni del top sono generalmente caratterizzati da una elevata frequenza di Globorotalia inflata; Globigerinoides ruber, G. tenellus, G. gomitolus e Globorotalia truncatulinoides sono presenti con valori intorno al 10 %; Neogloboquadrina pachyderma, Globigerina bulloides, G. quinqueloba e Globorotalia scitula sono presenti in minima percentuale o assenti. Nell'intervallo attribuito all'Olocene tali valori non si mantengono costanti, ma subiscono delle variazioni che permettono in alcune carote con sedimentazione par-ticolarmente tranquilla di individuare sia il lieve deterioramento climatico del Sub-boreale, sia la fase di massimo riscaldamento nota come Ottimo Climatico.

Nel primo caso si avverte una diminuzione del G. ruber e della G. inflata con leggero aumento di N. pachyderma, G. bulloides., G.

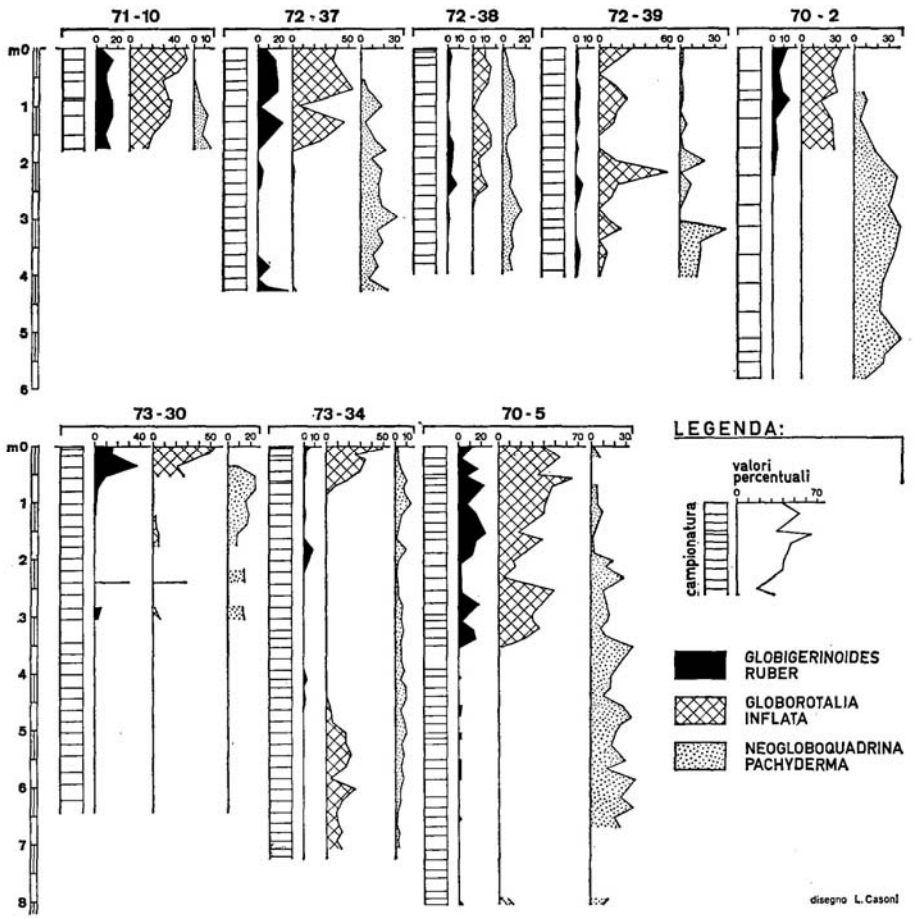


FIG. 2 - Distribuzione in percentuale delle tre specie più significative di Forami-niferi planctonici.

quinqueloba e comparsa di G. scitula; nel secondo si ha un aumento di G. ruber.

Nell'intervallo attribuito al Post-Wűrm, *G. ruber* e *G. inflata* sono ancora presenti, sempre con evidenti oscillazioni dei valori percentuali, e contemporaneamente aumentano sensibilmente le percentuali di *N. pachyderma*, *G. bulloides*, *G. quinqueloba* e *G. scitula*. Sempre molto bassi e non molto significativi i valori in percentuale delle altre specie rinvenute già nei tops delle carote.

Nel Wűrm III il cambiamento delle microfaune è sempre molto brusco ed evidente. Scompaiono pressoché totalmente G. ruber e G. inflata e le associazioni sono dominate da G. quinqueloba, N. pachyderma, G. scitula e G. bulloides.

Altre specie, presenti in piccola percentuale nell'Olocene, come ad es. G. truncatulinoides e G. tenellus, spariscono quasi completamente. Deboli miglioramenti climatici durante il Wűrm III sembrano testimoniati da brevi comparse in piccola percentuale di G. ruber e G. inflata.

Nell'intestadiale Wűrm II - Wűrm III, raggiunto solo nelle carote 72-37, 73-30, 73-4 e 70-5 il miglioramento climatico è testimoniato dalla presenza, sia pure in percentuale sempre modesta di queste due specie, in associazioni però ancora dominate da N. pachyderma, G. quinqueloba, G. bulloides e G. scitula.

In alcune carote sono stati trovati degli orizzonti, il cui spessore varia da 4 o 5 cm ad un massimo di 90 cm, completamente privi o quasi di microfaune, però con caratteristiche diverse. Più precisamente nella carota 70-5 l'intervallo posto tra i cm 682 e 780 è risultato ricco di Nannoplancton calcareo rimaneggiato dal Cretacico; nella carota 73-30 l'intervallo tra cm 215 e cm 590 è caratterizzato dalla presenza di frequenti concrezioni di pirite, mentre infine nella 72-39, un'indagine sul contenuto batterico ha rilevato la presenza di abbondanti batteri anaerobi in corrispondenza dei cm 280-281.

Sulla probabile spiegazione di tali fenomeni si rimanda al paragrafo sulle osservazioni conclusive.

Correlando tra loro i tratti di carota caratterizzati da analoghe associazioni di Foraminiferi planctonici (fig. 3) possiamo notare quanto segue:

— la carota che sembra ricoprire il maggior intervallo di tempo è la 72-37, prelevata sul Bacino di Pantelleria;

— nelle carote 73-30 è 73-34 prelevate sui tavolati che separano il bacino di Pantelleria da quelli di Linosa e di Malta è presente l'Olocene, ma manca interamente il post-Wűrm e probabilmente anche parte del Wűrm III;

— la velocità di sedimentazione non solo varia notevolmente tra unità morfologiche (Bacini e Tavolati) ma anche all'interno di uno stesso bacino, probabilmente in relazione alla quantità di materiale

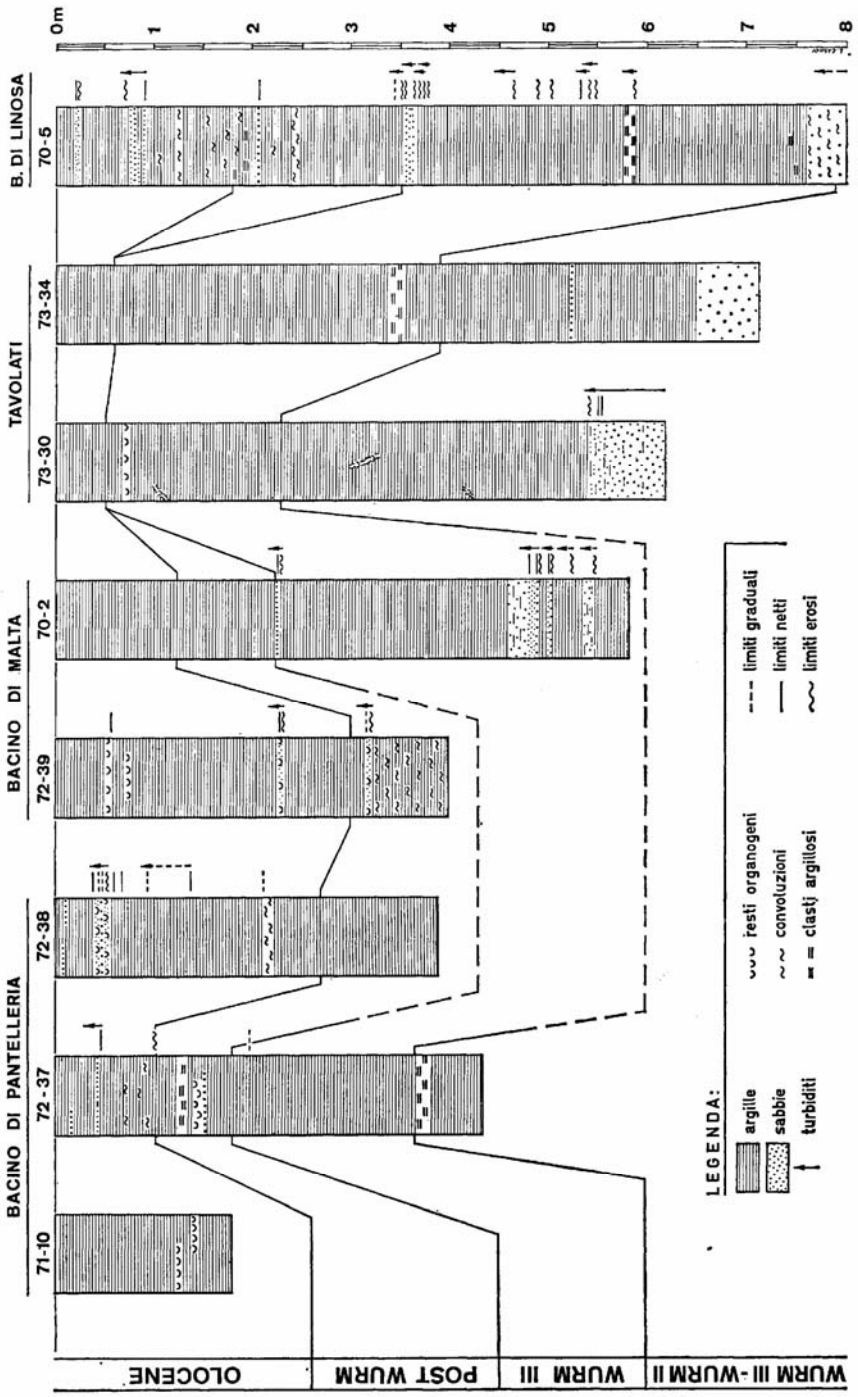


FIG. 3 - Stratigrafia delle carote e loro correlazione.

risedimentato che si aggiunge localmente a quello di sedimentazione normale.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Da quanto sopra esposto si possono trarre alcune conclusioni che possono essere così riassunte:

1) La sedimentazione profonda nel Canale di Sicilia è nel complesso abbastanza uniforme e costituita da fanghi argillosi cui si intercalano, nei bacini, livelli di emipelagiti e di turbiditi, spesso con sabbie di origine vulcanica od organogena, mentre nei tavolati che separano i bacini stessi i fanghi sono 'più omogenei ed appaiono bioturbati.

2) Sulla base dei Foraminiferi planctonici è stato possibile ricostruire la stratigrafia delle carote raccolte. In particolare sono stati riconosciuti gli intervalli relativi all'Olocene, Post-Wűrm, Wűrm III e interstadiale W II / W III. La sedimentazione è risultata essere abbastanza uniforme e continua nei bacini, seppur con differenze locali dovute a depositi turbiditici o di origine vulcanica, mentre sui tavolati sono state messe in evidenza intense erosioni legate probabilmente a fenomeni di abbassamento eustatico e a variazioni delle correnti di fondo.

3) Le velocità di sedimentazione calcolate per 1000 anni per l'Olocene (ultimi 10.000 anni) sono risultate di 10,5-28,3 cm nel Bacino di Pantelleria, di 31,6-12,4 cm in quello di Malta e di 18,7 cm in quello di Linosa, mentre sui tavolati, ove sono state osservate erosioni, si hanno velocità di soli 5,2-6,3 cm. Durante il post-Wűrm (da 10.000 a 15.000 anni fa) si sarebbero invece depositati in 1000 anni 15,8 cm nel Bacino di Pantelleria, 20 cm in quello di Malta e 32 cm in quello di Linosa, mentre questo intervallo manca sui tavolati. Nell'ultimo wurmiano (W III, da 15.000 a 30.000 anni fa) i dati a disposizione indicano velocità di 12,3 cm nel Bacino di Pantelleria e di 29,8 cm in quello di Linosa, mentre sui tavolati sono stati riscontrati valori di 36,6 e 32,7 cm.

4) Alcuni intervalli privi di microfaune sono stati interpretati come dovuti al deposito della parte fine di turbiditi (come nel caso della carota 70-5 ove è stato ritrovato Nannoplancton calcareo rimaneggiato

dal Cretaceo) mentre alcuni livelli privi di faune e ricchi di bacteri anaerobi (carota 72-39, B. di Malta) o di concrezioni di pirite (carota 73-30, tavolato) possono indicare fasi a debole ossigenazione delle acque di fondo.

5) Nelle carote raccolte non sono mai stati tuttavia osservati veri sedimenti sapropelitici che, come è noto, caratterizzano periodi di stagnazione delle acque che si sarebbero verificati nel bacino del Mediterraneo orientale all'inizio dell'Olocene. Si pensa cioè che mentre i bacini profondi del Mediterraneo orientale sono rimasti praticamente esclusi dalla circolazione delle acque, il Canale di Sicilia abbia subito periodi a scarsa ventilazione. Questo fenomeno si sarebbe veri-ficato non solo all'inizio dell'Olocene, ma anche negli interstadiali (73-30). Uno di tali periodi potrebbe anche perdurare tuttora, come potrebbe far pensare la brusca diminuzione del bentos osservabile nei bacini dalla fine del Wűrm ad oggi. Il Canale di Sicilia costituirebbe quindi una vera zona di transizione tra il Mediterraneo orientale, ove si sono formati sapropel e quello occidentale, ove tali fenomeni non sono stati mai segnalati.

Per spiegare periodi di scarsa ossigenazione delle acque di fondo alcuni AA (STANLEY et al 1975) hanno invocato una possibile inversione delle correnti di entrata ed uscita da Gibilterra che si sarebbe verificata all'inizio dell'Olocene con conseguente stratificazione e stagnazione delle acque. Pensiamo tuttavia che oltre a questa interpreta-zione si possa anche pensare ad una semplice netta stratificazione delle acque dovuta alle prime fasi di miglioramento climatico, durante le quali le acque superficiali assumevano minore densità rendendo quindi più difficili gli scambi verticali.

BIBLIOGRAFIA

Borsetti A.M., P. Colantoni e E.F.K. Zarudzki. 1977, Note strutturali e stratigrafiche sul Canale di Sicilia. 67° Congr. Soc. Geol. It., Parma 27-31 ottobre 1974, *Mem. Soc. Geol. It.*, 13/2: 221-232.

Colantoni P. 1975. Note di Geologia Marina sul Canale di Sicilia. *Giorn. Geol.* 40: 181-207.

Colantoni P. 1976. Morfologia e sedimentazione recente nel Canale di Sicilia. *Atti 1° Congr. A.I.O.L.* Bologna, 5-6 novembre 1974: 155-158.

Colantoni P. and A.M. Borsetti. 1973. Some notes on Geology and Stratigraphy of the Strait of Sicily. *Rapp. Comm. int. Mer Medit*, Monaco, 22 (2a): 70-72.

Colantoni P. and E.F.K. Zarudzki. 1973. Some principal seafloor features in the Strait of Sicily. *Rapp. Comm. int. Mer Medit*. Monaco, 22 (2a); 68-70.

Huang T.C. and DJ. Stanley. 1974. Current reversal at 10,000 years B.P. at the Strait of Gibraltar. A discussion. *Mar. Geol.*, 17: M1-M7.

Maldonado A. and DJ. Stanley. 1976. Late Quaternary sedimentation and stratigraphy in the Strait of Sicily. *Smithson. Contrib. Earth Sci*., 16: 1-73.

Selli R. 1970. Ricerche geologiche preliminari nel Mar Tirreno, Crociera CST 68 del Laboratorio di Geologia Marina del C.N.R., Bologna, *Giorn. Geol*. 37: 249 pp.

Stanley D.J., A. Maldonado and R. Stuckenrath. 1975. Strait of Sicily de- positional rates and patterns, and possible reversai of currents in the Late Quaternary. *Paleogeogr*., *Palaeoclim*., *Palaeocol*. Amsterdam. 279-291.

Todd Q. 1958. Foraminifera from western Mediterranean Deep Sea Cores. *Rep. Swedish Deep Sea Exped*. Gőteborg. 8: 167-215.

CALDERONI A.*, MOSELLO R.*, TARTARI G.*

IL LAGO DI MERGOZZO: IL SUO CHIMISMO QUALE BASE INTERPRETATIVA DI CARATTERISTICHE BIOLOGICHE

INTRODUZIONE

Il Lago di Mergozzo (fig. 1) è un lago monomittico e mesotrofo dell'Italia Settentrionale (Piemonte); esso è stato separato dal Lago Maggiore in epoca storica dai materiali alluvionali trasportati dal F. Toce (ERRERA, 1902). Le sue principali caratteristiche morfometriche ed idrologiche sono riportate in tab. I.

Dal punto di vista geologico., il suo bacino imbrifero è inserito nell'unità sudalpina del «Massiccio dei Laghi», costituita prevalentemente da graniti e da rocce metamorfiche ricche di silicati. I graniti predominano nella sponda sud-occidentale (M. Orfano), mentre le metamorfositi affiorano su tutto il versante nord-orientale (BARBANTI, CAROLLO e LIBERA, 1976).

Il lago, i suoi immissari e l'emissario sono stati campionati ogni 15 giorni per un periodo di 13 mesi dal gennaio 1975 al gennaio 1976. Contemporaneamente sono state raccolte ed analizzate le acque meteoriche e gli scarichi domestici del comune di Mergozzo, i cui abitanti, insieme con quelli della frazione di Bracchio e alle presenze turistiche, costituiscono il carico urbano globale gravitante sul lago (circa 1200 persone).

In questa comunicazione viene brevemente riassunto l'andamento stagionale delle principali specie chimiche, in relazione con gli

*Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza.

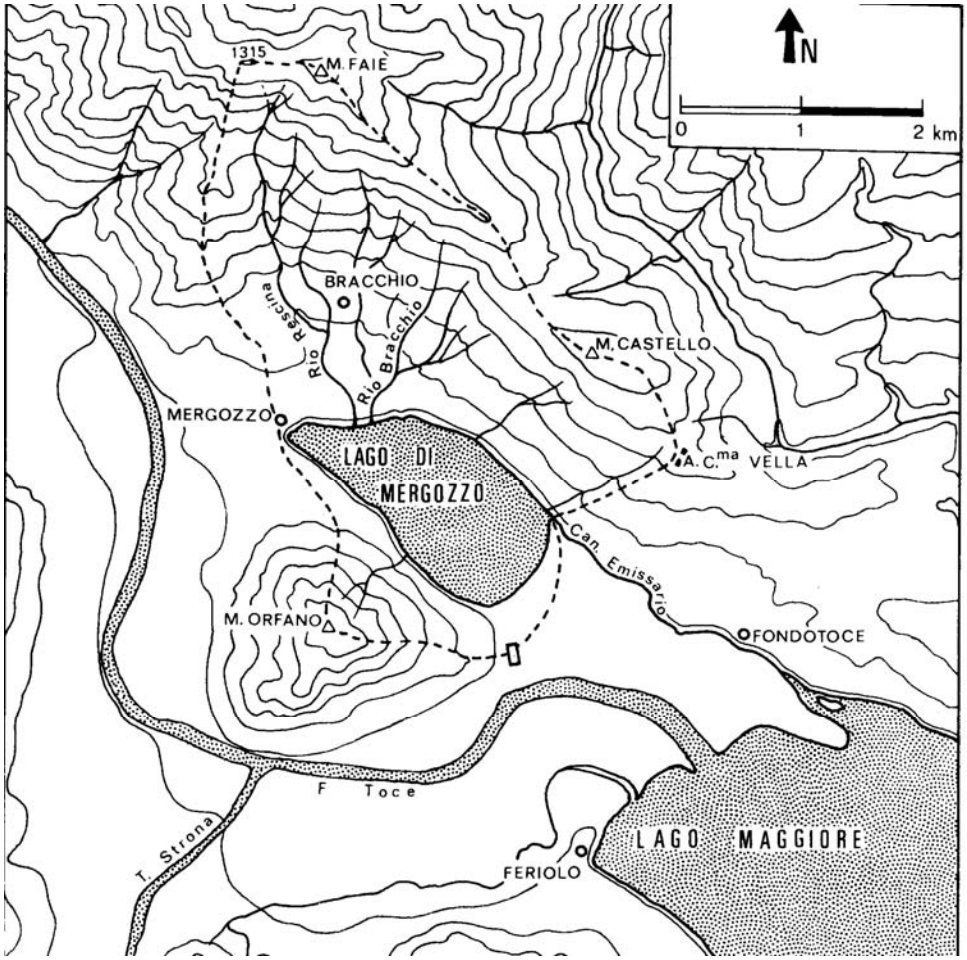


FIG. 1 - Lago di Mergozzo e suo bacino imbrifero.

apporti quindicinali di nutrienti e le variazioni delle biomasse fitoplanctoniche. I dati chimici utilizzati sono quelli rilevati da Calderoni, Mosello e Tartari (1978); quelli sul fitoplancton sono stati forniti da Nakanishi, Ruggiu e Saraceni e costituiscono un'anticipazione di una parte dei risultati di una loro ricerca, oggetto di prossima pubblicazione.

TAB. 1 - Principali caratteristiche morfometriche e idrologiche del Lago di Mergozzo.

Altitudine (s.l.m.)	m	194
Lunghezza	km	2,330
Area	Km^2	1,825
Profondità max.	m	73
Profondità media	m	45,44
Volume	m^3x10^6	82,933
Tempo teor. residenza	anni	4,7

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le caratteristiche geochimiche del bacino imbrifero e le sue modeste dimensioni rendono conto della bassa concentrazione di soluti (1,05 meq l^{-1}) e della conducibilità media di 51µS cm^{-1} a 18 °C. Calcio, magnesio e sodio, nell'ordine, sono i cationi più importanti, mentre fra gli anioni sono preponderanti solfati e bicarbonati. Il contenuto di tali variabili non presenta differenze significative nel tempo e rimane pressoché costante alle diverse profondità di campionamento. Al contrario, per le specie chimiche che in misura maggiore intervengono nei cicli biologici, queste variazioni sono abbastanza marcate.

La fig. 2 (a) mostra i valori di concentrazione di ossigeno disciolto per gli strati epi ed ipolimnetici e alla profondità di 70 m, a circa 3 m dal fondo. Le concentraziom nei due strati sono state calcolate come medie ponderate sui volumi. La stratificazione termica si instaura nella seconda metà del mese di maggio e il metalimnio raggiunge la massima profondità (20 m) nel mese di novembre. L'ossigeno, alla circolazione, è presente con una concentrazione di 9,25 mg l^{-1}. Il suo contenuto epilimnetico segue l'andamento della biomassa fitoplanctonica ed è caratterizzato da tre massimi. Il primo, di circa 11 mg l^{-1} nei mesi di marzo ed aprile, in concomitanza con gli elevati valori di diatomee; il secondo, di pari entità, nei mesi di luglio e agosto in corrispondenza del massimo di produzione primaria; il terzo, meno pronunciato (10,2 mg 1^{-1}), nel mese di novembre in coincidenza con la ripresa di un intenso sviluppo nella crescita di diatomee. Durante

il periodo di stratificazione nell'ipolimnio, al di sotto dei 25 m, si ha una progressiva diminuzione di ossigeno (da 11,2 mg I""1 nel mese di maggio a 7 mg l^{-1} nel mese di dicembre), con un deficit areale ipolimnetico di 1,6 mg cm^{-2} $mese^{-1}$, mentre alla profondità di 70 m la concentrazione di ossigeno scende a tenori inferiori ad 1 mg l^{-1}.

In questo periodo, alla massima profondità, si riscontrano anche le più elevate concentrazioni di fosforo: 21 µg l^{-1} di $P\text{-}PO_4$ e 34 µg l^{-1} di P totale, mentre generalmente i valori di ortofosfati in tutto il lago sono inferiori ai 4 µg l^{-1} e quelli di fosforo totale a 10 µg l^{-1}.

La fig. 2 (b) mostra le variazioni del pH nel corso dell'anno. Il valore alla circolazione è di 6,8 unità; in concomitanza con il massimo di produzione primaria si raggiungono valori sino a 9,1 nelle acque epilimnetiche. In quelle ipolimnetiche si osserva una leggera diminuzione a partire dai mesi estivi per effetto dell'aumento di CO_2 prodotta dalla decomposizione del materiale organico in sedimentazione.

I nitrati, che nel Lago di Mergozzo costituiscono la frazione più importante dei sali inorganici di azoto, presentano alla circolazione un contenuto medio di 0,45 mg N l^{-1}. Essi raggiungono il minimo in epilimnio (0,30 mg N l^{-1}) nel periodo di massima produzione, mentre negli strati più profondi restano pressocchè costanti durante tutto l'anno (fig. 2 c).

Anche se il contenuto di silicati reattivi nelle acque degli immis-sari è relativamente alto (tra i 5 e i 6 mg Si l^{-1}), la concentrazione di silice nel lago, per effetto delle diatomee, dominanti tutto l'anno, è sempre inferiore a 0,6 mg Si l^{-1} e tocca il suo minimo nei periodi primaverili. In autunno, nonostante che la biomassa delle diatomee sia superiore a quella riscontrata durante l'estate, la concentrazione di silice aumenta leggermente, probabilmente a causa delle intense precipitazioni meteoriche del mese di settembre, che hanno determinato un maggiore apporto di tale elemento dal bacino. Soltanto nelle acque più profonde, al termine della stratificazione estiva si verifica una parziale e limitata solubilizzazione di silicati nei sedimenti: in questo periodo alla profondità di 70 m la silice reattiva raggiunge un contenuto massimo di 1,1 mg Si l^{-1}.

II bilancio chimico del lago è stato valutato misurando gli apporti delle principali specie chimiche derivanti dai tributari, dalle ac-

que meteoriche e dagli scarichi urbani, nonché il carico in uscita attraverso l'emissario. I risultati (CALDERONI, MOSELLO e TARTARI, 1978) hanno messo in evidenza per calcio, magnesio, sodio, potassio, solfati, bicarbonati e cloruri un comportamento sostanzialmente conservativo, in quanto le rispettive quantità in ingresso e in uscita sono pressoché identiche. Al contrario, le specie chimiche maggiormente coinvolte nei cicli biologici hanno mostrato i seguenti coefficienti di ritenzione percentuale: 87 % per la silice reattiva, 40 % per l'azoto totale inorganico e 89 % per il fosforo totale. In questo caso il bilancio chimico su scala annuale non è però sufficiente per descrivere gli effetti di singoli eventi biologici, quali i blooms algali, che si manifestano in una scala di tempo molto più ristretta, così come non è sufficiente per descrivere in termini di massa l'uscita di nutrienti dai sedimenti, che interessano periodi anche brevi dell'anno. È allora evidente che diventa necessario, quando possibile, l'uso di bilanci di massa su scala mensile o quindicinale come approccio più ragionevole per la comprensione di alcuni meccanismi che regolano gli ecosistemi lacustri.

Nel caso del Lago di Mergozzo si è potuto calcolare il bilancio dei silicati e del fosforo totale su scala quindicinale, II procedimento adottato è quello usato da Serruya (1975) e da Vollenweider (1976). Ad ogni campionamento sono state valutate le masse di silice e di fosforo presenti in lago; quindi, considerando due date successive, si è eseguita la differenza fra la massa presente in lago al primo campionamento e quella presente al campionamento successivo, al netto delle quantità entrate ed uscite nel periodo di tempo intercorso. Per eliminare il più possibile oscillazioni dovute ad errori analitici, si è fatto ricorso alle medie mobili di ordine 3. Le differenze negative così ottenute, rappresentano le masse di silice o di fosforo che in quel periodo sono sedimentate o che comunque sono state inglobate in organismi senza essere rilevate analiticamente (ad esempio la silice costituente i frustoli delle diatomee o il fosforo contenuto nello zooplancton sfuggito all'analisi); quelle positive stanno invece ad indicare un apporto interno di silice o di fosforo.

Nella fig. 3 (a) vengono messi in relazione i deficit di silice con i valori della biomassa di diatomee: nel periodo primaverile, in concomitanza con il massimo sviluppo di queste alghe, si ha anche la perdita più accentuata di silice reattiva dal sistema; in estate e in au-

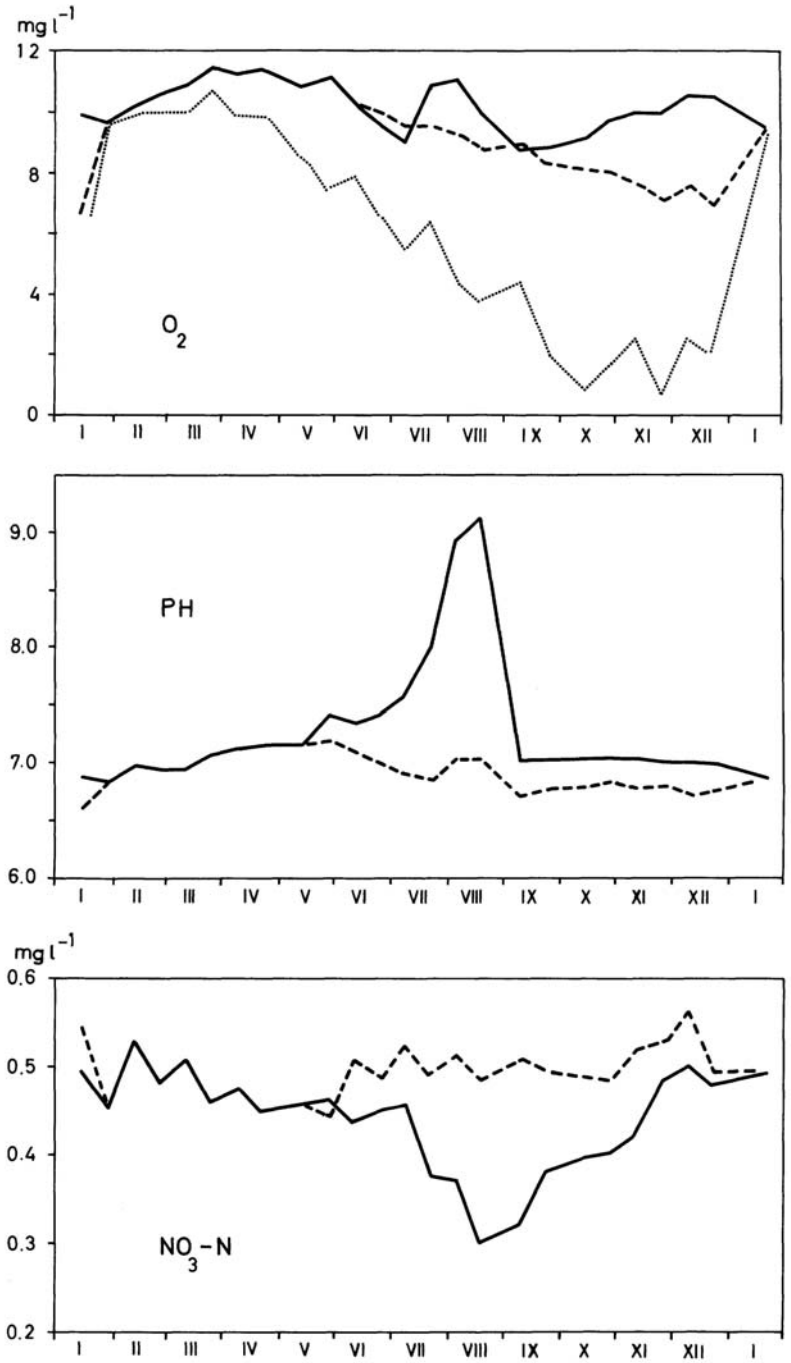


FIG. 2 - Andamenti stagionali nella zona euforica (———), in ipolimnio (-----) e alla profondità di 70 m (.....) (a) Ossigeno disciolto; (b) pH; (e) azoto nitrico.

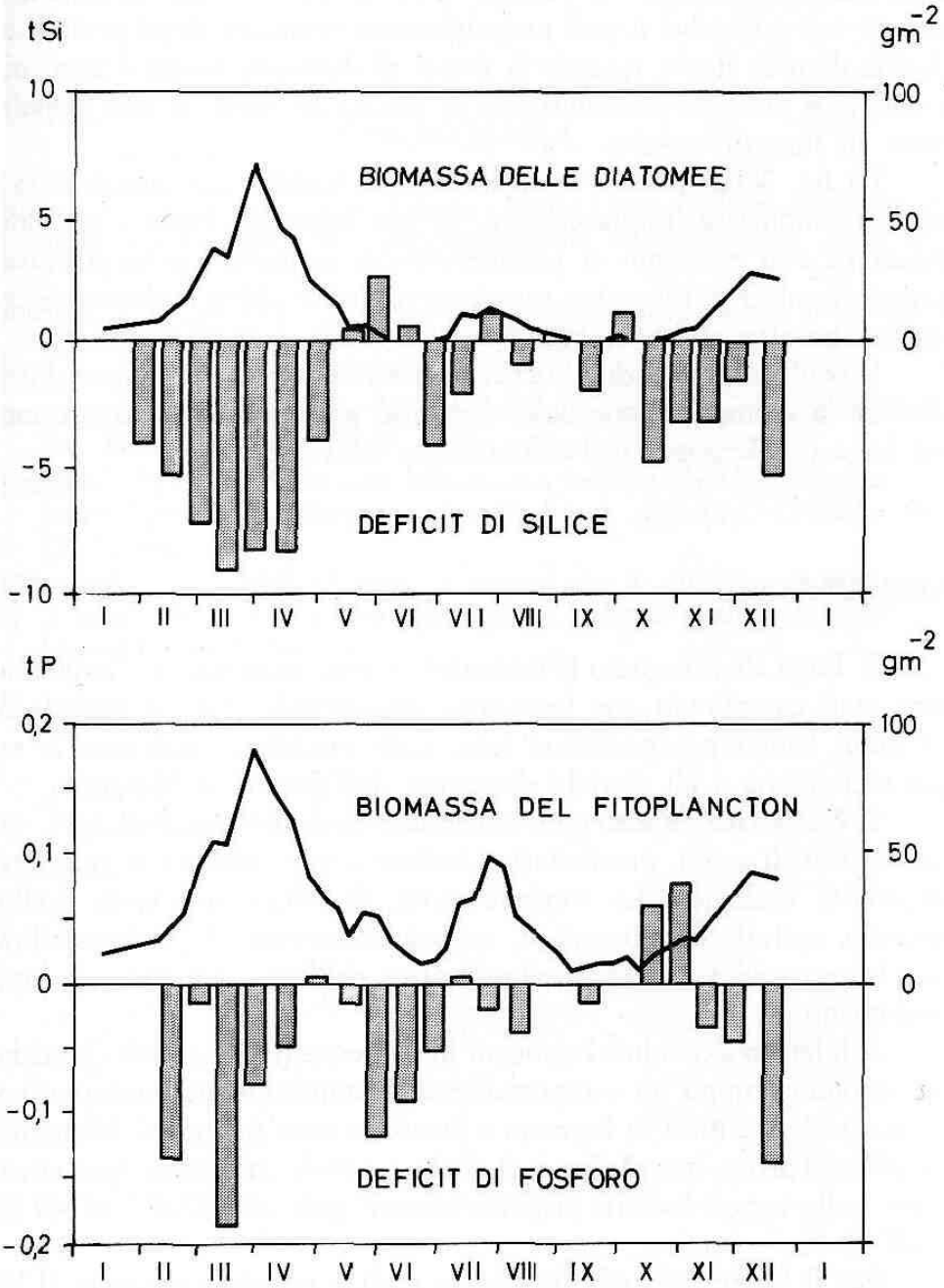


FIG. 3 - Bilanci quindicinali dei silicati (a) e del fosforo totale (b) in relazione alle biomasse delle diatomee e del fitoplancton.

tunno, a valori di biomassa meno elevati, fanno riscontro1 deficit meno pronunciati. Le differenze positive, che cadono in maggio-giugno, indicano una solubilizzazione parziale della silice metabolizzata dalle diatomee: tale processo si può probabilmente verificare dopo1 periodi di elevata densità algale, quando1 la massa di diatomee morte è notevole e non vi è ulteriore assimilazione di silicati da parte di una popolazione in fase di crescita.

La fig. 3 (b) mostra le differenze di fosforo confrontate con i valori di biomassa fitoplanctonica. Si può osservare come i maggiori deficit di tale elemento si manifestano in primavera e in autunno, quando i valori di biomassa sono notevolmente alti e le diatomee costituiscono oltre il 75 % della biomassa totale di fitoplancton.

Il confronto tra i due bilanci permette dunque di avanzare l'ipotesi che la sedimentazione delle diatomee abbia un ruolo importante nel Lago di Mergozzo nell'eliminazione del fosforo.

RIASSUNTO

II Lago di Mergozzo (Piemonte), i suoi immissari e l'emissario sono stati campionati, con frequenza quindicinale, per un periodo di 13 mesi; contemporaneamente sono state raccolte e analizzate le acque meteoriche e gli scarichi domestici dell'abitato di Mergozzo.

Si è studiato l'andamento stagionale di alcune variabili (pH, ossigeno, sali di azoto, ortofosfati e fosforo totale, silicati) in relazione all'attività biologica. Le concentrazioni di calcio, magnesio, sodio, potassio, solfati, bicarbonati e, conseguentemente, la conducibilità, non hanno subito variazioni significative nell'arco dell'anno di campionamento.

Il bilancio dei soluti ha messo in evidenza per le specie chimiche del secondo gruppo un comportamento sostanzialmente conservativo, in quanto le quantità in ingresso e in uscita sono pressoché identiche. La silice, l'azoto inorganico e il fosforo totale mostrano una ritenzione nelle acque lacustri rispettivamente pari all' 87 %, al 40 % e all'89 %.

Per il fosforo e i silicati è stato inoltre possibile ottenere il bilancio su scala quindicinale, considerando la differenza fra le masse presenti nel lago ai vari prelievi, al netto delle quantità entrate e

uscite. Nel caso della silice si è verificata la corrispondenza dei periodi di massima sedimentazione con quelli di massima densità di diatomee.

BIBLIOGRAFIA

Barbanti L,, A. Carollo e V. Libera. 1976. Lago di Mergozzo: rilevamento batimetrico e note geomorfologiche. *Mem. Ist. Ital Idrobiol.*, 33: 201-219.

Calderoni A.,R. Mosello and G. Tartari. 1978. Hydrochemistry and chemical budget of Lago di Mergozzo (Northern Italy}. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* (In press).

Errera C. 1902. L'incremento del delta della Toce nell'epoca storica. *Boll. Soc. Geogr. Ital.*, fs. IX-X: 3-37.

Serruya C. 1975. Nitrogen and phosphorus balance and load-biomass relationship in Lake Kinneret (Israel). *Verh. int. Ver. Limnol.*, 19: 1357-1369.

Vollenweider R.A. 1976. Rotsee, a source, not a sink for phosphorus? A comment to and a plea for nutrient balance studies. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 38: 29-34.

DELLA CROCE N.*, GROSSO F.**, PREMOSELLI B.*

TRASPORTO COSTIERO ED INQUINAMENTO NEL MAR LIGURE
(Nota preliminare)

Questa ricerca è stata condotta con l'intento di acquisire conoscenze sul trasporto superficiale di macchie di idrocarburi e di rifiuti lungo le coste liguri, al fine di valutare quali zone litoranee possano risultare maggiormente interessate a tale fenomeno.

Come galleggianti sono state usate cartoline numerate incluse in involucri di 'plastica trasparente di 0,2 mm di spessore e di 3,9 gr di peso. Le cartoline, per essere più visibili, presentavano una banda diagonale rossa.

I lanci dei galleggianti sono stati effettuati in due momenti stagionali diversi: il 7 settembre- 1973 dalla nave idrografica «Mirto» dell'Istituto Idrografico della Marina, ed il 9 maggio 1974 dalla nave oceanografica «Marsili» del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Le posizioni di lancio erano ubicate su quattro trasversali corrispondenti rispettivamente ai meridiani di San Remo, Finale Ligure, Portofino e dell'Isola del Tino. Ciascuna trasversale interessava una fascia di mare di dodici miglia con la prima stazione a circa mezzo miglio di distanza da costa. Ogni trasversale comprendeva .sedici stazioni di lancio: di queste, le prime otto - costiere - distavano tra loro mezzo miglio, le ultime otto - d'altura - un miglio.

*Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura - Università di Genova.
**Istituto Idrografico della Marina - Genova.

Allo scopo di avere, dal punto di vista meteorologico, condizioni piuttosto uniformi, i lanci sono stati effettuati in un intervallo di tempo inferiore alle ventiquattro ore.

Poiché il galleggiante si disponeva orizzontale sulla superficie del mare e poteva risentire dell'azione del vento, si è provveduto a raccogliere le situazioni meteorologiche giornaliere relative ai 14 giorni successivi alle date dei lanci.

Da ogni stazione sono state lanciate a mare, nei due momenti stagionali, 1000 galleggianti, per un totale di 64.000 cartoline. Il numero totale di cartoline ricuperate è risultato pari a 2322.

Le percentuali di ricupero totale per le singole trasversali per i due lanci stagionali e quella relativa al ricupero complessivo appaiono assai modeste (Tab. 1).

TAB. 1. - Numero totale galleggianti ricuperati e corrispondenti percentuali.

Località	1° lancio 7-9-1973		*2*° lancio 9-5-1974		TOTALE	
San Remo	502	6,2 %	639	7,9 %	1141	7,1 %
Finale Ligure	414	5,1 %	37	0,4 %	451	2,8 %
Portofino	219	2,7%	217	2,7 %	436	2,7 %
Isola del Tino	121	1,5 %	173	2,1 %	294	1,8 %
TOTALE	1256	3,9 %	1066	3,3 %	2322	3,6 %

Tra le diverse cause che hanno determinato una così bassa percentuale, non è da sottovalutare quella dovuta all'azione di residui oleosi che devono aver reso irriconoscibili molti galleggianti; infatti numerosi involucri contenenti le cartoline ricuperate erano ricoperti pressoché completamente da sostanze oleose.

I risultati, per quanto concerne i ritrovamenti avvenuti entro trenta giorni dai lanci, possono essere presentati, in accordo al carattere preliminare .della presente nota, in un quadro sintetico indicante la distribuzione dei galleggianti lungo le coste (Tab. 2).

TAB. 2. - Frequenza di distribuzione dei galleggianti rinvenuti sulle coste, entro trenta giorni dai lanci.

	1° lancio 7-9-1973	2° lancio 9-5-1974	TOTALE
Da Viareggio all'Isola del Tino	14	1	15
Dall'Isola del Tino a Punta del Mesco	1	63	64
Da Punta del Mesco a Punta Manara	3	30	33
Da Punta Manara alla Punta di Portofino	4	5	9
Dalla Punta di Portofino a Nervi	16	199	215
Da Nervi a Voltri	27	26	53
Da Voltri a Capo Noli	34	38	72
Da Capo Noli a Capo Mele	219	34	253
Da Capo Mele a Capo dell'Arma	96	2	98
Da Capo dell'Arma a Cap Martin	111	5	116
Da Cap Martin a Cap Ferrat	49	1	50
Da Cap Ferrat a Cap d'Antibes	56	3	59
Da Cap d'Antibes a Saint Raphael	40	11	51
Da Saint Raphael a Saint Tropez	353	66	419
Da Saint Tropez a Cap Nègre	70	257	327
Da Cap Nègre a Cap Bénat	53	144	197
Da Cap Bénat a Cap Esterel	59	66	125
Da Cap Esterel a Cap Sicié	20	32	52
Da Cap Sicié a La Ciotat	—	14	14
Da La Ciotat a Marseille	—	33	33
TOTALE	1225	1030	2255

Sebbene il tipo di galleggiante impiegato non sia il più idoneo allo studio delle correnti superficiali, un primo esame induce a ritenere che la distribuzione delle cartoline rispecchi, di massima, nei due momenti stagionali considerati, il generale andamento ciclonico della corrente litorale; ed ancora, che prodotti oleosi o altra sorta di rifiuti presenti nella fascia litorale del Mare Ligure avrebbero interessato, nell'intervallo di un mese, diversi tratti di costa, a seconda della loro distanza da terra al momento dei lanci. Similmente è da ritenere che gli organismi planctonici, ma soprattutto quelli dell'iponeuston, avrebbero seguito, nella fascia litorale, le vicende del trasporto costiero.

Gli AA. ringraziano per la loro collaborazione il Capitano di Corvetta R. Storti, Comandante della N./I. «Mirto», il Capitano S. Scotto di Santillo, Comandante della N./0. «Marsili» con i loro equipaggi, il Maggiore F. Frignocca ed il Tenente Colonello G. Romano dell'Aeronautica Militare.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova».
Contratto di ricerca C.N.R. n. 71.02111.22/115.907.

FABIANO M.*, CONTARDI V.°, ZUNINI SERTORIO T.*

ECOLOGIA E BIOLOGIA DEI PORTI DEL MAR LIGURE E ALTO TIRRENO. I. OSSERVAZIONI SULLE CONCENTRAZIONI DI PO_4''', NO_3', NO_2' e SiO_3''.

Nell'ambito dell'attività svolta dal «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova», sono in corso una serie di ricerche nei porti di San Remo, Oneglia, Porto Maurizio, Savana, Genova, Rapallo, La Spezia, Marina di Carrara, Viareggio e Livorno.

Al fine di definire il quadro chimico, fisico e biologico dei bacini portuali, vengono misurate la trasparenza, la temperatura, la salinità, le concentrazioni dell'ossigeno e dei sali nutritivi, nonché analizzati sotto diversi aspetti campioni di plancton (ZUNINI-SERTORIO & COLL., 1976; PICONE & COLL., 1977) e di mitili (CAPELLI e COLL., 1976; VIARENGO & DELLA CROCE, 1976).

La valutazione della disponibilità di nutrienti, effettuata in una serie di bacini, in breve tempo (8-10 giorni) ed in diversi momenti stagionali, può essere di valido aiuto nell'individuare, se esiste, una «facies» chimica tale da caratterizzare o meno il singolo ambiente portuale rispetto al popolamento planctonico.

Nei bacini portuali comunque interessati ad apporti urbani-industriali ed in alcuni casi agricoli, i sali nutritivi raggiungono elevate concentrazioni. Tali concentrazioni, per l'etereogeneità dei versamenti e per le condizioni idrologiche del bacino, possono non es-

*Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura - Università di Genova.
°Istituto di Chimica generale ed inorganica - Università di Genova.

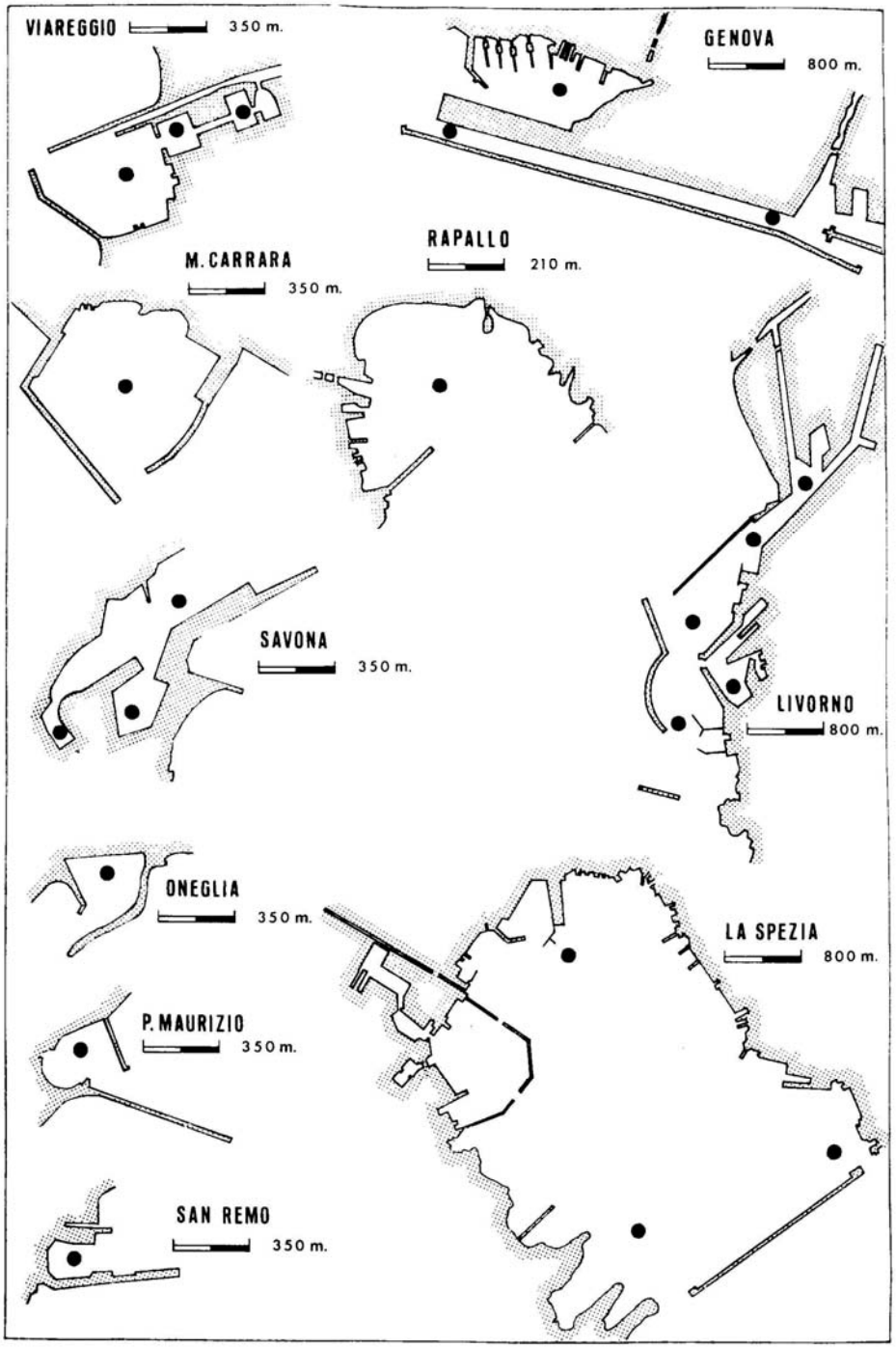


FIG. 1 Stazioni di campionamento.

sere utilizzate nella produzione primaria, o per contro scatenarla sino a giungere all'eutrofizzazione.

Questa comunicazione riguarda le concenti-azioni di PO_4''', NO_3', NO_2' e SiO_3'' presenti in 55 campioni prelevati su 22 stazioni (fig. 1) con bottiglie a rovesciamento alle stesse quote di raccolta dei campioni planctonici (0,5, 10 e 15 m), in brevi periodi di tempo, in autunno (28-10 / 8-11-74) e primavera (5-5 / 14-5-75).

Le metodiche impiegate sono quelle di Strickland e Parsons per i nitrati, di Shinn per i nitriti, di Murphy & Riley per i fosfati e di Mullin & Riley per i silicati (STRICKLAND & PARSONS, 1968).

Le concentrazioni medie per stazione dei nitrati, nitriti, fosfati e silicati permettono di osservare come in autunno le acque dei porti di Rapallo, San Remo, Marina di Carrara, Oneglia e Porto Maurizio presentano concentrazioni che si avvicinano a quelle costiere (COSTE & COLL., 1972), mentre concentrazioni più elevate si riscontrano, in diverso grado, nelle acque dei bacini portuali di Savona e Genova, per apparire «abnormi» a Viareggio (Tab. 1).

Nell'ambito di porti con più stazioni i valori medi presentano un'evidente variabilità, particolarmente accentuata a Livorno (Tab. 1).

Le osservazioni primaverili confermano per i sali nutritivi]a predetta variabilità, ma su scaia di grandezza maggiore (Tab. 2). Per quanto concerne la disponibilità di nutrienti è da osservare come in primavera si ripeta, di massima, la situazione descritta in autunno. Infatti, Viareggio mantiene le concentrazioni più elevate, mentre a Genova e Savona si riscontrano concentrazioni minori, ma più alte di quelle dei restanti bacini (Tab. 2).

L'esame delle concentrazioni medie per porto, pur considerando la relativa significatività del dato, permette di osservare come tali concentrazioni, nei singoli bacini, raggiungano nei due momenti stagionali valori che li diversificano l'uno dall'altro, su diversa scala di grandezza (fig. 2).

La conferma di queste osservazioni negli altri momenti stagionali permetterebbe di affermare che ogni bacino portuale ha una sua tipica «pattern» da nutrienti il cui divenire si ripercuote sui popolamenti rito e zooplanctonici.

In questo contesto non sarebbe da trascurare l' $N\text{-}NH_3$ che nelle acque portuali può rappresentare una frazione importante dell'azoto totale disciolto, ma difficilmente valutabile per la sua labilità.

TAB. 1 – Concentrazioni medie per stazione (µgat/l) rilevate in autunno (26-10 / 8-11-1974).

Porto	Stazione	NO_2’	NO_3’	PO_4’’’	SiO_3’’	N/P
Livorno	1	0.94	3.23	3.09	22.10	1.6
	2	0.28	1.51	0.65	6.42	15.5
	3	0.14	2.24	0.53	3.76	4.6
	4	0.06	1.16	4.27	7.80	0.3
	5	0.13	2.22	0,56	2.19	5.8
Viareggio	6	0.79	10.03	2.25	12.08	4.6
	7	0.68	10.22	2.49	13.30	4.9
	8	0.86	14.13	3.14	15.80	4.7
M. Carrara	9	0.37	1.50	0.39	5.03	4.8
La Spezia	10	0.08	2.54	0.09	2.60	33.1
	13	0.07	1.13	0.20	3.01	6.2
	18	0.12	1.55	0.19	2.47	12.4
Rapallo	19	0.12	0.97	0.30	3.33	3.6
Genova	20	0.31	1.67	1.13	3.71	4.8
	21	0.23	2.55	0.65	4.70	4.6
	22	0.21	1.75	0.43	3.99	4.6
Savona	23	0.24	3.66	0.48	3.29	7.6
	24	0.42	9.63	0.78	3.85	13.5
	25	0.66	8.79	2.95	15.04	11.8
Oneglia	26	0.15	1.33	0.52	3.29	4.1
P. Maurizio	27	0.21	1.32	0.45	3.29	2.9
San Remo	28	0.06	1.60	0.15	2.35	11.4

TAB. 2 - Concentrazioni medie per stazioni (µgat/l) rilevate in primavera (5-5 / 14-5-1975).

Porto	Stazione	NO_2’	NO_3’	PO_4’’’	SiO_3’’	N/P
Livorno	1	0.36	1.54	1.44	6.11	1.3
	2	0.23 .	2.16	1.02	17.70	2.5
	3	0.16	0.82	0.63	3.21	2.0
	4	0.32	6.08	2.64	8.09	0.8
	5	0.22	1.09	1.06	4.29	1.2
Viareggio	6	0.49	3.73	1.00	6.96	4.5
	7	1.00	12.98	1.85	8.98	7.7
	8	1.46	17.29	2.04	17.86	15.8
M. Carrara	9	0.19	2.80	0.40	3.90	7.4
La Spezia	10	0.10	1.11	0.31	3.32	4.3
	13	0.34	1.88	1.00	4.20	2.8
	18	0.08	0.49	0.40	4.17	3.5
Rapallo	19	0.37	5.12	0.64	5.41	9.8
Genova	20	0.50	2.91	0.82	9.31	4.0
	21	0.49	3.85	0.76	6.08	86.8
	22	0.33	4.40	1.S9	4.87	2.1
Savona	23	0.14	2.55	0.46	4.67	4.5
	24	0.24	3.36	1.06	5.20	3.2
	25	0.76	5.93	4.40	12.55	4.5
Oneglia	26	0.56	2.55	0.59	4.97	3.0
P. Maurizio	27	0.18	2.16	0.82	6.25	6.0
San Renio	28	0.14	1.88	0.39	6.48	5.2

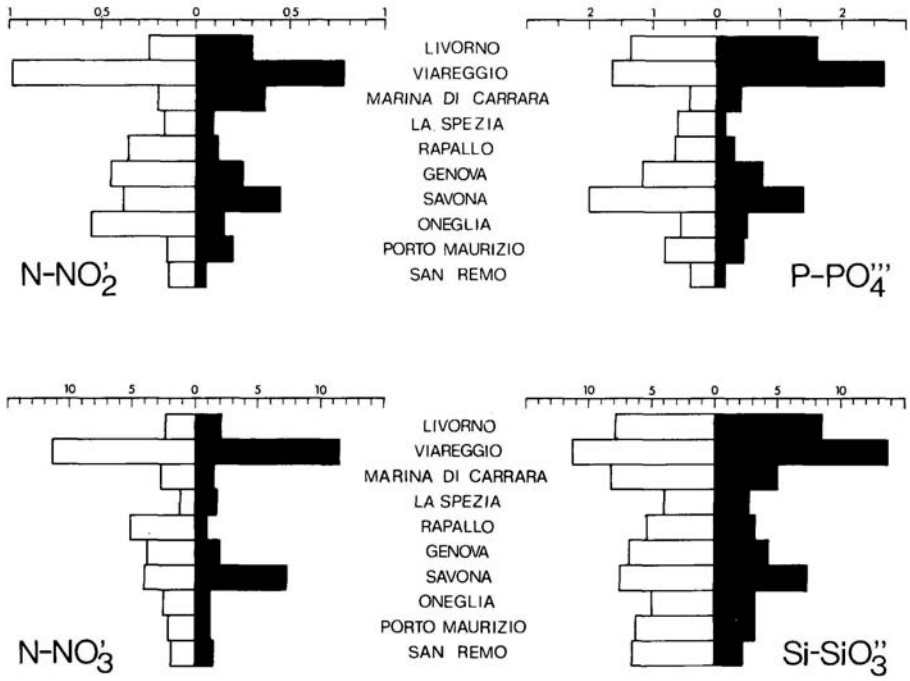


FIG. 2 - Concentrazioni medie per porto (µgat/l) riscontrate nell'autunno 1974 (nero) e nella primavera 1975 (bianco).

L'esame del rapporto N:P, che conferisce maggior significato alla disponibilità dei nutritivi, ha messo in evidenza come i valori osservati in primavera riconfermino quelli dell'autunno (CONTARDI & COLL., 1976). Entrambi sono decisamente inferiori ai valori noti di 23.4 e 37.7 riscontrati rispettivamente da McGill (1965) e da Zunini-Sertorio e Coli. (1976).

Nelle acque portuali il rapporto N : P evidenzia un eccesso dei fosfati sui nitrati. I nitrati, di norma, non si discostano eccessivamente dai valori 'riscontrati nelle acque costiere, mentre i fosfati li superano abbondantemente.

Queste prime osservazioni hanno permesso di rilevare un'ampia variabilità di concentrazioni a livello dei diversi bacini portuali nonché una marcata alterazione del rapporto N:P.

Considerato che nei bacini portuali si riversa una larga varietà di sostanze organiche ed inorganiche., di cui non è nota l'azione sul-

l'attività metabolica del fitoplancton, appare di notevole interesse e di particolare impegno valutare l'utilizzazione dello stock di nutrienti presenti in tali ambienti.

BIBLIOGRAFIA

Capelli R., V. Contardi et G. Zanicchi. 1976. Ecologie et biologie des ports de la mer Ligurienne et haute Tyrrhénienne. 6. Enquéte explorative sur la teneur en métaux lourds (Cd, Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb) dans des echatillons de moules (*Mytilus galloprovincialis* Laraarck). *III Journées Etud. Pollutions, Split, C.I.E.S.M.* (Sous presse).

Contardi V., R. Capelli, M. Fabiano e G. Zanicchi. 1976. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 2. Sali nutritivi e rapporto O:N:P. *III Journées Etud, Pollution, Split,* C.I.E.S.M. (Sous presse).

Coste B., J. Gostan and HJ. Minas. 1972. Influence des condition hivernales sur le production phyto-zooplanctoniques en Mediterranee Nord-occidentale. 1. Structure hydrologiques et distribution de sels nutritifs. *Mar. Biol.*, 16: 320-348.

McGill D.A. 1965. The relative supplies of phosphate, nitrate and silicate in ithe Mediterranean Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 18: 737-744.

Picone P., N. Della Croce e M.P. Basso. 1977. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 7. Popolamento zooplanctonico (luglio 1972). *Atti II Congresso A.I.O.L.* (in stampa).

Strickland J.D.H. and T.R. Parsons. 1968. A practical handbook of sea-water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 167: 1-311.

Viarengo A. e N, Della Croce. 1976. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 3. Concentrazioni del glicogeno e delle proteine in *Mytilus galloprovincialis* Lamarck. *III Journées Etud. Pollutions, Split,* C.I.E.S.M. {Sous presse).

Zunini Sertorio T., N. Della Croce e P. Picone. 1976. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 5. Composizione dello zooplancton del porto di Genova. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 24 (Sous presse).

Zunini Sertorio T., N. Della Croce, M. Fabiano e V. Contardi. 1976. Iponeuston e caratteristiche fisico-chimiche delle acque costiere (Mar Ligure e Alto Tirreno). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 24 (Sous presse).

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova». Contratto di ricerca C.N.R. n, 73.01117.22/115.0907.

FELLETTI A.*, FIERRO G.*, SOGGETTI F.°, VENIALE E.°

DISTRIBUZIONE DEI MINERALI ARGILLOSI DEI SEDIMENTI DI PIATTAFORMA CONTINENTALE DELLA SARDEGNA SUD-ORIENTALE

RIASSUNTO

Viene riportata la distribuzione dei diversi tipi di minerali argillosi analizzati dalla frazione inferiore ai due micron dei sedimenti marini prelevati mediante benna sulla piattaforma continentale e su parte della scarpata. L'analisi è stata effettuata all'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Pavia mediante diffrattometria ai raggi X. I minerali argillosi considerati sono: Montmorillonite., Clorite Illite, Caolonite, Vermiculite e Interstratificati. Vengono riportati i risultati di una determinazione semiquantitativa della distribuzione dei minerali stessi. I valori ottenuti su campioni di stazioni parallele alla linea di costa hanno consentito di notare come - caratteristica comune ai diversi minerali argillosi - sia una variazione non uniforme all'andamento delle correnti marine principali N - S; i contenuti totali e relativi sono infatti piuttosto connessi alla morfologia costiera, all'apporto dei fiumi ed alla morfologia dei fondali antistanti le foci dei fiumi stessi.

I minerali argillosi Interstratificati e la Vermiculite sono risultati più abbondanti nei campioni prelevati più al largo. La Illite invece presenta una tendenza a diminuire dalla costa verso il largo; la Montmorillonite è il minerale che presenta il più netto incremento con l'aumentare della batimetria ancorché alcune inversioni di tendenza si siano riscontrate soprattutto nei campioni antistanti le foci dei principali fiumi.

*Cattedra di Sedimentologia Università di Genova,
**Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Pavia.

CAVALERI L.*, MALANOTTE RIZZOLI P.*

MODELLO PER LA PREVISIONE DEL MOTO ONDOSO

Lo scopo della presente nota è la descrizione di un modello matematico per la previsione del moto ondoso. A questo fine si possono fondamentalmente seguire due tecniche diverse:

1) modello a griglia;

2) modello a raggi.

I vantaggi relativi del primo sono il calcolo contemporaneo eseguito su tutti i punti della griglia, l'iterazione progressiva del calcolo nel tempo, la possibilità di trattare i fenomeni non lineari. Di faccia il modello a raggi, concentrandosi su un unico punto, opera con tempi di calcolo estremamente più brevi ed offre di conseguenza la possibilità di una maggior risoluzione dei risultati. Inoltre, ed è questo un punto fondamentale, è in grado di operare senza difficoltà in acque basse, dove sono rilevanti i fenomeni di rifrazione e «shoaling». È soprattutto per quest'ultima ragione che per l'Alto Adriatico abbiamo preferito la seconda soluzione.

L'idea base del modello a raggi è la seguente.

Di tutti i raggi d'onda possibili nella zona di interesse (posizione, frequenza, direzione) vengono considerati solo e tutti quelli che passano per il punto dove si vuole valutare il moto ondoso. Per ognuna delle frequenze analizzate nello spettro si considera allora un insieme di raggi che si dipartono dal punto in questione in tutte le direzioni,

*Laboratorio per lo studio della dinamica delle grandi masse. C.N.R., Venezia.

con un intervallo angolare sufficientemente piccolo da ottenere la risoluzione desiderata. Il percorso di ognuno dei raggi viene calcolato mediante l'integrazione numerica delle equazioni della rifrazione. Ogni raggio viene interrotto al raggiungimento di una costa o quando la sua lunghezza superi un valore prestabilito. Per il calcolo della rifrazione la batimetria dell'Alto Adriatico è stata descritta su una griglia 30x52, con passo 7500 m. Il punto su cui abbiamo fecalizzato il nostro interesse è la piattaforma oceanografica del CNR, su cui è disponibile una larga massa di dati di moto ondoso, indispensabili per la verifica del modello.

Poiché la rifrazione dipende unicamente dalla geometria del fondale, ed è quindi costante nel tempo per gli stessi dati di posizione, frequenza e direzione, una volta calcolata, questa è stata permanentemente memorizzata su nastro, da cui viene letta ad ogni sequenza di calcolo.

II primo passo per il calcolo del moto ondoso è la valutazione del campo di vento, in funzione del tempo e dello spazio, esistente nella zona. Dato però che non esistono in mare dati sufficienti, abbiamo valutato il vento partendo dai dati della pressione atmosferica alle stazioni costiere, mediante un processo di interpolazione e di 'successivo passaggio dal vento geostrofico al vento reale. Questo è già di per sé un grosso problema, ma non verrà qui ulteriormente discusso in quanto desideriamo fecalizzare l'attenzione sul modello di onde.

Assumiamo quindi di conoscere il campo di vento e procediamo al calcolo del moto ondoso. Il passaggio di energia dal vento alle onde è descritto da un'equazione differenziale nella quale la variazione di energia dipende dai seguenti fenomeni:

1) Oscillazioni superficiali di pressione, descritte compiutamente da Phillips, che danno luogo ad una crescita lineare dell'energia.

2) Influenza reciproca fra l'onda ed il vento. Questa è stata ben descritta da Miles e porta, per l'azione retroattiva, ad una crescita esponenziale dell'energia.

3) Dissipazione dovuta al «breaking» superficiale. Questo aspetto, fondamentalmente non lineare, è stato quasi-linearizzato recentemente da Hasselmann, permettendo cosi la sua introduzione nel modello a raggi.

4) Attrito sul fondo, dovuto al moto indotto dalle onde sulle parti-celle d'acqua vicino al fondo. Questo dipende da un valore quadratico

medio della velocità delle particelle ed è stato valutato mediante la parametrizzazione dello spettro in funzione del «fetch» e della componente del vento nella direzione considerata. Infine un valore massimo all'energia, per ogni frequenza, è stato ottenuto applicando allo spettro il limite di ω^{-5} stabilito da Phillips.

Stabilita quindi la forma analitica dell'equazione differenziale, questa viene integrata numericamente su un singolo raggio, dal punto finale fino alla piattaforma. Il risultato è quindi l'energia ondosa che giunge, all'istante determinato, da quella direzione per quella frequenza. Operando successivamente su tutte le direzioni si ottiene, per una frequenza, la distribuzione angolare dell'energia.

Lo svolgimento di questo calcolo per ogni frequenza da analizzare porta, come risultato finale, allo spettro direzionale del moto ondoso sulla posizione ed all'istante stabiliti.

L'integrazione angolare offre quindi lo spettro monodimensionale da cui si valuta l'altezza significativa ed il periodo di picco.

Il tempo di calcolo per la valutazione di uno spettro, dato il campo di vento, è di 6 minuti su un calcolatore IBM 370/155,

II modello è stato verificato mediante le registrazioni del moto ondoso eseguite dalla piattaforma oceanografica del CNR. Queste registrazioni, eseguite mediante ondametro superficiale, correntometri elettromagnetici e sensori di pressione, una volta analizzate, danno risultati molto dettagliati, in particolare lo spettro direzionale ed i suoi derivati prima citati.

I risultati del modello possono riassumersi sostanzialmente nelle seguenti cifre:

a) l'altezza significativa valutata teoricamente differisce in media dal valore reale per meno del 15 96;
b) il periodo di picco è corretto entro + 0.01 hz;
c) la direzione principale di ogni componente è corretta entro ± 10°; questo errore dipende sostanzialmente solo da una errata valutazione del vento.

Per un ulteriore raffinamento del modello pensiamo di operare su due direzioni:
1) miglioramento del calcolo del vento mediante l'introduzione di interpolazioni di ordine superiore;

2) valutazione delle interazioni non lineari fra le varie frequenze mediante una loro parametrizzazione.

Il modello è applicabile ovunque. Gli unici dati richiesti per il suo funzionamento .sono:

a) una descrizione della batimetria e delle coste;
b) la conoscenza del campo di vento in tempo e spazio;
c) la posizione e l'istante su cui si vogliono i risultati.

La sua applicazione su zone diverse dall'attuale fornirà ulteriori indicazioni sui futuri miglioramenti.

DRAGO N. e ALBERTELLI G.*

ASPETTI QUANTITATIVI DEL MACROBENTHOS DI COGOLETO (Golfo di Genova)

Le conoscenze sul benthos dei substrati mobili della Liguria rivestono sino ad oggi prevalentemente carattere faunistico e piuttosto frammentari appaiono i contributi ai quadri biocenotici ed alle densità dei popolamenti.

La presente ricerca prende in esame l'aspetto quantitativo del macrobenthos raccolto in estate sui fondi litorali di Cogoleto, dei quali è già stato studiato il quadro bionomico (Drago e Albertelli, 1977.)

L'area campionata risulta caratterizzata dall'insieme delle biocenosi della prateria di Posidonia, della sabbia fine, della sabbia ad Anfiosso, del fango terrigeno costiero, nonché da una «facies» di transizione o zona mista (Fig. 1).

La massima densità di popolamento è stata osservata nella zona della biocenosi della prateria di *Posidonia* (HP). In tale biocenosi gli Anellidi, rappresentati tipicamente da *Polyophthalmus pictus* e *Pseudoleiocapitella fauveli*, prevalgono con 3445 organismi/mq; l'altro gruppo dominante, con 2745 organismi/mq, è quello dei Crostacei con *Dexamine spiniventris* e *Synisoma appendiculatum*. È da osservare che i Crostacei in questa biocenosi raggiungono la più elevata densità di popolamento dell'area in esame (Tab. 1).

*Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura - Università di Genova.

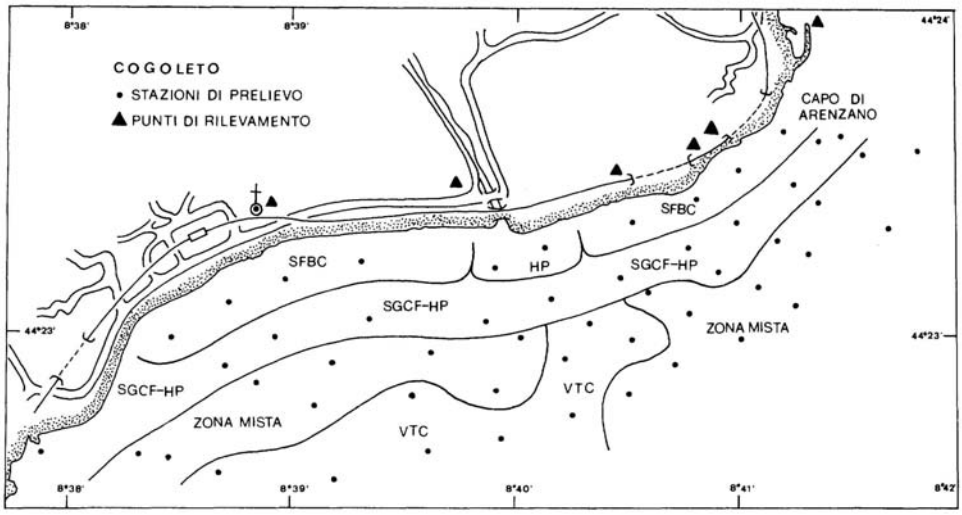


FIG. 1 - Biocenosi rilevate in estate sui fondi litorali di Cogoleto.

La biocenosi della sabbia ad Annesso, nella quale si inserisce in modo discontinuo la prateria di *Posidonia*, (SGCF-HP), si estende lungo tutto il litorale in esame (Fig. 1) e raggiunge la densità di popolamento di 2280 organismi/mq, rispetto a 6629 organismi/mq della prateria di *Posidonia*. Gli Anellidi sono presenti nella misura di 1391 organismi/mq ed i Crostacei di 628 organismi/mq. Su questi fondali *Spio decoratus* e *Dexamine spinosa* sono le specie tipiche.

La biocenosi della sabbia fine (SFBC) presenta una densità di 5662 organismi/mq con netta prevalenza degli Anellidi, i quali, pari a 4512 organismi/mq, raggiungono in questa biocenosi la loro massima densità di popolamento. Si osserva inoltre che tale densità non viene superata in tutta l'area in esame da nessun gruppo del macrobenthos e che le forme più rappresentate risultano essere *Eteone siphonodonta* e *Polydora sp*, Tale prevalenza è in accordo con le osservazioni condotte in diverse località della costa di Provenza (Masse, 1970; 1971 a, b, e) ma è in contrasto con altre sempre interessanti tale regione (Picard, 1965) e quelle relative a Banyuls-sur-Mer (Guille et Soyer, 1968).

I Crostacei, presenti con 790 organismi/mq, risultano anche in questa biocenosi caratterizzati dagli Anfipodi con *Ampelisca brevicornis*.

Densità di popolamento assai vicine a quelle osservate a Cogoleto per la biocenosi della sabbia fine sono state ritrovate, sempre nel periodo estivo, ad Argelés (Amouroux, 1974) in uno studio della popolazione infralitorale della costa di Roussillon e nella Baia del Prado (Massé, 1971 a). Si deve osservare tuttavia che in tale Baia le densità di popolamento delle quattro componenti principali (Anellidi, Crostacei, Molluschi ed Echinodermi) sono simili a quelle di Cogoleto, mentre si discostano le densità relative alla quinta componente (Altri Organismi) la quale risulta massivamente rappresentata nella Baia del Prado.

La densità di popolamento osservata nella «facies» di transizione o zona mista (938 organismi/mq) si discosta molto da quella rilevata nella biocenosi della sabbia ad Anfiosso con inserimenti di *Posidonia*. Si deve notare inoltre che la biocenosi del fango terrigeno costiero interrompe la continuità della «facies» di transizione, la quale, dominata dagli Anellidi con *Paralacydonia paradoxa*, presenta densità più elevate ad ovest che ad est di tale biocenosi (Fig. 1).

La biocenosi del fango terrigeno costiero (VTC), con 837 organismi/mq, risulta essere quella con minore densità di popolazione ed appare massivamente caratterizzata dalla presenza dei Molluschi (568 organismi/mq) con *Turritella communis*. È da segnalare che le densità di popolazione riscontrate sono superiori a quelle osservate nella Baia di Cassis (Bourcier, 1970) ed ancora che in questa, come nella regione di Marsiglia (Picard, 1965) e a Banyuls-sur-Mèr (Guille et Soyer, 1971), i Policheti costituiscono l'elemento dominante.

La struttura del popolamento a livello delle diverse biocenosi è rappresentata nella Tabella 1,
Nella prateria di *Posidonia* gli Anellidi costituiscono il 52%, i Crostacei il 42%, mentre il rimanente 6% è dovuto a Molluschi Echinodermi ed Altri Organismi.

Gli Anellidi risultano ancora più determinanti nella biocenosi SGCF-HP (61%) che presenta una minore partecipazione dei Crostacei (7%) a favore degli altri gruppi. Nella regione di Marsiglia l'indagine a carattere annuale (Picard, 1965) ha evidenziato che i più elevati valori percentuali spettano ad Echinodermi (27%) e Molluschi (25%), presentando i Policheti valori inferiori (16%).

Nella biocenosi della sabbia fine gli Anellidi aumentano la loro partecipazione alla struttura del popolamento (80%), caratterizzando

TAB. 1 - Densità medie per mq (d) e composizione percentuale del popolamento delle varie biocenosi individuate sui fondi litorali di Cogoleto.

Biocenosi	Numero	Anellidi		Crostacei		Molluschi		Echinodermi		Organismi Altri		Totale	
		d	%	d	%	d	%	d	%	d	%	d	%
HP	2	3445	52	2775	42	277	4	82	1	49	1	6628	100
SFBC	8	4512	80	790	14	343	6	2	0	15	0	5663	100
SGCF-HP	13	1391	61	628	28	177	8	29	1	55	2	2280	100
Zona-Mista	21	512	55	197	21	174	18	22	2	33	4	938	100
VTC	9	200	24	56	7	568	68	1	0	12	1	837	100

tipicamente tale biocenosi in precedenza descritta.

Priva di significato è attualmente la struttura del popolamento della «facies» di transizione o zona mista, la quale trova analogie con il popolamento osservato sul 'litorale catalano (Guille et Soyer, 1974). Tale popolamento, definito «facies de transition», non viene riconosciuto come entità bionomica in quanto la sua composizione evolve in maniera continua nel tempo e nello spazio tra i popolamenti vicini.

Nella biocenosi del fango terrigeno costiero la struttura del popolamento è determinata da Molluschi (68%) ed Anellidi (24%). Echinodermi ed Altri Organismi, come nelle altre biocenosi e nella «facies» di transizione, sono scarsamente rappresentati; infatti non superano in ogni caso rispettivamente densità di 82-55 organismi/mq e valori percentuali del 2,3 e 3,5.

Nell'area in esame risulta pertanto che in estate il macrobenthos è costituito quasi esclusivamente, nell'ordine, da Anellidi, Crostacei e Molluschi, Anellidi e Crostacei si localizzano soprattutto nelle biocenosi a substrato di sabbia e ghiaia, mentre i Molluschi in quella del fango terrigeno costiero.

Il confronto tra la struttura dei popolamenti delle singole biocenosi di diverse località ha messo in evidenza differenze talora marcate che rendono interessante la prosecuzione delle indagini nel bacino ligure.

Gli AA. ringraziano vivamente il Prof. N. Della Croce per il costante aiuto ed interessamento.

BIBLIOGRAFIA

Amouroux J.M., 1974 - A study of the infralittoral population of the coast of Roussillon. III. Spatial and seasonal variations. *Vie et Milieu*, 24(2B): 321-354.

Bourcier M., 1970 (1971) - Elude quantitative du macrobenthos de la baie de Cassis (zone sud du Gap Canaille). *Téthys*, 2(3): 633-638.

Drago N. et Albertelli G., 1976 (1978) - Etude faunistique et bionomique du littoral de Cogoleto (Golfe de Génes). *Téthys*, 8 (2): 203-212.

Guille A. et Soyer J., 1968 - La faune benthique des substrats meubles de Banyuls-sur-Mer. Premières données qualitatives et quantitatives. *Vie et Milieu*, 19(2B): 323-360.

- 1974 - Bionomie bentique du plateau commentai de la còte catalane francese. 8. .Macrofaune et meiofaune, rapports quantitatifs et biocenotiques.

Vie et Milieu, 24(2B): 301-320.

Masse H-, 1970 (1971) - Contribution a l'étude de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittoraux des còtes de Provence. I. La baie de Bandol, *Téthys*, 2(4}: 783-820.

- 1971a - Etude quantitative de la macrofaune de peuplernents des sables fins infrali ttoraux. II, La baie du Prado (Golfe de Marseille). *Téthys*, 3(1): 113-158.

- 1971 (1972)b - Contribution a J'étude de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittoraux des còtes de Provence. III. L'Anse de Verdon. IV, L'Anse de Saint-Gervais (Golfe de Fos). *Téthys*, 3(2); 283-319.

- 1971 (1972)c - Contribution a l'étude de la macrofaune de peuplements des sables fins infralittoraux des còtes de Provence. V, La còte de Camargue, *Téthys*, 3(3): 539-568.

Picard J;, 1965 - Recherches qualitative sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 36(52): 1-160.

L. ALBEROTANZA *, G.M. LECHI**

BOCCA DI PORTO DI LIDO DI VENEZIA: STUDIO DELLA DINAMICA DEL DEFLUSSO MEDIANTE TECNICHE DI «REMOTE SENSING»

Tale lavoro, che rientra nell'ambito delle ricerche che vengono effettuate per la salvaguardia di Venezia e della sua laguna, è stato effettuato impiegando le tecniche di «Remote Sensing».

L'area, oggetto di studio, è la Bocca di Porto di Lido, l'ingresso lagunare più importante perché influenza direttamente il Centro Storico e circa la metà della superficie lagunare.

Lo scopo di questo lavoro è di effettuare uno studio quantitativo sulla variazione di certi parametri senza impiegare i metodi oceanografici convenzionali.

Cinque rilevamenti aerei termici, intervallati di un'ora, sono stati effettuati impiegando uno scanner termico Daedalus per una completa investigazione di una fase di marea calante.

È stata utilizzata solo l'informazione proveniente da canale 9-11 micron per le sue caratteristiche fisiche: bassa riflessione dell'energia solare, basso assorbimento atmosferico e migliore risposta intorno ai 300 °K.

Attraverso l'elaborazione analogica si è seguito il percorso di una superficie compresa tra due temperature fisse durante la marea.

*Laboratorio per io studio della dinamica delle grandi masse - C.N.R. S. Polo, 1364 - Venezia,
**Istituto per la Geofisica della Litosfera - C.N.R. Via Mario Bianco, 9 - Milano.

Questa tecnica ripetuta per ciascun volo ci ha permesso di calcolare la velocità superficiale della massa d'acqua sotto l'ipotesi che la conducibilità termica laterale è praticamente trascurabile.

La verità a mare superficiale è stata ottenuta effettuando misure con registrazioni continue, in un punto fisso entro la bocca di porto, di temperatura, salinità, trasporto solido e velocità di corrente.

Si è tentato, inoltre, di avanzare alcune considerazioni sulla forma del fronte del «piume» per capire la relazione tra le due masse di acque provenienti dal bacino settentrionale lagunare e da quello di Lido.

In quest'ultima parte si è cercato di correlare la forma dei fondali con la dinamica delle acque quale appare dalla superficie marina.

PAOLO COLOSIMO e LUCIANO ROMAGNOLI

EVOLUZIONE MORFOLOGICA ATTUALE DEI LITORALI DELLA COSTA MARCHIGIANA TRA ANCONA E PESARO

RIASSUNTO

Gli A.A. presentano una sintesi dei principali risultati riguardanti lo stato di erosione del tratto di costa esaminato, in base all'esame di alcune sezioni storiche, all'osservazione diretta durante due campagne (1975 e 1976) e l'applicazione di metodi sedimentologici basati sulla granulometria (DAL CIN, 1976).

La carta geomorfologica di sintesi ricavata ha messo in evidenza uno stato di erosione diffuso, p articolar mente grave in corrispondenza delle foci dei fiumi.

È presentata pure una analisi sull'efficacia delle opere di difesa finora attuate.

FRANCO STRAVISI*

CIRCOLAZIONE NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE PER EFFETTO DELLA BORA

IL MODELLO

Gli effetti della bora di Trieste sulla dinamica dell'alto Adriatico sono simulati numericamente per mezzo di un modello basato sulle equazioni verticalmente integrate di storm surge (STRAVISI, 1973, 1975). Le equazioni sono lineari, con un coefficiente di attrito costante $k = 10^{-4}$ sec^{-1}. La forza specifica applicata alla superficie del mare dipende quadraticamente dalla velocità $\vec{w}$ del vento: $\vec{F} = \gamma\ h^{-1}\ |\vec{w}|\ \vec{w}$; h è la profondità ed il coefficiente $\gamma = 3.2 \times 10^{-6}$. Con un procedimento esplicito alle differenze finite le matrici bidimensionali del livello e delle due componenti del trasporto orizzontale vengono calcolate, successivamente e nell'ordine indicato, con un passo temporale di 6 minuti, partendo da campi iniziali nulli. La griglia è a maglie quadrate, di lato 6.09 km, orientata secondo la direzione media ENE di provenienza della bora. Nei punti costieri il trasporto è nullo; lungo il confine aperto, che va dal delta del Po ad un punto sulla costa istriana tra Cittanova e Rovigno, si è posta uguale a zero la derivata normale del trasporto, in modo da permettere le oscillazioni trasversali del bacino.

La bora è rappresentata con due campi di vento, stazionar! per t>0. Il primo, più realistico, presenta una distribuzione spaziale della velocità linearmente decrescente dal 100 % al 70 % lungo la direzione di propagazione Trieste-Chioggia (POLLI, 1956), e decrescente

*Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste.

con il quadrato del seno della distanza laterale da tale direttrice; il secondo invece è un campo di vento uniforme. In entrambi i casi la velocità massima è di 10 m/sec.

Oltre ai dislivelli ed al trasporto vengono calcolate, in funzione del tempo, l'energia potenziale della superficie dislocata e le variazioni del volume totale, l'energia cinetica del campo di corrente e l'energia irradiata nel restante Adriatico per effetto dell'oscillazione trasversale lungo il confine aperto.

RISULTATI NUMERICI

La risposta del modello dell'Adriatico settentrionale ai campi di 'bora imposti è quella tipica della storm surge: una componente transitoria, costituita da sesse smorzate esponenzialmente, è sovrapposta ad una componente stazionaria, in cui i campi del vento, del dislivello e del trasporto sono in equilibrio dinamico.

Le sesse principali, immediatamente riconoscibili dalle serie temporali calcolate del livello del mare, sono: la prima sessa longitudinale del bacino, con una linea nodale per il livello all'estremità aperta e con un periodo di 5.2 ore; la prima sessa trasversale del golfo di Trieste e Venezia, con una linea nodale prossima alla congiungente Grado-Salvore e con un periodo di 3.3 ore (CALOI, 1938); la prima sessa trasversale del golfo di Trieste, con un periodo di 1 ora.

La fig. 1 mostra la situazione stazionaria raggiunta nel bacino 36 ore dopo l'applicazione del vento: le sesse, ridotte allo 0.1 % della loro ampiezza iniziale, sono praticamente scomparse. La bora mantiene inclinata la superficie del mare, causando una depressione a Trieste ed un ingorgo a Venezia; come conseguenza, l'acqua viene sospinta fuori dal bacino all'altezza del Po, ed altra ne viene immessa da sud lungo la costa orientale. Si forma così nell'alto Adriatico un grande vortice nel quale la corrente ruota in senso antiorario. Il campo di bora costante (a destra nella figura), meno favorevole allo scambio dell'acqua, crea di conseguenza un dislivello più marcato; l'energia totale, 13 X 10^{17} erg, è ripartita in quantità uguali tra energia cinetica ed energia potenziale; il dislivello tra Chioggia e Trieste è di 17 cm, contro i circa 20 cm calcolabili teoricamente per un analogo bacino chiuso. Il campo di bora realistico (a sinistra) crea un vortice di corrente più intenso (attorno ai 5 cm/sec), con il centro di rotazione a metà strada tra il Po e l'Istria; di conseguenza

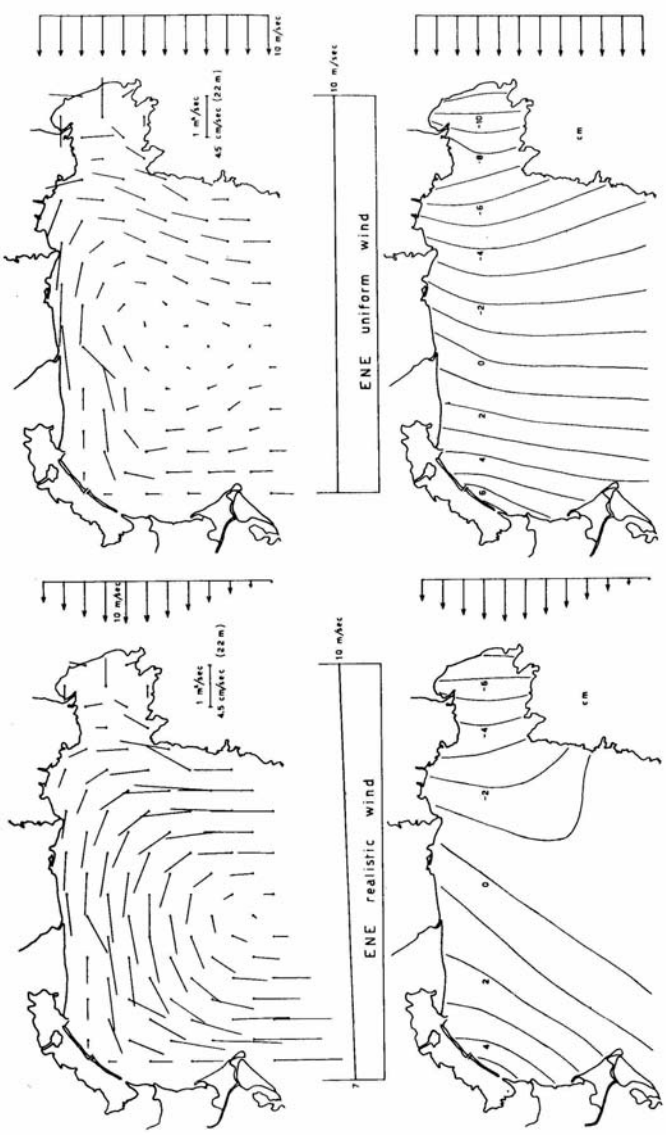


FIG. 1 - Trasporto e dislivelli stazionari prodotti nell'alto Adriatico da un campo di bora realistico (sinistra) e uniforme (destra).

i dislivelli sono più bassi, con 11.5 cm di differenza tra Chioggia e Trieste. L'energia totale, 14×10^{17} erg, è per l' 85 % cinetica. Il flusso d'acqua stazionario entrante, uguale a quello uscente, è di 160×10^{6} m^3/ora: ciò implica un ricambio giornaliero di circa il 3 % del volume totale d'acqua contenuto nell'alto Adriatico. Dal momento che il vento da ENE ha a Trieste una durata media di 75 giorni all'anno, con una velocità media di 6 m/sec, esso rinnova in un anno circa 3/4 della massa d'acqua a nord del Po. L'alto Adriatico inoltre irradia energia, attraverso il confine aperto, con un flusso costante di 30×10^{13} erg/ora (0.2 ‰ dell'energia totale) sotto l'azione del campo realistico di bora; il flusso si riduce ad un terzo nel caso di bora costante.

Nel golfo di Trieste si stabiliscono due vortici di corrente: uno in senso orario nella parte meridionale, uno In senso antiorario nella parte settentrionale; la velocità è dell'ordine di 2-5 cm/sec. Nel complesso, l'acqua entra rasentando capo Salvore ed esce al largo di Grado; a metà della costiera triestina il trasporto totale è diretto verso la costa: essendo la corrente superficiale di deriva diretta al largo con il vento, si deduce l'esistenza di una controcorrente di fondo, accompagnata da fenomeni costieri di risalita.

BIBLIOGRAFIA

Caloi P. 1938. Sesse dell'alto Adriatico, con particolare riguardo al golfo di Trieste. *Ist. Sper. Talass. Trieste*, n. 204.

Polli S. 1956. La bora nei golfi di Trieste e Venezia. *Ist. Sper. Talass. Trieste*, n. 332.

Stravisi F. 1973. Analysis of a storm surge in the Adriatic sea by means of a two-dimensional linear model. *Rend. Acc. Naz. Lincei, Se. fis., mat., nat.*, 54: 243-260.

Stravisi F. 1977. Theory and numerical computation of the storm surge equations, In: «*International Course on Physics of Oceans Atmospkere,1975*», ICTP Trieste, 2 pt. I: 789-858.

CORTEMIGLIA G.C.*

DRIFT LITORANEO SULLA SPIAGGIA DI OSPEDALETTI
(Liguria occidentale)

SUMMARY

The coast line of Ospedaletti, that is, the .section of shore between Cape St. Ampélio and Cape Nero, whose chord present a NE-SW orientation, is not a physiographic unit; the above capes, in fact, do not stop the flux of materials brought by the littoral drift, both because of the exposure of the area to the action of the sea the course of the isobathes of the submerged shore.

We could, therefore, classify Ospedaletti coastline as classic open shore. In such a shore the sector of the prevailing wind side (with a 150° opening angle, .stated by the azimuthals 230° ,and 80°) reveals a main prevailing wind side, as Cortemiglia G.C. (1971) points out, divided in the partial sectors of S-SSW which represent the so-called «libecciate» (gales caused by Southwest wind) and the partial sectors of SE and E which are so-called «sciroccate» (gales caused by SE wind).

As regards the movement of material along the shore, it was possible to verify that a massive transport, mostly in winter, begins already with a force three sea according to code OM 3700.

Furthermore, on the basis of observations made three times a day (at 8.00 hr. - at 13.00 hr. - and at 19.00 hr.) it was possible to determine a frequency of «libecciate» as 51,93 %, 33,77 % for the

*Professore stabilizzato di Geografia Fisica all'Istituto di Geologia dell'Università di Genova.

«sciroccate» and 14,30 % for the calms. An evident littoral eastward drift corresponds, on the shore, to the above.

It is, therefore, evident that the littoral transport is mostly influenced by the sea of the partial SW sector (frequency 27,27 %) even if occasionally the most intense sea-storms occur in the partial S-SSW sector (frequency 24,66 %).

The particular orientation of the shore and the behaviour of the bathymetries allow differentiation between two areas with particular hydrodynamic peculiarities, one being 'between the mouth of Fosso Noce and Cape St. Ampélio and another between Fosso Noce and Cape Nero.
In the former, the longshore current drift and shore current prevail, in the latter the rip current, removal towards the open sea, becomes prevailing.

Such a hydrodynamic difference becomes evident also on morphological characters of pebbles which show medians of the first rank blunting index of Cailleux A. between 417,33 and 505,91, medians of the flattening index of Cailleux A. and Tricart J. (1963) between 2,76 and 3,16, besides the «penecentile» value of Tricart J. and Cailleux A. (1953) between 7 and 13 cm. West of the mouth of Fosso Noce, the medians of the first rank blunting index of Cailleux A. offer a field of variations between 399,91 and 395,60 and those of the flattening index between 1,17 and 2,17 with the «penecentile» between 13 and 57 cm.

Such an evaluation is, moreover, further enhanced when com-pared to the data obtained on pebbles, of the same petrographical nature (limestone), and of the same class of sizes (between 40 and 60 mm) shown by the material gathered on the streams heading to the Ospedaletti beach (Rivo Termini, Torrente Pini, Torrente Crosio).

This emphasizes a median of flattening index between 2,54 and 2,88, and a median of the blunting index of the first order of Cailleux A., between 71,36 and 148,97.

The granulometries of these shores stress this particular dynamic movement. These areas are, in fact, found to be mainly composed of pebbles or coarse sand, generally of average size (graphic mean of Folk R.L. and Ward W.C., 1957) including variations between 0,465 mm and 3,722 mm, and the classifier test gives a sorted good to mediocre classification.

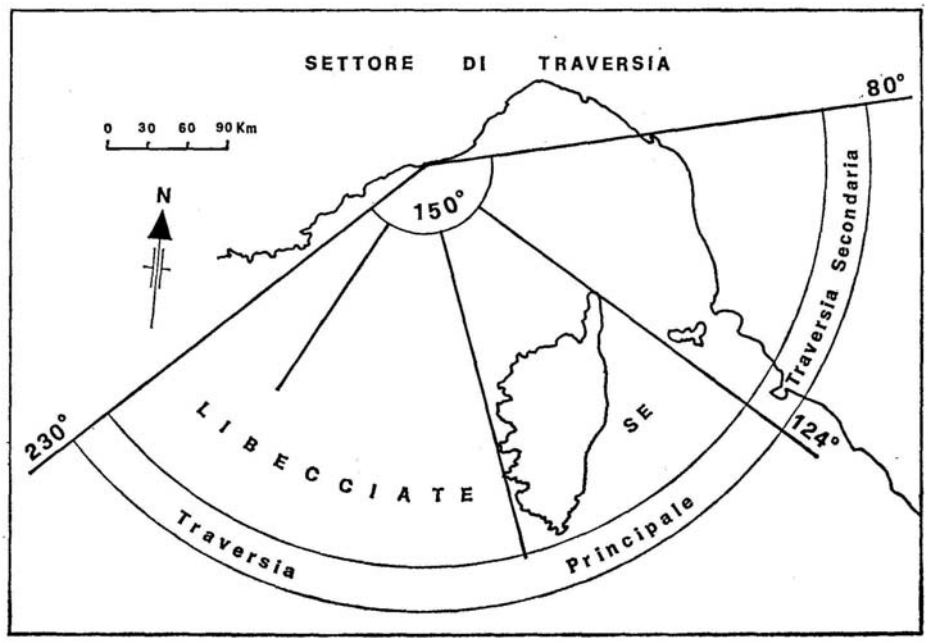


FIG. 1 - Rappresentazione schematica del settore di traversia del litorale di Ospedaletti.

Il litorale di Ospedaletti risulta compreso tra i promontori di Capo S. Ampélio ad W e di Capo Nero ad E, i quali delimitano, nell'ambito della costa ligure occidentale, un arco di litorale, la cui corda si presenta orientata secondo l'allineamento NE-SW.

Questi promontori, entro cui il litorale di Ospedaletti è delimitato, non rappresentano un'unità fisiografica, in quanto da Capo S. Ampélio materiale in deriva litoranea entra nel paraggio e ne esce da Capo Nero.

Quest'arco di litorale presenta, come mostra la fig. 1, un settore di traversia con un angolo di apertura di 150°, entro cui è possibile distinguere una traversia secondaria, compresa tra le.azimutali 80° e 124°, ed una traversia principale compresa tra gli azimut 124° e 230°.

Nell'ambito della traversia principale si possono ulteriormente distinguere i seguenti settori parziali:

1) *settore parziale di SW*, compreso tra gli azimut 230° (Isole Hyeres) e 212° 30' (Isola Aire nelle Baleari).

2) *settore parziale S-SSW*, compreso tra gli azimut 212° 30' {Isola Aire nelle Baleari) e 162° 30' (Capo Muro in Corsica);
3) *settore parziale di SE*, compreso tra gli azimut 162° 30' (Capo Muro in Corsica) e 124° (Capo Corso in Corsica).

Nell'ambito di questa suddivisione della traversia principale, i settori parziali di SW e di S-SSW rappresentano le cosiddette «libecciate» (fig. 1), mentre il settore parziale di SE individua le «sciroccate».

Sulla base di questa suddivisione, nell'ambito del settore di traversia, è stata svolta un'indagine sullo stato del mare per il triennio 1973-1975 con osservazioni trigiornaliere alle ore 8, 13, 19, da cui è emerso che soprattutto il periodo invernale è particolarmente importante ed efficace ai fini del trasporto litoranee.

In tale periodo, infatti, le frequenze, nella traversia principale, dei mari dei settori parziali di SW e di S-SSW, sono risultate rispettivamente del 27,27 % e del 24,66 %, contro il 22,08 % dei mari del settore parziale di SE. Il settore parziale di E (traversia secondaria) e le calme rivelano rispettivamente una frequenza dell' 11,69 % e del 14,30 %.

Da tali risultanze mareometriche risulta confermato il carattere di mari dominanti per i mari di libeccio (settori parziali di SW e di S-SSW) ed il carattere di prevalente, nella stagione invernale, dei mari di libeccio su quelli di scirocco (settori parziali di SE e di E).

Dal tracciamento dei piani d'onda relativi al settore dei mari di libeccio e di scirocco, si evidenzia il comportamento dei treni d'onda in arrivo sul litorale di Ospedaletti, da cui si deduce che I mari dei settori parziali di SW e di S-SSW provocano derive litoranee da W verso E, mentre quelli dei settori di SE e di E un drift da E verso W.

Sulla base di un'indagine batimetrica, di cui nella fig. 2 sono solo riportati gli andamenti delle isobate interessanti la zona della spiaggia sommersa per il tratto antistante l'abitato di Ospedaletti, e sul tracciamento dei relativi piani d'onda sottocosta a grande scala, si è potuto determinare, nell'ambito di questo litorale della Liguria occidentale compreso tra Capo S. Ampélio e Capo Nero, due zone a specifici caratteri idrodinamici.

La prima zona risulta compresa tra Capo S. Ampélio e la foce del Fosso Noce, la seconda tra la foce del Fosso Noce e Capo Nero (fig. 2).

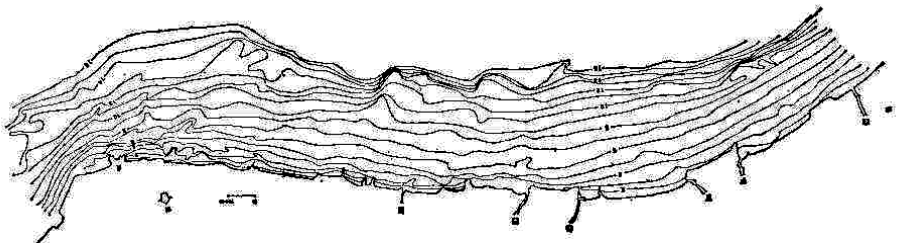


Fig. 2 - Carta batimetrica in scala 1: 31.000 del fondale antistante il litorale di Ospedaletti, compreso tra Capo Nero (A) e la foce del Rio Termini (G). Tra le foci del Fosso Pellotta (F) e del torrente Pini (E) è in funzione la discarica pubblica che alimenta l'attuale arenile balneare di Ospedaletti, esteso tra le foci del torrente Pini (E) e del Fosso Noce (D). Gli altri corsi d'acqua sfocianti in questa parte di litorale sono il Rio Carrubo (B) ed il Rio Crosio (C).

Nella zona tra Capo S. Ampélio e la foce del Fosso Noce i mari dei settori parziali di SW e di S-SSW, ancorché interessati dalla refrazione prodotta dal fondale, mostrante pendenza media verso SE, giungono a riva con elevati angoli di incidenza, per cui, provocano, longshore currents con notevole velocità di deriva verso E sulla spiaggia sommersa e getto di riva, con spostamento a denti di sega, in direzione verso E, sulla spiaggia emersa.

I mari del settore SE e della traversia secondaria giungono invece su questa stessa parte di litorale con piccoli angoli di incidenza e talora addirittura con treni d'onda perfettamente paralleli alla riva, per cui l'azione di asporto prevalente risulta piuttosto provocata da rip currents.

Sull'altro tratto, invece, di litorale compreso tra la foce del Fosso Noce ed il Capo Nero (fig. 2), l'azione dei mari dei settori parziali di SW e di S-SSW, per il loro piccolo angolo di incidenza, genera un sostanziale asporto per rip currents, trasversale alla riva, che però indirizza nel tempo il materiale a transitare oltre il Capo Nero, verso E, con una velocità di deriva litoranea molto più lenta di quella del tratto precedentemente esaminato. I mari del settore parziale di SE e della traversia secondaria investono invece questo tratto di litorale con elevati angoli di incidenza, per cui il materiale viene sostanzialmente trasferito ad opera di longshore currents verso W, sulla spiaggia sommersa, e per getto di riva su quella emersa.

Si è potuto cioè sinteticamente evidenziare che in questo tratto tra Capo Nero e la Foce del Fosso Noce (fig. 2) l'azione dei mari di SE e della traversia secondaria (settore parziale E) indirizzano il materiale a spostarsi longitudinalmente alla riva con deriva verso W, mentre quelli dei settori parziali di SW e di S-SSW (libecciate) lo spostano per deriva litoranea verso E, però con percorsi trasversali alla riva ad opera delle rip currents.

Tale situazione idrodinamica globale presenta come correlazione geomorfologica generale la presenza di tratti di spiaggia che mostrano caratteristiche tessiturali sempre più grossolane, a mano a mano che si procede da E verso W.

Siffatta variazione idrodinamica evidenziata sul litorale di Ospedaletti, oltre che ad una diversificazione tessiturale, è altresì evidenziabile a mezzo delle caratteristiche morfometriche dei ciottoli che si trovano distribuiti come accumuli ciottolosi lungo tutto il litorale.

Le analisi morfometriche sono state eseguite su campioni di ciottoli di natura calcarea, in quanto sono i più frequenti nella zona, raccolti sulla battigia in ragione di 120 ogni stazione ed a classe di lunghezza tra 40 mm e 120 mm. Su tali campionature sono state eseguite le misure per ricavare gli indici di appiattimento e di smussamente di primo ordine di Cailleux ed, a titolo di paragone, sono pure stati eseguiti campionamenti lungo i corsi d'acqua sfocianti sul litorale di Ospedaletti, quali i torrenti Pini e Crosio ed il Rivo Termini.

L'elaborazione di tali misurazioni ha permesso di ricavare le mediane degli indici di smussamente di primo ordine e degli indici di appiattimento, dal cui insieme emerge chiaramente una certa diversificazione tra i campioni raccolti ad E ed a W della foce del Fosso Noce (fig. 2) che, rappresenta, pertanto, il confine tra le due zone a caratteri idrodinamici diversi.

Infatti le mediane dell'indice di smussamente di primo ordine dei ciottoli raccolti ad W della foce del Fosso Noce rivelano valori compresi nel campo di variabilità tra 417,33 e 505,91, mentre quelle dei ciottoli ubicati ad E risultano comprese nel campo di variabilità tra 339,91 e 395,60; parimenti le mediane dell'indice di appiattimento ad W della foce del Fosso Noce mostrano valori compresi nel campo di variabilità tra 2,76 e 3,16, mentre quelle ad E della stessa foce evidenziano valori compresi tra 1,77 e 2,17.

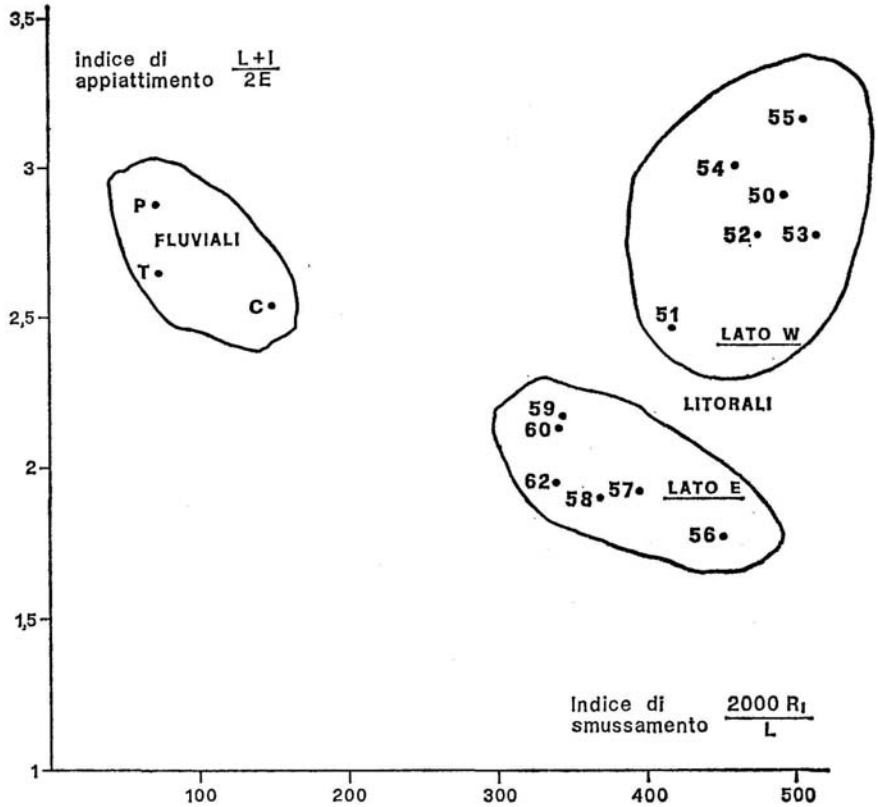


Fig. 3 - Rappresentazione delle mediante degli indici di appiattimento e di smussamente di primo ordine di A. Cailleux per popolazione di ciottoli calcarei a classe di lunghezza tra 40 mm e 60 mm, il cui prelevamento è avvenuto sia sulle spiagge di Ospedaletti, site ad W e ad E della foce del Fosso Noce, sia lungo i corsi d'acqua del torrente Pini (P), del Rio Termini (T) e del torrente Crosio (C).

Tali valutazioni risultano graficamente quantificabili attraverso la rappresentazione della fig. 3, dove, attraverso la correlazione tra mediante dell'indice di smussamente di primo ordine e mediane dell'indice di appiattimento, vengono individuate specifiche aree di appartenenza di ciascuna delle due zone.

Da siffatta rappresentazione emerge altresì che i ciottoli calcarei, a classe di lunghezza tra 40 mm e 60 mm, ad W del Fosso Noce, mostrano mediane degli indici di smussamente di primo ordine e degli indici di appiattimento più elevate di quelli siti ad E dello stesso, mentre i medesimi indici relativi ai ciottoli torrentizi si staccano net-

tamente da quelli marini soprattutto per il modestissimo valore dello smussamente.

Anche l'andamento del penecentile di Tricart J. e Cailleux A. (1953), sebbene meno incisivamente, pur tuttavia, assume valori più elevati nella zona E della foce del Fosso Noce, dove risulta compreso tra 13 e 57 cm, rispetto a quello ad W, dove invece rientra nel campo di variabilità tra 7 e 13 cm.

Sulla base di questi parametri si può quindi concludere che sul litorale di Ospedaletti, compreso tra Capo S. Ampélio e Capo Nero, sono distinguibili due aree, separate dalla foce del Fosso Noce, ciascuna delle quali mostra specifiche caratteristiche idrodinamiche ai fini del drift litoraneo.

La parte del litorale ad E del Fosso Noce subisce infatti prevalentemente un'erosione ad opera delle rip currents, mentre quella ad W è sottoposta alla determinante azione delle longshore currents e del getto di riva.

BIBLIOGRAFIA

Cailleux A. et J. Tricart. 1963. I*nitiation a Vétude des sables et des galets*. 1 Texte, Centre de Documentation Univ., Paris: 202 pp.

Cortemiglia G.C. 1971. Studio sull'ondazione nel tratto di mare antistante la costa chiavarese e sua influenza sulla morfologia litorale. «*Atti 2° Convegno Nazionale Studi Problemi Geologia Applicata*», A.N.G.L, Genova, 101-122 pp.

Folk R.L. and W.C. Ward. 1957. Brazos river bar: a study in the significance et grain size parameters. *Journ. Sediment. Petr*., 27: 3-26.

Tricart J. et A. Cailleux. 1953. Détermination du centile en granulometrie. *Bull. Soc, Géol. France, sér*. 6, t. 3, fasc. 7-8: 747-759 pp.

FANUCCI FRANCESCO*, FIERRO GIULIANO*, PICCAZZO MAURO*

PARTICOLARITÀ MORFOLOGICHE DELLA SPIAGGIA SOMMERSA LUNGO IL LITORALE TOSCANO TRA LA FOCE DEL FIUME MAGRA E LIVORNO

L'ampia falcata sabbiosa che si estende tra il promontorio di Punta Bianca e i Monti Livornesi rappresenta una unità fisiografica ben caratterizzata e di estremo interesse sia per studi sul regime e l'evoluzione dei litorali mediterranei, sia per indagare sulle alterazioni che le attività umane inducono sui litorali stessi. Per questo motivo è stata scelta insieme ad altri tratti del litorale toscano a far parte dell'Area Campione Alto Tirreno del «Programma Speciale Conservazione Suolo - Settore Regime e Conservazione dei Litorali» del C.N.R. Successivamente nell'ambito del Progetto Finalizzato «Conservazione Suolo» - Subprogetto «Dinamica dei litorali» si decideva di proseguire le ricerche su questo tratto di litorale data l'importanza che la sua conservazione riveste nell'economia della regione.
Il notevole grado di antropizzazione non permette considerazioni morfologiche e sedimentologiche di dettaglio sulla spiaggia emersa per cui, in una fase di approfondimento degli studi, si è rivolta l'attenzione alla spiaggia sommersa che, nella zona in esame, è di notevole estensione e complessità morfologica. Si sono svolte soprattutto indagini batimetriche ed aerofotografiche mettendo in evidenza nell'intervallo batimetrico 0 ÷ -5 m delle morfologie ritmiche

*Istituto di Geologia, Università di Genova.

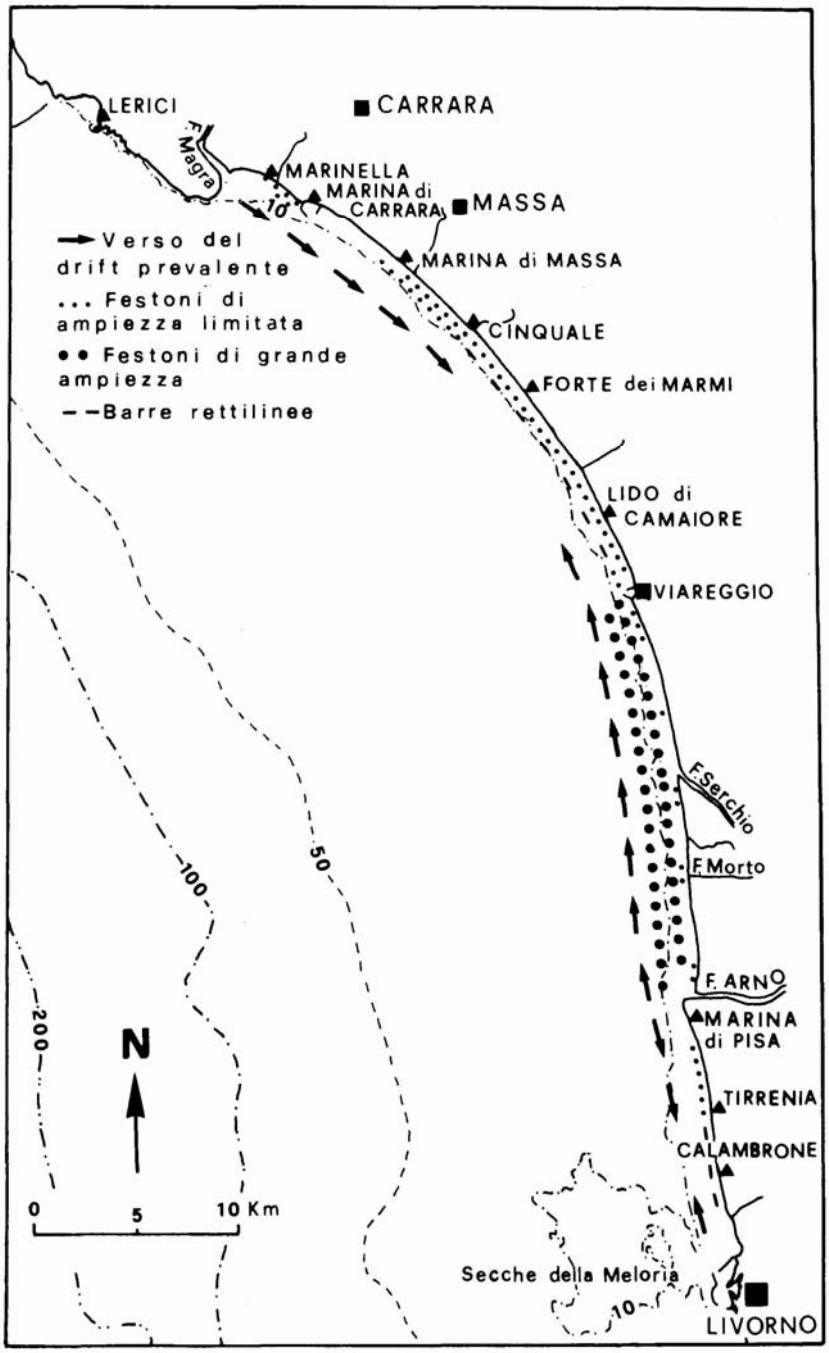


FIG. 1 - Tipologia delle barre da una levata aerofotografica dell'estate 1973.

caratteristiche. Si sono osservate infatti delle barre che assumono un andamento a festoni strettamente correlato, per la barra più prossima alla riva, con le forme ritmiche (sand waves) della battigia. Si tratta di particolarità che interessano vasti tratti di litorale mediterraneo e sono già state segnalate anche nel Golfo del Messico: sembra siano tipiche di bacini a limitata escursione di marea.

Per quanto riguarda la loro genesi non si conoscono a tutt'oggi studi sperimentali approfonditi: SONU (1972) parla di longshore currents meandriformi; KOMAR (1971) correla le forme ritmiche della spiaggia con celle di circolazione derivanti dalla composizione tra rip currents e longshore currents associate. Nelle zone da noi studiate non sono state ancora effettuate osservazioni che permettano di proporre modelli genetici; ci sembra comunque necessario ammettere, in base alla forma stessa delle barre, che esse siano dovute alla composizione di due moti: uno parallelo e uno normale alla linea di riva. Infatti le barre si presentano con morfologia più tipica nei tratti di litorale in cui sono simultaneamente presenti con energia considerevole sia longshore che rip currents. Nelle «zone neutre», dove il trasporto lungo costa è ridotto, si assiste ad una scomparsa delle morfologie ritmiche (almeno una delle barre diventa rettilinea); anche nelle zone in cui l'energia del moto ondoso si esplica prevalentemente producendo un trasporto lungo costa si assiste ad un fenomeno analogo: per quanto la morfologia di dettaglio sia diversa da quella che si aveva nelle «zone neutre» le barre tendono a diventare rettilinee.

Le zone soggette a più intensa erosione non presentano barre; nelle zone ad erosione moderata compare una sola barra che diventa barra esterna o intermedia man mano che si passa a zone stabili o in ripascimento.

Quando sono presenti più barre solitamente la festonatura più regolare compete alla barra più esterna. La barra più interna, direttamente collegata con le forme ritmiche della spiaggia, è sempre la più irregolare e talora perde completamente la ritmicità per ridursi ad un insieme quasi caotico di accumuli sabbiosi. Ciò può essere relazionato al fatto che i moti lungo costa in prossimità della battigia (drift prossimale) hanno sempre un'intensità ridotta e un andamento molto irregolare.

Le osservazioni su esposte si riferiscono prevalentemente ad una

FIG. 2 - Levata aerofotografica del 1970. Andamento delle barre nella zona compresa tra Marina di Massa e la Foce del Cinquale.

levata aerofotografica del 1973; per indagare sull'evoluzione nel tempo delle barre a festoni e delle altre forme ritmiche ad esse associate sono stati effettuati confronti con altre levate del 1954, del 1970 e del 1971. Sostanzialmente si è notata una stazionarietà della fenomenologia nel senso che un determinato tratto di litorale è sempre caratterizzato dallo stesso tipo di barre. Differenze notevoli nell'andamento d'insieme dei fenomeni si notano solo nelle cosiddette «zone neutre», come d'altronde era logico attendersi, in quanto dette zone, essendo solitamente interessate da una dinamica attenuata, sono oltremodo sensibili alle variazioni del regime meteomarino. Inoltre in esse prevalgono di solito i moti trasversali alla linea di riva per cui uno sporadico manifestarsi di longshore currents di una certa intensità può produrre effetti notevoli. Non è possibile stabilire per ora quanta parte di queste variazioni sia dovuta a cicli stagionali o a mutamenti su scala pluriennale del regime meteomarino.

Sono state osservate anche variazioni di minor entità nella morfologia di dettaglio delle barre, nella loro posizione e nel numero e nella posizione dei singoli «festoni». È noto che tutte le partico-larità ritmiche della spiaggia tendono a .migrare lungo costa; questo aspetto della fenomenologia in esame è di grande interesse in funzione degli effetti che tale migrazione può avere sullo stato delle spiagge e sulle opere marittime (COCCO, 1975).

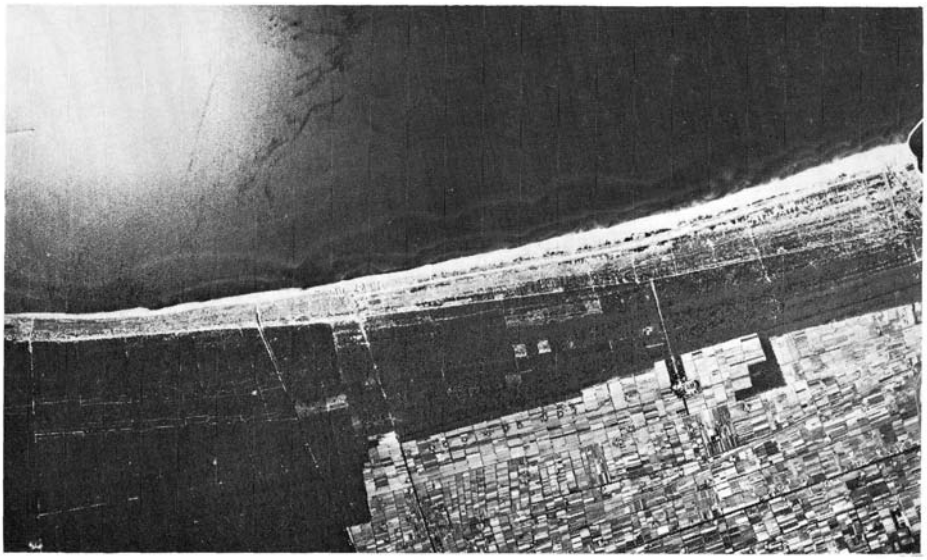


FIG. 3 - La stessa zona della figura precedente in una foto aerea del 1954.

Sostanzialmente possiamo distinguere, in funzione della tipologia delle barre, cinque diverse situazioni:

— spiagge ad intensa erosione: assenza di barre;

— spiagge ad erosione limitata: una sola barra ritmica collegata alle sand waves;

— spiagge stabili o in ripascimento a drift litoraneo mediamente intenso: due barre a festonatura regolare. L'ampiezza dei festoni è limitata;

— spiagge stabili o in ripascimento o ad erosione limitata e a drift litoraneo intenso: due o tre barre di cui la più esterna è caratterizzata da festoni ampi e regolari. L'ampiezza e la regolarità dei festoni diminuiscono verso l'interno;

— «zone neutre» a scarsissimo trasporto longitudinale in cui la barra esterna tende a rettificarsi e la barra interna mantiene una morfologia a festoni, irregolare, talora suddividendosi in due o tre barre minori ad ampiezza e regolarità decrescenti dall'esterno all'interno. Meritano un cenno i rapporti geometrici tra le diverse barre

Nelle zone a drift mediamente intenso le barre, a festonatura rego-

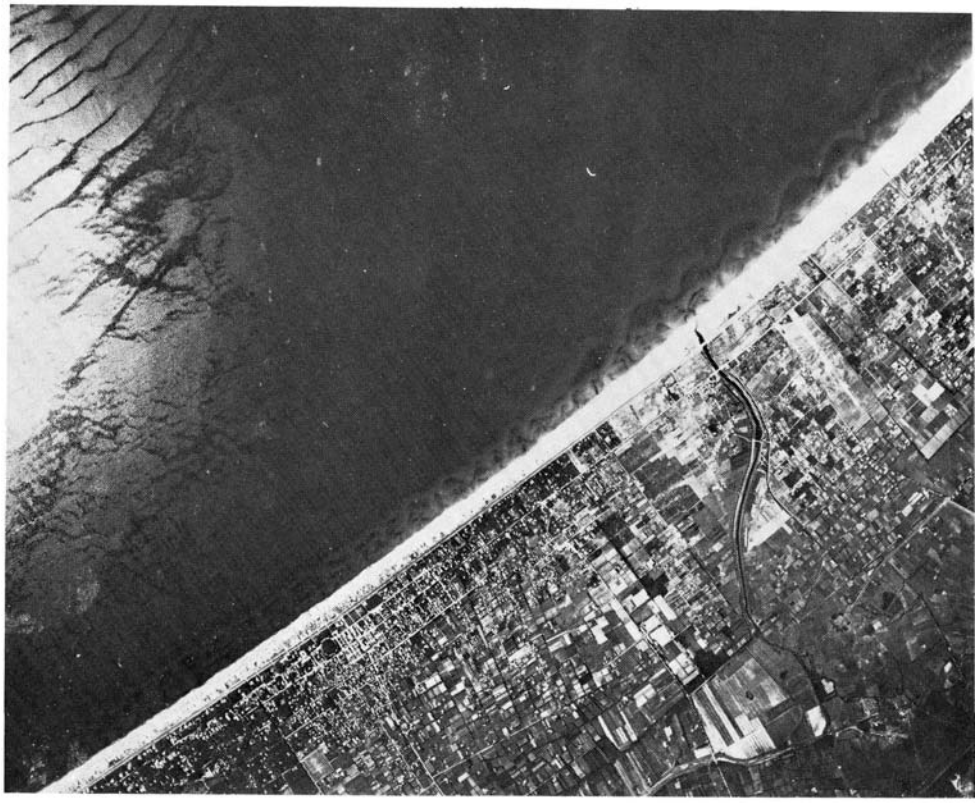


FIG. 4 - Andamento delle barre nella zona a sud del Porto di Viareggio in una foto aerea del 1954.

lare, sono ad «incastro» l'ima nell'altra, anche se esistono notevoli differenze di ampiezza tra i festoni delle diverse barre.

Nelle zone a drift intenso le barre sono più indipendenti: in particolare la più interna, ad ampiezza limitata, quando esiste, non ha relazioni sistematiche visibili con la barra intermedia. Tra la barra intermedia e quella esterna, quando la prima non è rettilinea, vi sono dei notevoli parallelismi; in entrambi i casi però si notano talora leggeri sfasamenti tra barra e barra, e tra barra interna e sand waves: tali sfasamenti obbediscono generalmente alla regola secondo cui l'elemento morfologico più esterno sopravanza quello interno secondo il verso del trasporto litoranee prevalente. Anche le deviazioni rispetto alla normale alla linea di riva dei tratti di giunzione tra due festoni sono rivolte nel senso del trasporto prevalente per cui l'osservazione delle barre a festoni può fornire precise indicazioni sul drift.

Lavoro eseguito con il Contratto C.N.R. n. 6/76.00738.85/115.0292 nell'ambito del Progetto Finalizzato «Conservazione Suolo», Subprogetto «Dinamica Litorali».

BIBLIOGRAFIA

Aiello E. et all. 1976. Il trasporto litoranee lungo la costa toscana tra la foce del Fiume Magra ed i Monti dell'Uccellina. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94: 1519-1571.

Cocco E. 1976. Forme costiere ritmiche «sand waves» lungo il litorale Alto Ionico (Golfo di Tarante). *Boll. Soc. Geol. It.*, 94: 861-869.

Gandolfi G. e L. Paganelli. 1975. Il litorale pisano-versiliese (Area Campione Alto Tirreno). Composizione, provenienza e dispersione delle sabbie. *Boll. Soc. Geol. It.*, 94: 1273-1295.

Komar P. 1971. Nearshore circulation and the formation of giant cusps. *Geol. Soc. America Bull.*, 82: 2643-2650.

Sonu C.J. 1972. Field observation of nearshore circulation and meandering currents. *Geophys. Res.*, 77; 3232-3247.

PICONE R, N. DELLA CROCE, M.P. BASSO*

ECOLOGIA E BIOLOGIA DEI PORTI DEL MAR LIGURE E ALTO TIRRENO. 7. POPOLAMENTO ZOOPLANCTONICO (LUGLIO 1972)

Le acque portuali si differenziano nettamente da quelle della fascia neritica a causa del loro -parziale isolamento e dei reflui di varia natura che in esse vengono scaricati. Questa situazione ha determinato nel tempo il formarsi di un nuovo biotopo nel quale hanno trovato sede elettiva specifiche comunità portuali.

La presente ricerca, a carattere stagionale, tende a caratterizzare le acque di un porto in base a sue caratteristiche fisiche e chimiche, alla struttura qualitativa e alla densità del popolamento zooplanctonico. Questo al fine di accertare l'esistenza o meno di gradienti di affinità nella diversità tipica di ogni ambiente portuale.

METODICHE

I prelievi e le osservazioni furono effettuati per mezzo della N./O. «Marsili», in estate (tra il 24 ed il 27 luglio 1972), nei porti di San Remo, Porto Maurizio, Oneglia, Savona, Genova, Rapallo, La Spezia, Carrara, Viareggio e Livorno. Il numero di stazioni di cia-scun porto venne stabilito in relazione alla morfologia dei bacini e alla loro estensione (fig, 1).

II plancton è stato campionato alle quote standard di 0, 5, 10 e 15 m per mezzo di bottiglia a chiusura mediante messaggero da 10,5 1 e successivo filtraggio su garza di seta n 14 (apertura maglie 0,092

*Cattedra di Idrobiologia e Pescicoltura - Università di Genova.

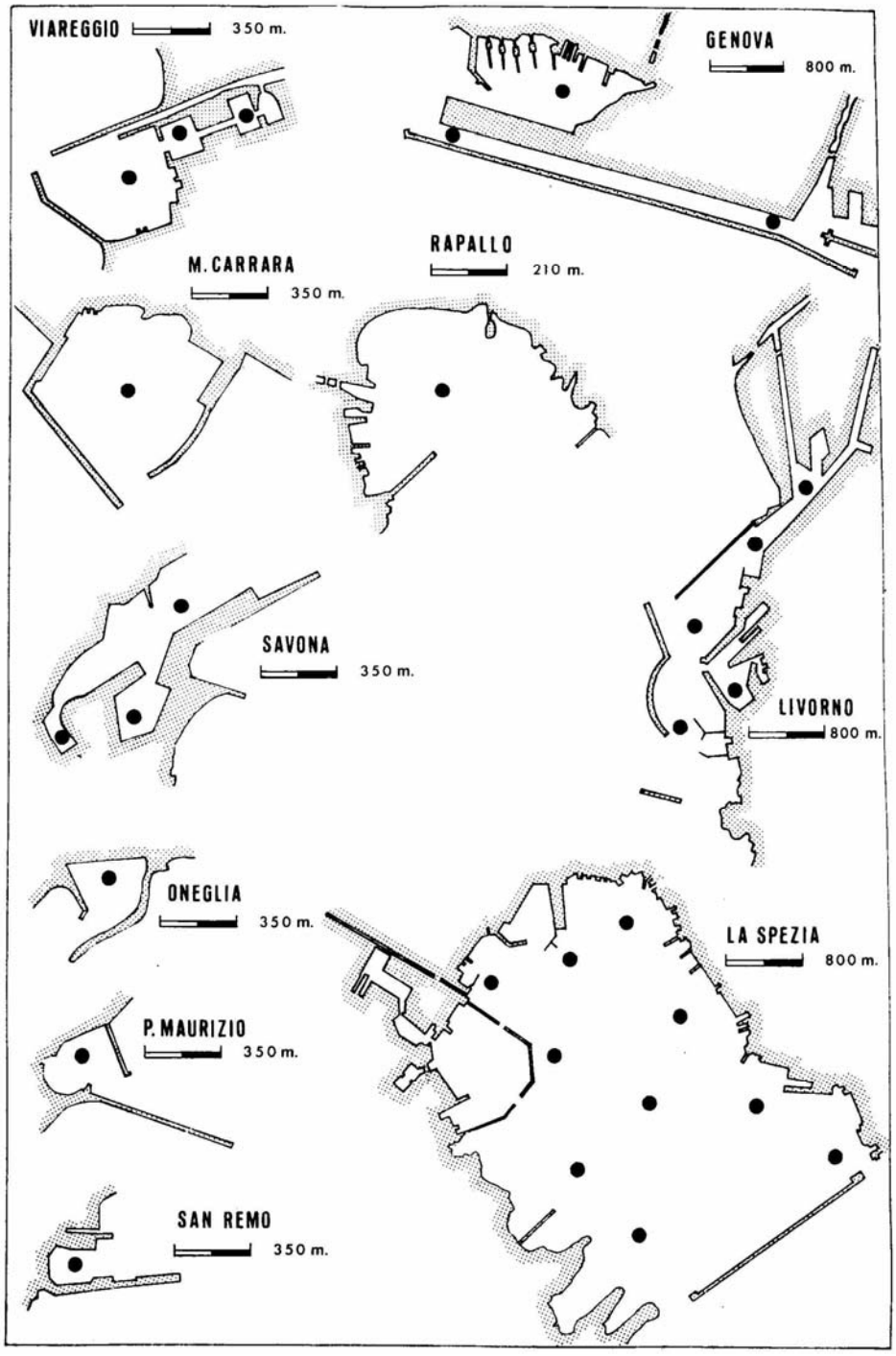


FIG. 1 - Porti liguri e toscani: stazioni di campionamento. A Genova l'area portuale campionata è situata a ponente della foce del torrente Polcevera.

mm), e ancora su una colonna standard di m 20 per mezzo di ripetute pescate con retino tipo Nansen (diametro cm 20) in garza di seta n 3 (apertura maglie 0,333 mm). Tutti gli organismi presenti nei 101 campioni raccolti e fissati in formalina al 4 % sono stati esaminati.

La temperatura e la salinità vennero misurate ogni metro, dalla superficie al fondo, per mezzo di un salinometro Beckman R S 5 - 3 a lettura diretta. La determinazione dell' O_2 mediante il metodo Winkler, modificato da Strickland e Parsons, è stata effettuata su campioni prelevati con bottiglia a rovesciamento alle stesse quote di raccolta dei campioni planctonici con bottiglia a chiusura. La trasparenza è stata misurata con il disco di Secchi.

CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Le osservazioni sono state condotte in un periodo di tempo assai breve e costituiscono un' «istantanea» della situazione ambientale dei singoli bacini in uno stesso momento stagionale (Tab. 1).

TAB. 1. - Caratteristiche dei porti e dati idrologici rilevati tra il 24 e il 27-7-1972.

PORTI	Superf.	Prof.	No.	Temp.	Sal.	Ossigeno		Disco Secchi
	kmq	m	Staz.	°C	‰	ml/l	%	m
San Remo	0,07	8	1	25,0	37,9	5,3	114,0	3,4
Porto Maurizio	0,08	9	1	24,3	37,8	5,5	117,2	2,5
Oneglia	0,10	10	1	24,0	37,5	4,9	104,5	1,2
Savona*	0,41	10	3	23,1	37,6	4,2	87,3	3,0
Genova*	2,18	19	3	23,5	37,5	4,7	97,6	2,6
Rapallo	0,24	5	1	24,7	37,7	4,9	104,3	3,0
La Spezia*	12,53	13,5	9	21,8	37,5	5,3	109,1	2,5
Carrara	0,49	10	1	21,9	37,7	5,6	113,9	3,0
Viareggio*	0,27	8	3	23,0	36,7	2,5	51,8	1,5
Livorno*	1,86	12	5	22,1	37,0	4,9	100,7	1,5

* I valori di temperatura, salinità e ossigeno rappresentano la media tra i dati ottenuti alle quote di campionamento delle diverse stazioni. Il valore di trasparenza è la media tra quelli rilevati nelle singole stazioni.

Dal punto di vista termico, si osserva che tra i porti di minore profondità situati agli estremi dell'arco costiero ligure-toscano quelli ubicati a ponente (San Remo, Porto Maurizio e Oneglia) presentano una temperatura media maggiore di quelli a levante (Carrara e Viareggio}, mentre nel porto di Genova - nonostante la maggiore pro-

fondità - la temperatura media della colonna d'acqua risulta piuttosto elevata.

La difficoltà di interpretare i dati non esclude tuttavia di osservare che le basse temperature riscontrate a Viareggio e Livorno possono essere attribuite, almeno in parte, a sensibili apporti di acqua dolce. Infatti, i valori assai bassi di salinità riscontrati in altri bacini portuali non influiscono sul corrispondente valore medio come a Viareggio e Livorno, dove la salinità è risultata compresa rispettivamente tra 35,4 - 37,4 ‰ e 36,2 - 37,5 ‰.

In questo momento stagionale i valori dell'ossigeno disciolto permettono di distinguere acque marcatamente insature a Viareggio e in diverso grado a Genova e Savona, e acque soprassature in tutti gli altri porti.

I modesti valori di trasparenza riscontrati nei singoli bacini - nonostante le loro specifiche differenze - indicano come essi siano tutti caratterizzati da un marcato assorbimento della luce tra la superficie e 3 m di profondità.

Da questo primo esame risulta che il porto di Viareggio presenta aspetti chimici e fisici a sé stanti; dal quadro generale si allontanano inoltre Livorno per la salinità, Carrara e La Spezia per la componente termica e Savona per la disponibilità di ossigeno.

ASPETTI QUALITATIVI E QUANTITATIVI DEL POPOLAMENTO ZOOPLANCTONICO

Dall'esame dei campioni raccolti con rete e bottiglia si è osservato che in questo momento stagionale le componenti di base del popolamento a Copepodi appaiono essere i generi *Acartia*, *Oithona*, *Centropages*, *Euterpina* e gli Arpacticoidi.

II genere *Acartia* è presente in diversi bacini: *A.clausi* è segnalata nei porti della riviera di levante e del litorale toscano a partire da quello di Genova; similare distribuzione si riscontra per *A.teclae* ([1]) a partire da quello di Savona, mentre *A.latisetosa* manca solo a Porto Maurizio, Savona e Qneglia; per contro *A.discaudata* var. *mediterranea* limita la sua presenza a Viareggio.

([1]) Questa nuova specie è stata descritta da J.M. Bradford in: «Partial revision of the *Acartia* subgenus *Acartiura* (Copepoda, Calanoida, Acartidae) *N.Z.J. Mar & Freshwater Res.* 10(1), 159-202, 1976.

Il genere *Oithona* è rappresentato da *O.nana* in tutti i porti, fatta eccezione per Carrara; *O.helgolandica* limita la sua presenza a Porto Maurizio ed Oneglia, mentre *O.plumifera*, raccolta a Viareggio e Livorno, risulta esclusiva del settore sud-orientale dell'arco ligure-toscano.

Sempre a tale settore (Livorno, Viareggio, La Spezia) è limitata la raccolta di *Centropages typicus* e *C.krőyeri*, sebbene forme giovanili di *Centropages* siano state raccolte di massima in tutti i bacini.

Euterpina acutifrons, unica specie del genere, è assente soltanto nel porto di Carrara.

Altre forme, quali *Corycella rostrata*, *Microsetella rosea* (segnalate a Genova, Savona, Oneglia e Porto Maurizio), *Mecynocera clausi*, *Oithona plumifera*, *Calocalanus styliremis* e le Pontellidae (ritrovate a La Spezia, Livorno e Porto Maurizio) suggeriscono apporti di acque esterne in un momento stagionale tipicamente di stagnazione per i bacini portuali.

Il carico medio dello zooplancton, espresso in numero di organismi per me, varia notevolmente nei diversi bacini:

San Remo	$33,4 \times 10^3$	Rapallo	$22,0 \times 10^3$
Porto Maurizio	25,1	La Spezia	9,6
Oneglia	77,7	Carrara	12,0
Savona	14,9	Viareggio	18,1
Genova	8,2	Livorno	17,6

In questo momento stagionale, la componente a Copepodi costituisce il 71-96 % in tutti i porti, fatta eccezione per Viareggio, Genova e Savona (rispettivamente 52 %, 61 %, 67 %}, dove questi planctonti tendono ad essere sostituiti soprattutto dalle larve dei Cirripedi a Viareggio e da quelle dei Policheti a Genova e Savona. In media, i Copepodi costituiscono il 77 % e gli altri organismi il 23 96.

Il carico della componente a Copepodi appare dominato da *Oithona*:

San Remo	$22,8 \times 10^3$	Rapallo	$7,4 \times 10^3$
Porto Maurizio	13,0	La Spezia	1,9
Oneglia	20,7	Carrara	4,4
Savona	1,5	Viareggio	1,6
Genova	1,0	Livorno	2,7

Alla struttura di tale componente partecipano, oltre ad *Oithona* (12 %), *Euterpina* (8 %) ed *Acartia* (6 %}. Il contributo degli Arpacticoidi risulta pari all' 11 %. È da osservare che *Euterpina* prevale quantitativamente su *Acartia* solamente a Porto Maurizio, Oneglia, San Remo e Rapallo dove si sono osservate le più elevate densità di zooplancton contrassegnate tuttavia dalla più scarsa ricchezza qualitativa.

In questo momento stagionale, le altre componenti che caratterizzano quantitativamente lo zooplancton dell'ambito portuale risultano essere le larve di Molluschi, di Cirripedi, di Policheti, le Appendicolarie, ed ancora larve di Crostacei Decapodi e Cladoceri.

Nel suo insieme il popolamento zooplanctonico risulta qualitativamente più ricco, nell'ordine, nei porti di Livorno, Genova, La Spezia, Savona e Viareggio; negli altri porti la ricchezza qualitativa non supera il 56 % .di quella riscontrata a Livorno.

Le densità di popolamento calcolate per le diverse aree portuali non evidenziano, a livello di osservazioni di un singolo momento stagionale, differenze che possano in qualche modo essere poste in relazione alle condizioni ambientali.

Infatti la densità di popolamento a Viareggio, che presenta aspetti chimici e fisici a sé stanti, risulta inferiore solo alle più elevate densità osservate a San Remo, Porto Maurizio e Oneglia. In questi porti tali densità si accompagnano a condizioni ambientali piuttosto simili. D'altra parte Genova e La Spezia, con minime densità di popolamento, non presentano condizioni ambientali né particolarmente simili tra loro, né riconducigli a quelle atipiche di Viareggio.

Contributo del «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova». Contratto di Ricerca C.N.R. n. 40/73.01117/115.907.

IGNAZIO DAGNINO*

ON THE TRANSPORT OF SEDIMENTS ALONG THE WESTERN BORDER OF THE LIGURIAN SEA

INTRODUCTION

At it is well known, the alluvions of rivers between Genoa and Cogoleto are rich of magnetite and, although in less proportion, of ilmenite: such minerals arise from the ofiolites of «Gruppo di Voltri» ([1]).

The magnetic susceptibility of the shore and sea bottom samples is determined by the percentage content of these minerals. The mean susceptibility K of the alluvions of rivers between Genova-Voltri and Cogoleto is high:

$$K = 1850 \times 10^{-6} \quad \text{c.g.s.e.m.}$$

The samples on the shore and the sediment samples of the Gulf of Arenzano taken between the isobath O and 30 ni, bave the mean susceptibility:

$$K = 1653 \times 10^{-6} \quad \text{c.g.s.e.m.}$$

The latter value was derived from 1028 samples of sediment, taken during the summer, from 1968 to 1971 ([2,3,4]).

The mean value of susceptibility of samples during each summer was almost Constant and dose to the global mean: this shows that there is a stationary regime, with a balance between the contribution from rivers and the lateral transport as well the offshore one, by the wave motions and the coastal currents.

* Cattedra di Oceanografia fisica, Facoltà di Scienze dell'Università, via Balbi 30-23, Genova (Italy).

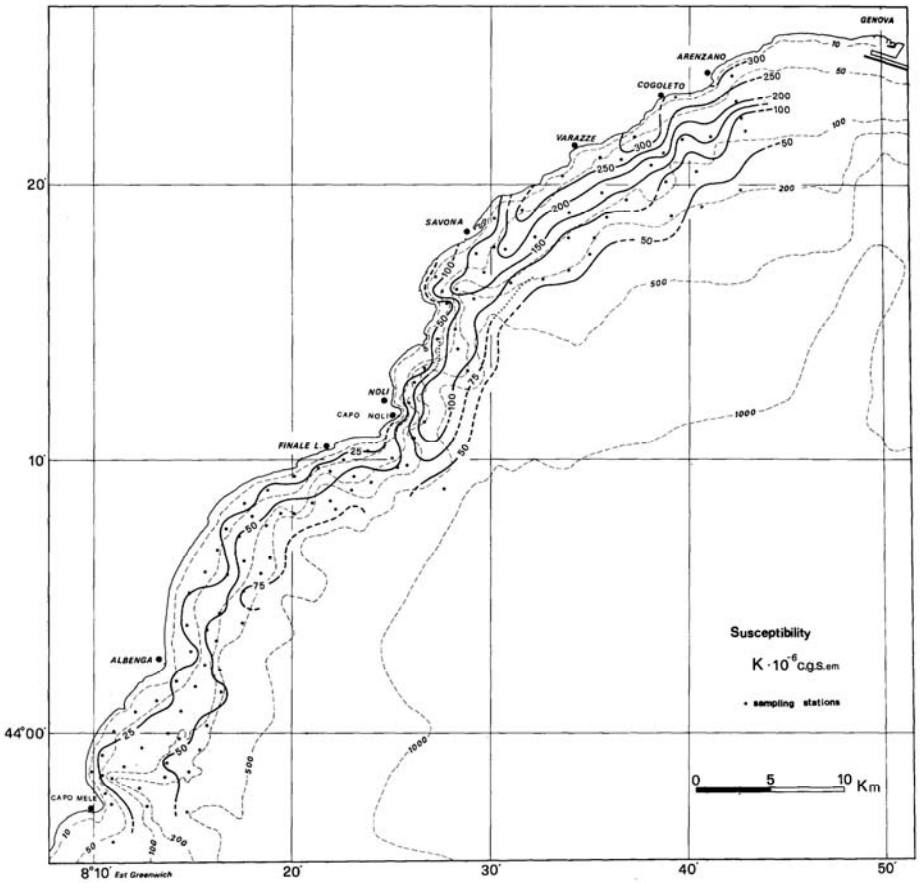


FIG. 1 - Isoplets representation of magnetic susceptibility of sediments along the western border of the Ligurian Sea.

The susceptibility of sediments quickly decreases, from the shore towards offshore and westwards.

In the Gulf of Arenzano there is:

$K = 3500 \times 10^{-6}$ c.g.s.e.m. on the shore;

$K = 300 \times 10^{-6}$ c.g.s.e.m. at the depth of 30 m. and on the shore of Noli the susceptibility is zero.

This paper deals with the findings of the analysis made on 113 samples taken at a depth between 10 and 200 m, on the coast bet-

ween Genova-Voltri and Capo Mele, during two cruises made in 1975 by the «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova» (G.R.O. - G.).

RESULTS

The analyses, made with the same technique as described m ([2]), lead to the data reported in fig. 1.

It appears that the sisceptibtlity is maximum near Arenzano and Varazze and decreases westwards. At the Capo Noli the susceptibility increases with increasing depth: afterwards it decreases again. The same behaviour appears offshore of Final Marina.

The maximum concentration of the susceptive materials occurs on a coastal band, whose axis is directed offshore at west, because of a component of the global transport of sediments directed westwards and of a component of reduced intensity, directed offshore.

The adopted procedure is useful, because of the quickness of the analysis, if the sources of susceptive materials are localized within a narrow area capable to determine local strong concentrations.

AKNOVLEDGEMENT Thanks are particulary due to Prof. Giuliano Ferro (Cattedra di Sedimentologia - Università di Genova, Istituto di Geologia) and Coworkers for their help in collecting sediments samples

Contribution of the «Gruppo Ricerca Oceanologica - Genova». C.N.R. research contract 73.01117.22.22/115.0907.

REFERENCES

([1]) Rovereto G. 1939. Liguria geologica. *Mem. Soc. Geol. It.*, 2.

([2]) Bossolasco M., I. Dagnino, A. Elena e C. Palau. 1969. Variazioni delle spiagge e sedimentazione di materiali ferromagnetici. *Geofis. Meteor.*, 18: 107-120.

([3]) Bossolasco M., I. Dagnino e C. Palau. 1971. Variazione delle spiagge e sedimentazione di materiali ferromagnetici: II. *Geofis. Meteor*., 20: 89-100.

([4]) Bossolasco M., I. Bagnino, C. Palau e E. Bozzo. 1972. Variazioni delle spiagge e sedimentazione di materiali ferromagnetici: III. *Geofis. Meteor*., 21: 139-163.

DAVIDE BREGANT*

IL PROF. MARIO PICOTTI 1887-1976

Parlare del Prof. Mario Picotti significa un pò fare la storia della talassografia italiana dell'ultimo cinquantennio.

Difatti egli ne fu partecipe e protagonista nei momenti di maggiore attività, vigile e pronto in quelli di pausa e di riflessione.

Nato a Trieste nel 1887, compì gli studi superiori di chimica prima a Graz, poi a Vienna; si laureò quindi a Roma nel 1919.

Un comando all'Università di Roma gli diede l'occasione di partecipare, nel 1922, alla Crociera talassografica della nave Marsigli nello stretto di Messina assieme ai professori Vercelli e Sanzo.

La crociera significava la ripresa dell'attività in mare del R. Comitato Talassografico Italiano dopo la la guerra mondiale, ed avrebbe rappresentato anche il primo di una serie di validissimi contributi, che la talassografia italiana portava alla ricerca oceanografica.

Per il prof. Picotti era l'inizio della carriera di studioso del mare. Difatti, poco dopo, vince il concorso per chimico del R. Comitato Talassografico Italiano e viene assegnato all'allora R. Istituto Geofisico di Trieste, oggi Istituto Sperimentale Talassografico, diretto a quel tempo dal prof. Vercelli.

Viene così a far parte di quella, ancor non numerosa, schiera di studiosi abiologici, che in Italia si occupano del mare.

Partecipa a quasi tutte le campagne allora organizzate con le navi della Marina Militare: quelle famose nel Mar Rosso, nel Mare Adriatico, infine nell'Oceano Indiano, curando sempre le misure chimiche.

Si interessa delle ricerche nelle lagune Venete e dei problemi della pesca.

*Istituto Sperimentale Talassografico, Trieste.

Nel 1929 consegue la libera docenza in chimica Talassografica.

La seconda guerra mondiale produce una stasi nel campo della ricerca e, dopo l' 8 settembre, la particolare situazione di Trieste rende tutto ancor più difficile, Un bombardamento distrugge l'Istituto Talassografico ed il prof. Picotti volge le sue energie ed il suo spirito di iniziativa all'Università di Trieste organizzando, per la neo Facoltà di Ingegneria, l'insegnamento della chimica.

Lo stesso farà, terminata la guerra, a favore dell'Istituto di Chimica della neo Facoltà di Scienze, del quale, per un certo periodo, sarà il Direttore.

Partecipa attivamente alla ricostruzione del Talassografico e, alla scomparsa del prof. Vercelli nel 1952, ne diventa Direttore.

Attento osservatore dei progressi nel campo oceanografico, con tenacia e sensibilità, vincendo le croniche mancanze di mezzi, si prepara ad affrontare nuovamente le ricerche in mare.

Nel 1955, come sempre con una nave della Marina Militare, organizza, assieme al prof. D'Ancona, una crociera internazionale nel Mare Adriatico alla quale prendono parte i proff. Kullenberg e Jerlov dell'Istituto Oceanografico di Gòteborg. In questa occasione viene usato, per la prima volta in mare italiano, un carotatore a pistone.

Due anni dopo, durante l'Anno Geofisico Internazionale, il prof. Picotti dirige le crociere del Basso Tirreno e del Canale di Sicilia, nel quadro del programma formulato dalla Commissione Italiana per l'Oceanografia del C.N.R.

Seguono poi le crociere nello Jonio e, ultima, quella a Capo Matapan con la nave idrografica Staffetta.

Accanto a questa notevole attività di campagna, costante è la produzione scientifica sua e dei collaboratori, ai quali è di aiuto e sprone, su metodologie di chimica oceanografica, determinazione di oligoelementi, problemi di idrologia e di limnologia, illustrazione dei risultati raggiunti nelle varie crociere.

Inoltre Egli ha profuso la Sua esperienza ed il suo autorevole apporto in numerose Commissioni e Congressi sia nazionali che internazionali. Ha ricoperto molti incarichi presso vari Ministeri, al C.N.R., al Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer ed al C.I.E.S.M. del quale è stato Vice Presidente.

Nel 1962, al raggiungimento del 75° anno di età viene posto in quiescenza, ma non per questo abbandona la sua attività. Continua

instancabile a svolgere incarichi per conto del C.N.R., a stimolare ed indirizzare a nuove ricerche quelli che ricorrono ai suoi consigli, ad arricchire la sua produzione scientifica che ha già raggiunto più di cento titoli.

Questi sono la dimostrazione dei suoi molteplici interessi e della sua profonda conoscenza, non solo nel campo dell'Oceanografia chimica e fisica, ma anche della geofisica, della limnologia, della pesca, dell'inquinamento, della storia oceanografica soprattutto mediterranea.

L'ultimo suo lavoro è intitolato: «Cinque Crociere Talassogra-fiche nel Basso Tirreno e nel Canale di Sicilia con le corvette della Marina Militare Pomona, Urania e Sibilla» nel quale vengono presentati i risultati e le considerazioni delle ricerche da lui svolte durante r A.G.I.

Questo fu il prof. Picotti, signore nell'aspetto e nei modi, studioso appassionato e ricco di interessi, entusiasta in ogni iniziativa e prodigo di consigli, frutto della sua lunga esperienza e della profonda conoscenza del mare.

ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI DEL PROF. MARIO PICOTTI

1911 - I polipeptidi. Parte I. *Annuario* 1910-11. Civica Scuola Tecnica Superiore all'Acquedotto di Trieste: 3-59.

1912 - I polipeptidi. Parte II *Annuario* 1911-12. Ginnasio Superiore Comunale di Trieste: 3-89.

1917 - La produzione italiana del catrame di carbon fossile. *Industria del Gas e degli Acquedotti*, VI: n. 3.

1920 - Il confine orientale d'Italia dalle Alpi Carniche al Mare. *Alpi Giulie*, XXII: 1-16.

1921 - Della magnetite contenuta in alcune sabbie marine e lacustri d'Italia, d'origine vulcanica. *Atti Soc. Ital. Progr, Sc.*; XI: 214-233.

1923 - L'industria dei cementi nella Venezia Giulia. *Giorn. Chim. Ind. Appl.* maggio 1923.

1923 - L'inversione di Walden nei composti otticamente attivi. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XXVIII: 181-190.

1923 - Sulla raccolta dei campioni d'acqua per l'analisi dei gas disciolti. *Riv. Marit.*, LVI (10): 25-32.

1925 - La clorometria dell'acqua nelle indagini talassografiche. *R. Com. Tal. Memoria* CX: 1-34.

1926 - I risultati delle ricerche fisico-chimiche compiute nelle crociere della R.N. «Marsigli» nello stretto di Messina. Nota I: II regime termico e salino delle acque. *Rend. R. Acc. Lincei. Classe Se. fis. mal. nat.* III: 686-691.
1926 - I risultati delle ricerche fisico-chimiche compiute nelle crociere della R.N. «Marsigli» nello stretto di Messina. Nota II: La distribuzione dell'ossigeno disciolto e delle concentrazioni idrogenioniche delle acque. *Rend. R. Acc. Lincei. Classe Se. fis. mat. nat.*, IV: 282-285.
1926 - II regime fisico delle acque nello stretto di Messina. *Atti II Congr. Naz. Chim. pura e appl*. Palermo: 1221-1231.
Vercelli F. e M. Picotti. 1926. Crociere per lo studio dei fenomeni nello stretto di Messina. Parte II. Il regime fisico-chimico delle acque nello stretto di Messina. *Comm. Inter. Medit*.: 1-161.
1927 - Campagna Idrografica nel Mar Rosso della R.N. Amm. Magnaghi 1923-24. Ricerche di Oceanografia chimica. Parte I. *Ann. Idr*., X, Ibis: 147.
1929 - Crociera di pesca per lo studio del fondo marino. Carta del Golfo di Trieste e della costa occidentale istriana. *Pubbl. Min. Econ. Naz.*
1929 - Salinità, densità dell'acqua marina e metodi di determinazione. *Boll. Comm. Naz. Geod. e Geo*.: 1-11.
1929 - Salinità, densità dell'acqua marina e metodi di determinazione. *Atti Congr. Inter. Ocean. Hidr. mar. cont.* Sevilla.
Picotti M. e G. Galimberti. 1929. Relazione sui rilevamenti talassografici eseguiti nelle valli da pesca della Laguna Veneta e del Polesine nella decorsa stagione invernale. *Boll. pesca Piscioc Idriobiol.*, V: 605-630.
1931 - Caratteristiche termoaline dell'Alto Adriatico ed alcune osservazioni talassografiche della Laguna di Venezia. *Boll. Soc. Adr. Se. Nat.*, XXX: 29-43.
1931 - Primo rapporto di Chimica Talassografica. *Rapp. P.V. C.I.E.SM.*, VI: 79-100.
1932 - Indice di rifrazione e salinità delle acque marine. *Ric. Scient.*, III: 502-504.
1932 - Costituzione del consorzio per la tutela della pesca nella Venezia Giulia. Trieste.
1932 - L'alto Adriatico nelle recenti indagini talassografiche. *Atti Soc. Ital. Prog. Sc.*, II: 293-296.
1932 - Radioattività delle acque artesiane lagunari venete. *Giorn. chim. ind. Appl.*, XIV (5): 255.
1932 - Alcuni aspetti di chimica 'talassografica in rapporto alle recenti ricerche nell'alto Adriatico. *Giorn. chim. ind. Appl*., XIV (5): 255.
1933 - Carlo Marchesetti. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat*. XXX: LXXXIX-XC.

1933 - Indice di rifrazione e salinità dell'acqua marina. *Atti Soc. Ital. Prog. Sc.*, X, vol. II.
1933 - Identificazione radioattiva della sorgente sulfureo-termale di S. Stefano d'Istria. *Boll. Soc. Biol. Sperim.*
1934 - Neochimica dell'idrogeno e dell'acqua pesante. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XXXII: XXIII-XXV.
1934 - Commemorazione di Giorgio Vortmann. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XXXI: XCI.
1934 - Commemorazione prof. Giulio Morpurgo. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XXXI: LXVIII-LXX.
Magrini G., M. Picotti e P. Revelli. 1934. Partecipazione italiana alla mostra internazionale oceanografica di Siviglia. Genova. S.I.A.G.
1935 - Refrattometria dell'acqua marina e tavole per la misura della salinità. *R. Com. Tal. Ital. Memoria* CCXXI: 1-31.
1935 - Alcuni aspetti ittici dell'Alto Adriatico. *Congr. Naz. Ind. Pesca*. Trieste.
1935 - II regime termico delle acque della laguna veneta. *Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti*, XCIV, Parte II: 85-103.
1935 - Development et approximation de la refractometrie de l'eau de mer. *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.*, IX: 31-38.
1936 - Analisi chimico-fisica e radioattività detta sorgente di S. Stefano d'Istria. *Pubbl. dello Stabilimento*. Trieste, 13-14.
1936 - II regime alino nelle acque lagunari venete. Nota II. *Atti R. Ist. Ven. Sc. Leu. Arti*, XCV, Parte II: 237-249.
1937 - I fattori chimici essenziali «al minimo» determinanti per lo sviluppo e la capacità biologica marina ed il loro controllo immediato. *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.*, X: 87-94.
1937 - Necessità industriali e difesa del patrimonio ittico. *Atti Conv. Pesca*. Brescia.
1937 - Limiti di resistenza termoalina per alcune specie ittiche vallive. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol*, XIII: 144-164.
1937 - Commemorazione di F. Trost. *Chim. Ind.*, XIV (12): 719.
1938 - Densimetria delle acque lagunari venete. *Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti*. CXVII, Parte II: 351-355.
1938 - L'industria di Larderello. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XXXVI: 179-186.
1938 - Le vicende dell'acqua nella vita di una laguna. *Atti XII Cong. Geogr. Ital:* 1-11.
1938 - II Mare, grande vivificatore della Laguna. *Atti XXVI Riun. Soc. Ital. Prog. Sc.*: 1-7.
1939 - Ossigenazione e alcalinità delle acque lagunari venete. IV Nota. *Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti*, XCVIII Parte II: 55-67.

1939 - Nicola Parravano: Commemorazione. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XXXVII: XXV-XXVIII.
1940 - Anamnesi idrologica isontina. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XXXVII: LXXXIV-LXXXVII.
1940 - L'aria sciolta nell'acqua marina. *Scientia*, XXXIV, 139-145.
1941 - Unità di misura della chimica talassografica. (Memoria CCLXXXVI) *Arch. Oceanogr. Limnol.*, I: 5-15.
1941 - Composizione chimica dell'acqua marina, desunta dalla concentrazione dei costituenti predominanti. (Memoria CCLXXXVII), *Arch. Oceanol. Limnol.*, I: 89-102.
1942 - Le acque di rifiuto degli zuccherifici e distillerie da barbabietole. *La Pesca Italiana*, III (3): 1-4.
Picotti M. e G. Baldassi. 1942. Mikroanalyse des Kupfers und scine Bestimmung in einigen Gewassern und Wassertieren der Venezia Giulia. *Mikrochim. Acta*., XXX: 77-110.
1942 - Sul problema della nave talassografica. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, II: 215-217.
Picotti M. e A. Vatova. 1942. Osservazioni fisiche e chimiche periodiche nell'Alto Adriatico (1920-1938) *Thalassia*, V: 1-157.
1943 - Alcune caratteristiche fisico-chimiche di acque sorgive della Marmolada e del Lago di Fedaia. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat*., XL: 3-11.
1947 - L'ambiente geofisico lagunare. *Atti Conv. Pesca Adriatico*. Venezia, Chioggia.
1949 - Contributo allo studio dello smaltimento delle acque metanifere. *Il Metano*, (II): 21-23.
1952 - «II mare, i laghi, i ghiacciai» di F. Vercelli. *Scientia*, LXXXVII, serie VI: 188-190.
1953 - Francesco Vercelli. *Ric. Scient.*, XXIII: 277-282.
1954 - Origini, sviluppo e pubblicazioni (dal n. 1-300) dell'Istituto Talassografico di Trieste (1841-1953). *Pubbl. n. 301 Ist. Sper. Tal.* Trieste, 1-23.
1954 - Commemorazione del prof. Giovanni Baldassi. *Chim. e Ind*., XXXV: 663.
1954 - Consideration sur la possibilitè d'un accroissement de la productivitè ichtyologique de la mer Mediterranee. *Cons. gen. d. Pech. Medit. F.A.O., Debats et doc. Tecn.* n. 2: 319-322.
1954 - Physicalisch-chemische Verhaltnisse in der Nord-Adria langs des 45° Breitenkreis. *Arch. Meteor. Geoph. Bioklim*. Serie A, 7: 466-476.
1955 - II triennio 1952-1954 dell'Istituto Talassografico «F. Vercelli» di Trieste. *A.I.O.P. Proc. Ver*. n. 6: 170-172.

1955 - Sezione mareografica del Centro Studi Talassografici del C.N.R, presso l'Istituto Talassografico «F. Vercelli» di Trieste. *A.I.O.P Proc. Ver*. n. 6: 173-175.

1955 - Unità di misura nelle ricerche chimico-fisiche talassografiche. *A.I.O.P. Proc. Ver.* n. 6: 288-289.

Picotti M. e S. Polli. 1955. Annuario 1954. Pubbl. n. 316, *Ist. Sper. Tal.* Trieste: 1-65.

1955 - La temperatura del mare a Trieste durante il periodo 1948-1954. Pubbl. n. 317, *Ist. Sper. Tal.*, Trieste: 1-7.

1955 - Unità di misura nella chimica talassografica. *Arch. Oceanol. Limnol*., X: 201-215.

1956 - Ricerche spettrofotometriche e spettrografiche sul rame e vanadio biologico e delle acque. *Metallurgia Italiana*, suppl. n. 1.

Picotti M. e S. Polli. 1956. Annuario 1955. Pubbl. n. 330, *Ist. Sper. Tal*., Trieste: 1-80.

1956 - Les elements olygodinamiques marines en relations avec la cuivre. *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.*, XIII: 181-184.

D'Ancona U. e M. Picotti. 1957. Croisiere oceanographique dans la mer Adriatique. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, XLVIII: 102-106.

1957 - XLIV riunione del Conseil Permanent International pour l'Exploration de la mer (Copenhagen 1-9 ottobre 1956) *Ric. Scient.*, XXVII: 509-513.

1957 - XV Assemblea plenaria della Commissione internazionale per la esplorazione scientifica sul mare Mediterraneo (Istanbul 12-15 settembre 1956). *Ric. Scient*., XXVII: 514-518.

Picotti M. e S. Polli. 1957. Annuario 1956. Pubbl. n. 340 *Ist. Sper. Tal.* Trieste: 1-87.

1957 - Relazione sull'attività dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste per l'anno 1957. *Boll. Pesca Pisc, idrobiol.*, XII, n.s.: 121-123.

1957 - Lo sviluppo dell'oceanografia ed il suo progresso nell'ultimo cinquantennio. *Scientia*, LI: 1-10,

1957 - Moderni metodi e ricerche di chimica nel mare. *Atti VII Convegno A.G.I.*: 45-47.

1957 - Primi risultati delle crociere talassografiche 1955 e 1957 nell'Adriatico. *Atti VII Convegno A.G.I.*: 49-51.

1957 - Ricerche nel lago d'Orta. *Boll. Pesca Pisc. idrobiol.* XII, n.s.: 126-158.

Picotti M. .e C. Maldura. 1958. La XLV Riunione del Consiglio Permanente per l'Esplorazione del mare. (Bergen, 30 settembre - 8 ottobre 1957) *Ric. Scient.*, XXVIII: 863-872.

Malle B., M. Picotti e S. Polli. 1958. Annuario 1957. I Semestre. Pubbl. n. 346, *Ist. Sper. Tal.* Trieste: 1-51.

D'Ancona U. e M. Picotti. 1958. Crociera talassografica Adriatica 1955. I Relazione Generale. *Arch. Qceanogr. Limnol.*, XI: 211-225.

1958 - Noveaux types de bouteilles a eau en vene et leur emploi en oceanographie, en limnologie et en bacteriologie. *J.d. Cons.*, XXIV: 3-9.

1958 - Relazione sull'attività svolta dall'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste durante l'anno 1958. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.* XIII, n.s.: 9-11.

Aliverti G,, A. De Maio e M. Picotti. 1959. Sulla evaporazione annua dal Tirreno Meridionale. C.N.R., *Comm. Ital. A.G.I.*, 1957-1958, 1-6.

1960 - Crociera talassografica adriatica 1955. Ili Tabelle delle osservazioni fisiche, chimiche, biologiche e psammografiche. *Arch. Qceanogr. Limnol.*, XI: 371-377.

Meng-Chierego N. e M. Picotti. 1960. Crociera talassografica adriatica 1955. IV La distribuzione del rame nelle acque dell'Adriatico. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, XI: 421-424.

Maldura C. e M. Picotti. 1960. XLVI riunione del Consiglio Internazionale per l'Esplorazione del mare (Copenhagen, 29 settembre - 4 ottobre 1958) *Ric. Scient.*, XXX: 611-618.

1960 - Espansione di riversamenti radioattivi in rapporto alla dinamica delle acque del Mediterraneo. *Atti X Convegno A.G.I.*, 19-25.

Mesetti F. et M. Picotti. 1960. Actualitè sur les recherches de thalassographie dans la mer Adriatique. *Boll. Soc. Adr. Sc. Nat.*, LI: 73-77.

1961 - Tradizioni talassografiche della Venezia Giulia. *Atti XVIII Congr. Geogr. Ital.*: 1-16.

1961 - Ricerche Talassografiche nell'Adriatico e nello Jonio 1959-1960. C.N.R. *Comm. Ital. Coop. Geo. Int., Pubbl.* n. 2: 3-12.

1961 - Expansion des dechets radioactifs et dynamique des eaux de la Mediterranee. Rapp. P.V. C.I.E.S.M., XVI: 569-574.

1961 - Caracteristiques de temperature et de salinitè de la Mediterranee Centrale. *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.*, XVI: 577-580.

1962 - Destino fisico degli scambi liberi in mare. In «*Contaminazione radioattiva dei mari*». C.N.E.N.: 7-33.

Canò M. e M. Picotti. 1962. Ricerche batimetriche della Fossa di Capo Matapan e misure idrologiche della stessa fossa, fra Capo Krio e le isole Cerigo, Cerigotto e lungo il parallelo 35° Nord. *Atti XII Convegno A.G.I.:* 125-131.

1962 - Metodica «Ufficiale» per la determinazione della salinità dell'acqua del mare. *Atti XII Convegno A.G.I.*: 133-138.

Picotti M. e N. Chierego-Meng. 1963. Analisi spettrografica del salgemma della miniera di Lungro. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti*, CXXI, Classe sc. mat. nat.,: 209-213.

Canò M. et M. Picotti. 1963. Leve dans la fosse du Gap Matapan. Resultats des mesures hydrologiques executees. *Rapp. P.V. C I.E S.M.*, XVII, 3: 877-878.

1963 - Ouverture de la seance speciale de travail sur la radioactivitè. *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.*, XVII, 3: 937-938.

1963 - La composizione chimica delle precipitazioni atmosferiche di alcune stazioni italiane. *Atti XIII Convegno A.G.I.*: 69-80.

Mosetti F. e M. Picotti, 1963. Contributo in merito alla variabilità delle costanti armoniche di marea (Costanti armoniche del porto di Trieste) *Atti XIII Convegno A.G.I.*: 59-68.

1964 - Alcune caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine. *Acqua industriale*, n. 7.

1964 - Un decennio di controlli delle condizioni fisico-chimiche delle acque del lago d'Orta. 1953-1963. *Boll Pesca Pisc. Idrobiol.* XIX, n.s.: 5-194.

1965 - La crociera idrografico-talassografica di Capo Matapan. Preparazione, programma, strumenti e metodi di lavoro. C.N.R., C.I.C.I.G., Pubbl. 42 Serie I G.C., 7-59.

1965 - Ricerche limnologiche (Lago d'Orta) *Atti XIV Convegno A.G.I.*, 235-239.

Mosetti F. e M. Picotti. 1966. Revisione dei dati di marea per l'alto Adriatico. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti*, CXXXIV, Classe sc. mat. nat., 311-319.

1968 - L'oceanographie mediterraneènne aux XVIII0 et XIX0 siecles. *Bull. Inst. Oceanogr*. Monaco N° special 2 (Congr. Inter. Hist. Oceanogr. 1), 317-326.

Aliverti G., M. Picotti, L. Trotti e A. De Maio, O. Lauretta, M. Moretti. 1968. Atlante del Mare Tirreno. Isoterme ed isoaline dedotti dalle misure eseguite durante le crociere A.G.I. 1957-1958. C.N.R. Roma, Ist. Univ. Nav. Napoli, 5-127.

Picotti M. e F. Mosetti. 1970. Studio preliminare delle sesse del lago d'Orta. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti*, CXXVIII, classe se. mat. nat., 569-575.

Biffi F., M. Picotti e D. Taiana. 1972. Le condizioni chimico fisiche delle acque del lago d'Orta nel periodo dal 1964 al 1970, *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.* XXVII, n.s., 5-42.

1972 - Composizione chimica dell'Idrosfera. Enc. Inter. Cbim., V, 734-742. Ed. Pem.

1972 - Caracteristiques thalassographiques de la Basse Tyrrhenienne et des canaux de Sardaigne et de Sicilie. *Rapp. P.V. C.I.E.S.M.*, XXI, 4, 147-148.

1973 - A.G.I. 1957-1958. Cinque crociere talassografiche nel basso Tirreno e nel Canale di Sicilia con le corvette della Marina Militare Pomona, Urania, e Sibilla. C.N.R., *Comm. Ital. Oceanogr. Serie A*, n. 62, 1-197.

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

dal 1° Gennaio 1975 al 31 Dicembre 1976

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
GENOVA 29 APRILE 1975

Sono presenti alla riunione il Presidente N. DELLA CROCE, i Consiglieri G. BONOMI, A. LONGINELLI, L. TONOLLI, G. MACCHI ed il Segretario I. DAGNINO. Assenti giustificati R. SELLI e B. BATTAGLIA.

L'ordine del giorno è il seguente:

1) Esame della situazione generale dell'Associazione,
2) Preparazione della prossima Assemblea o Congresso.
3) Esame delle domande di iscrizione all'Associazione.
4) Varie ed eventuali.

1) DELLA CROCE riferisce sull'incontro avuto a Bologna il 20 febbraio 1975 con SELLI, Presidente uscente, in merito al futuro dell'Oceanologia e della Limnologia.

Il Consiglio di Presidenza, in accordo col pensiero di SELLI, ritiene per il momento non opportuno promuovere attività alcuna tendente alla formazione di un apposito Comitato C.N.R. o di una Commissione Oceanografica C.N.R,; considera tuttavia necessario intensificare la diffusione di informazioni sulla ricerca marina, allo scopo di realizzare anche in Italia una «politica oceanografica».

MACCHI afferma che è opportuno dare notizie sui problemi scientifici e tecnologici più importanti, facendo presente l'interesse che le ricerche oceanologiche destano in altri paesi; afferma altresì di avere già inoltrato alla stampa comunicazioni di tal natura.

TONOLLI sottolinea che l'A.I.O.L. è aperta anche a studiosi stranieri e che dovrebbe intrattenere rapporti con le Associazioni estere similari.

DAGNINO riferisce di aver ritirato in data 13 marzo 1975 a Bologna una copia dello statuto e del regolamento dell'.A.I.O.L., gli elenchi dei membri attivi, associati e juniores; dei membri approvati al 1° Congresso; degli aspiranti membri; dei membri attivi, associati e juniores in regola (iscrizione + quota + scheda informativa); dei membri attivi, associati e juniores mancanti di iscrizione, quota e scheda; dei membri attivi mancanti di scheda informativa; dei membri attivi mancanti di iscrizione e quota 1974; dei partecipanti al 1° Congresso.

Per la parte amministrativa DAGNINO comunica di aver ritirato un prospetto della situazione contabile al 12-3-1975, ma di non aver ricevuto in consegna la cassa, essendo in corso di stampa il volume degli Atti del 1° Congresso dell'Associazione.

2) La data viene tentativamente fissata per il 31 ottobre 1975 a Genova. DELLA CROCE, considerati il numero e la frequenza dei Congressi cui sono interessati i Soci e la necessità che il 2° Congresso dell'A.I.O.L. abbia luogo su tematiche specifiche e a carattere inter-disciplinare propone che per il 1975 venga indetta solamente l'Assemblea Generale dei Soci; e suggerisce quale tema di discussione l'istituzione di una laurea biennale di specializzazione in Oceanologia e Limnologia, con ammissione selettiva di studenti già in possesso di altro diploma di laurea.

Queste proposte, dopo ampia discussione da parte del Consiglio di Presidenza, che predispone una nuova riunione per il 30 giugno 1975, vengono accettate all'unanimità.

DELLA CROCE ritiene opportuno che tali riunioni abbiano luogo a rotazione presso le sedi dei componenti il Consiglio di Presidenza.

3) DAGNINO da lettura dell'elenco degli aspiranti membri. Dopo ampia discussione, con numerosi interventi, il Consiglio decide alla unanimità di richiedere a Colantoni le domande degli aspiranti membri in modo da rendere possibile una decisione circa la loro ammissione.

4) DELLA CROCE propone di nominare soci onorari i Professori Giuseppina Aliverti, Mario Bossolasco e Mario Picotti. La proposta viene approvata all'unanimità.

DELLA CROCE informa di aver partecipato all'apertura del 1° Corso di aggiornamento in «Ecologia delle acque Interne» diretto dai professori G. Bonomi e L. Tonolli (Pallanza, 7-24 aprile 1975). Il Corso si è tenuto sotto gli auspici del Consiglio Nazionale delle

Ricerche, dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia e dell'Associazione Nazionale Laureati in Scienze Biologiche.

MACCHI chiarisce la posizione dell'Italia in seno all' «International Council for thè Exploration of the Sea».

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
PALLANZA 30 GIUGNO 1975

Sono presenti alla riunione il Presidente N. DELLA CROCE, i Consiglieri B. BATTAGLIA, A. LONGINELLI, L. TONOLLI, R. SELLI ed il Segretario I. DAGNINO. Assente giustificato G. BONOMI.

L'ordine del giorno è il seguente:

1) Preparazione dell'ordine del giorno della prossima Assemblea dei Soci;
2) Trasmissione dei Verbali ai Soci;
3) Esame delle domande di iscrizione all'Associazione;
4) Varie ed eventuali.

1) SELLI ritiene che la data proposta presenti inconvenienti per alcuni componenti il Consiglio di Presidenza e propone che l'Assemblea Generale dei Soci abbia luogo a Genova, il 18 dicembre 1975. La proposta è accettata all'unanimità.

Dopo un'ampia discussione viene approvato l'ordine del giorno della prossima Assemblea, che risulta essere il seguente:

— Proposta di schema per un corso di laurea in Scienze oceanologiche e limnologiche.
— Situazione della ricerca oceanografica e limnologica in Italia.
— Tematiche da proporre per il 2° Congresso dell'Associazione.
— Proposta elezione Soci.
— Varie ed eventuali,

Per quanto concerne la prima voce dell'ordine del giorno il Consiglio di Presidenza giunge alla determinazione di riunirsi nuovamente il 10 novembre 1975 al fine di preparare un documento di base per la discussione nel corso della riunione dell'Assemblea Generale.

2) DELLA CROCE propone che copie dei Verbali del Consiglio di Presidenza siano inviate ai Soci in modo da renderli edotti della attività svolta; per evitare un aggravio di spese postali, propone che siano inviati annualmente assieme alla comunicazione relativa alla convocazione dell'Assemblea Generale. La proposta viene accolta dal Consiglio di Presidenza.

3) Vengono prese in esame le domande di associazione ancora in sospeso, secondo l'elenco trasmesso da Colantoni, dando la precedenza alle domande controfirmate da due Soci, che risultano in totale 6 per i Soci attivi e 2 per gli Associati. Tali domande vengono approvate dal consiglio di Presidenza.

Vengono poi prese in esame le schede degli aspiranti Soci non controfirmate, che risultano essere 13 per i Membri attivi e 1 per gli Associati. Il Consiglio di Presidenza decide di ritornare agli interessati le domande per le controfirme, unitamente al modulo informativo.

4) Per quanto concerne la proposta di elezione a Soci onorari dei Professori Aliverti, Bossolasco e Picotti, il Consiglio di Presidenza ritiene opportuno che DELLA CROCE provveda a corredare di brevi «curriculum» le singole proposte.

SELLI informa che gli Atti del 1° Congresso dell' A.I.O.L. sono in corso di stampa. Per sopperire in parte alle spese TONOLLI suggerisce a DELLA CROCE di inviare una richiesta di contributo al CNR, Comitato Biologia.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
BOLOGNA 10 NOVEMBRE 1975

Sono presenti alla riunione il Presidente N. DELLA CROCE, i Consiglieri B. BATTAGLIA, G. BONOMI, A. LONGINELLI, R. SELLI, G. MACCHI ed M Segretario I. DAGNINO. Assente giustificata L. TONOLLI.

L'ordine del giorno è il seguente:

1) Proposta di schema per un corso dì laurea in Scienze oceanolo-giche e limnologiche.

Il Consiglio di Presidenza, dopo aver confermato che l'Assemblea Generale dei Soci avrà luogo il giorno 18 dicembre 1975 presso l'Istituto di Fisiologia generale della Facoltà di Scienze dell'Università di Genova, riprende la discussione già avviata nel corso della riunione tenutasi a Pallanza in merito all'istituzione di un corso di laurea in Scienze oceanologiche e limnologiche.

Il Consiglio di Presidenza esamina le conseguenze che potrebbero derivare al corpo studentesco ed al Paese dall'istituzione del nuovo corso di laurea, e quelle che potrebbero scaturire da un corso di laurea biennale o triennale che verrebbe inevitabilmente a costituire una seconda laurea. Questo soprattutto per non creare altri laureati con sbocchi professionali oggi limitati (anche se le possibilità potranno migliorare in un prossimo futuro) e che comunque potrebbero inserirsi nelle attività del Paese attraverso gli attuali curriculum accademici.

In entrambi i tipi di laurea il Consiglio di Presidenza ravvede la necessità per lo studente di giungere ad una formazione interdisci-

plinare realmente operante a partire da materie specifiche e propedeutiche.

L'assetto attuale della ricerca oceanologica in Italia induce a ritenere limitato il numero di sedi universitarie in cui i corsi di laurea proposti potrebbero essere attivati. Questo costituirebbe una sorta di garanzia contro un'irrazionale inflazione nel campo dell'oceanologia e limnologia.

Per motivi contingenti e reali, con l'intento di aprire una «via formale» alla ricerca scientifica in mare, il Consiglio di Presidenza, dopo ampia e lunga discussione, è risultato favorevole a proporre all'Assemblea l'istituzione, presso la Facoltà di Scienze, di un corso di laurea quinquennale con un biennio propedeutico.

Il Consiglio di Presidenza propone per il biennio propedeutico:

1) Matematica I.
2) Fisica I.
3) Chimica generale ed inorganica.
4) Geologia generale - Istituzioni.
5) Biologia generale - Istituzioni.

1) Matematica II.
2) Fisica II.
3) Oceanografia e Limnologia generale.
4) Idrografia e Scienze Nautiche.
5) Meteorologia e Climatologia.

Alla fine del 1° Biennio una buona conoscenza parlata, scritta e letta della lingua inglese, è obbligatoria.

In merito al piano di studi del triennio LONGINELLI propone il superamento di 12 esami così ripartiti: 5 esami al 3° anno, 4 esami al 4° anno, 3 esami al 5° anno.

Il Consiglio di Presidenza è unanime nel proporre che la tesi di laurea si avvii con l'inizio del triennio, e includa un periodo di imbarco sulle navi da ricerca.

Poiché le materie da seguire nel triennio avranno lo scopo di finalizzare la preparazione degli studenti iscritti a tale corso di laurea, il Consiglio di Presidenza invita BATTAGLIA e DELLA CROCE per la Biologia, SELLI per la Geologia, MACCHI per la Chimica, DAGNINO per l'Oceanografia fisica e BONOMI per la Limnologia a preparare i rispettivi elenchi di materie da proporre in Assemblea Generale, dove verranno discusse unitamente a quelle formulate per il biennio.

4ª ASSEMBLEA GENERALE
GENOVA 18 DICEMBRE 1975

L'Assemblea è legalmente costituita in prima convocazione. Per il Consiglio di Presidenza sono presenti il Presidente N. DELLA CROCE, i Consiglieri G. BONOMI, A. LONGINELLI, G. MACCHI, R. SELLI, L. TONOLLI ed il Segretario I. DAGNINO.

L'ordine del giorno è il seguente:

1) Proposta di schema per un corso di laurea in Scienze oceanologiche e limnologiche.
2) Situazione della ricerca oceanografica e limnologica in Italia.
3) Proposta elezione Soci.
4) Varie ed eventuali.

DELLA CROCE saluta i convenuti e dichiara aperta l'Assemblea. FERRO, a nome del Rettore dell'Università, porge il benvenuto ai partecipanti.

Alla notizia dell'incidente occorso a MERLIN, responsabile dello studio di fattibilità del progetto finalizzato per l'Oceanografia, l'Assemblea unanime da mandato a DELLA CROCE di fargli pervenire le espressioni di augurio dell'Associazione.

L'Assemblea è inoltre unanime nell'invertire i primi due punti all'ordine del giorno.

1) BARLAAM dopo aver esposto la situazione dei progetti finalizzati, comunica che il progetto finalizzato per l'Oceanografia è tra quelli approvati dal CIPE e che sarà uno tra i primi ad essere avviati, sebbene si debba risolvere il problema, assai complesso, del personale da ricerca.

2) DELLA CROCE e SELLI illustrano i principali argomenti discussi nell'ultima riunione del Consiglio di Presidenza (Bologna, 10 novembre 1975) in merito alla proposta di istituzione di un corso di laurea articolato in un biennio propedeutico ed in un triennio applicativo. BONOMI, MACCHI, DELLA CROCE e SELLI illustrano alcuni schemi del triennio applicativo per indirizzi di specializzazione a carattere biologico, chimico, fisico e geologico.

La discussione verte soprattutto sulla scelta delle materie che figurano nelle varie proposte di ordinamento didattico e sull'opportunità di istituire un corso di laurea «ad hoc» in alternativa ad un corso di specializzazione «post lauream».

La maggior parte dei presenti è del parere che sia più rispondente alle necessità della ricerca oceanologica e limnologica, considerata anche l'attuale situazione del Paese, la costituzione di un corso «post lauream». FERRO ricorda in proposito che il corso «post lauream» non dovrebbe essere un corso di specializzazione, ma un corso di laurea come ad esempio quello di Ingegneria Aerospaziale, al quale possono accedere i laureati in Ingegneria.

Al termine della discussione, cui hanno partecipato — tra gli altri — con numerosi e ripetuti interventi MACCHI, FERRO, TONOLLI, MELCHIORRI-SANTOLINI, PARZIALE, LONGINELLI, SELLI, FIERRO, CINELLI, DAGNINO, l'Assemblea demanda al Consiglio di presidenza un nuovo esame della proposta del corso di laurea nelle due alternative, dopo aver preso altri contatti con colleghi e soci, in modo da presentare proposte concrete ad un'Assemblea da tenere al più presto.
FERRO, a richiesta di SELLI, assicura di poter reperire e rendere disponibili copie del regolamento del corso di laurea in Ingegneria Aerospaziale.

3) DELLA CROCE ricorda i motivi che lo hanno spinto a proporre al Consiglio di Presidenza e all'Assemblea generale, la nomina a soci onorari dei professori G. Aliverti, M. Bossolasco e M. Picotti.

«GIUSEPPINA ALIVERTI, nata a Somma Lombardo nel 1894, assistente universitaria a Torino, direttore dell'Osservatorio Geofisico di Pavia (1937-1949), viene chiamata alla Cattedra di Meteorologia e Oceanografia dell'Istituto Universitario Navale di Napoli (1950).
Nel periodo in cui è direttore dell'Istituto di Meteorologia e Oceanografia del Navale (1950-1969), oltre a ricerche di meteorolo-

gia, promosse con l'ausilio dei suoi collaboratori, numerose indagini di oceanografia fisica.

Nel corso dell'Anno Geofisico Internazionale (1957-58) coordina il Programma della Commissione Italiana per l'Oceanografia e dirige le crociere nel Medio e Basso Tirreno, cui seguono numerose campagne in diverse zone del Mediterraneo.

Alla professoressa Aliverti, allora presidente della Sottocommissione del C.N.R. per l'Oceanografia, si deve ricondurre la ripresa delle ricerche di oceanografia fisica in Italia, nel secondo dopoguerra.

Ha ricoperto incarichi presso il CNR, la CIESM, l'ICSU nell'ambito dello SCOR, e altri Enti nazionali e internazionali; è membro di numerose Associazioni e Accademie scientifiche; ha pubblicato numerosi lavori interessanti la meteorologia e l'oceanografia, nonché la glaciologia e la prospezione del sottosuolo».

L'Assemblea unanime approva.

«MARIO BOSSOLASCO, nato a Torino nel 1903, assistente universitario, frequenta l'Università di Gottinga, dirige l'Osservatorio Geofisico di Mogadiscio (1932-33), e viene chiamato alla Cattedra di Fisica Terrestre dell'Università di Messina (1936); successivamente (1946) copre la stessa Cattedra nell'Università di Genova.

Nel periodo in cui è direttore dell'Istituto Geofisico e Goedetico dell'Univeristà di Genova (1946-1973) incrementa notevolmente la ricerca geofisica ed in particolare quella meteorologica ed oceanologica.

In questo contesto si interessa ai fenomeni di interazione aria-mare, e con i suoi collaboratori esegue durante 1'A.G.I. ricerche riguardanti il moto ondoso ed altri parametri marini contemporaneamente in diverse località costiere del Mar Ligure (Livorno, Genova, S. Tropez); successivamente conduce una serie di indagini riguardanti le acque costiere del Golfo di Genova.

Fondatore della rivista "Geofisica pura e applicata", nonché della rivista "Geofisica e Meteorologia", ha ricoperto incarichi presso diversi Enti; è membro di numerose Associazioni 'scientifiche, e numerose memorie della sua attività scientifica riguardano l'Oceanografia».

L'Assemblea unanime approva.

«MARIO PICOTTI, nato a Trieste il 4 aprile 1887, libero docente in chimica talassografica e professore incaricato presso l'Università di Trieste.

Partecipa, con i professori F. Vercelli e L. Sanzo, alle crociere della nave "Marsigli" nello stretto di Messina (1922-23), a quelle della "Magnaghi" nel Mar Rosso (1923-24), ed inoltre ad una campagna idrografica nell'Oceano Indiano (1937); subentra al Prof. Vercelli nella dirczione dell'Istituto Talassografico di Trieste (1952).

È uno degli artefici della ripresa oceanografica italiana nel secondo dopoguerra. Nel 1955 organizza insieme al Prof. D'Ancona una crociera in Adriatico, cui partecipano anche i Professori svedesi Kullenberg e Jerlov, durante la quale vengono fatti i primi carotaggi in Italia con carotatore a pistone.

Durante l'Anno Geofilico dirige le crociere del programma della Commissione Italiana per l'Oceanografia nel Basso Tirreno e nel Canale di Sicilia, cui seguono le crociere nello Ionio e quella di C. Matapan (1960).

Ha ricoperto incarichi presso il CNR, l'ICES e la CIESM; è membro di diverse associazioni scientifiche ed ha pubblicato numerosi lavori riguardanti l'oceanografia chimica, fisica, la limnologia e i problemi della pesca».

L'Assemblea unanime approva.

Vengono prese in esame le domande di ammissione di nuovi Soci approvate nella seduta del 30 giugno 1975 dal Consiglio Direttivo e quelle presentate successivamente.

L'Assemblea Generale, sentita la proposta del Consiglio di Presidenza, ammette — dal 1975 — quali membri attivi: L. CAROBENE, I. DAGNINO, S. GENOVESE, D. LAUSI, G. LENARDON, L. PAPA, L.B. PARZIALE, M. PICCAZZO, C. STOCCHINO; quali membri associati: G. ALBERTELL, F. BAFFI, P. BATTAGLINI, R. CAPELLI, M. CATTANEO, M.T. CARROZZO, A. DADONE, M. DRAGO, R. FRACHE, M. FABIANO, G. IMPERIALE, L. MENDIA, A. ULZEGA, G. ZANICCHI; quali membri juniores: V. ZOLI.

4) II Segretario DAGNINO illustra brevemente la situazione finanziaria. Il bilancio ,si è chiuso con un attivo di L. 162.750. CINELLI e COLANTONI, nominati revisori dei conti dall'Assemblea, approvano il rendiconto finanziario.

DELLA CROCE, ricordate le finalità che hanno caratterizzato il 1° Congresso dell'Associa/ione, propone che il 2° verta su argomenti generali da affrontare su base interdisciplinare.

Dopo ampia discussione viene deciso — all'unanimità — che il tema delle relazioni generali su cui inserire contributi specifici sia il seguente:

«Dinamica dell'ambiente idrico con particolare riguardo ai processi di trasporto e di scambio».

Viene inoltre deciso che il 2° Congresso dell'Associazione abbia luogo entro la prima decade di dicembre 1976.

DELLA CROCE, prima di chiudere i lavori dell'Assemblea, da notizia di una comunicazione di FRASSETTO in merito alla taratura comparata degli strumenti oceanografici e distribuisce i moduli ricevuti.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
VENEZIA 18 MARZO 1976

Sono presenti alla riunione il Presidente N. DELLA CROCE, i Consiglieri B. BATTAGLIA, G. BONOMI, A. LONGINELLI, G. MACCHI, L. TONOLLI ed il Segretario I. DAGNINO.

L'ordine del giorno è il seguente:

1) 2° Congresso dell'Associazione.
2) Proposta di schema per un corso di laurea in Scienze oceanologiche e limnologiche.
3) Varie ed eventuali.

1) II Consiglio di Presidenza prende in esame il tema del 2° Congresso: «Dinamica dell'ambiente idrico con particolare riguardo ai processi di trasporto e di scambio», e decide unanime che abbia luogo il 29 e 30 novembre 1976, a Genova o nelle sue immediate vicinanze.

Le relazioni principali saranno tenute da BARBANTI, LONGINELLI e FERRO. Le comunicazioni dei Soci non potranno essere superiori a 10 minuti ed i relativi testi o riassunti dovranno pervenire a DAGNINO non oltre il 15 ottobre, in modo da essere presi in esame nella riunione del Consiglio di Presidenza del 5 novembre a Pisa, in quanto lo stesso Consiglio di Presidenza ha assunto anche la veste di Comitato di Redazione.

DAGNINO provvedere entro il- 31 marzo all'invio delle circolari ai Soci con l'annuncio del Congresso e le modalità di presentazione delle relazioni e delle comunicazioni.

TONOLLI, a nome della Sezione Italiana della Società Internazionale di Limnologia, chiede che il raduno annuale della SIL-Italia possa avere luogo il 1° dicembre nella stessa sede del Congresso dell'Associazione, mettendo in evidenza l'utilità di questa iniziativa.

DELLA CROCE ritiene che questo sia possibile e la proposta trova il pieno consenso del Consiglio di Presidenza.

2) DELLA CROCE distribuisce copie degli Statuti delle Scuole di Ingegneria Aerospaziale dell'Università di Roma e del Politecnico di Torino.

Considerato che SELLI, assente, è uno dei membri proponenti, il Consiglio di presidenza unanime ritiene opportuno rinviare l'argomento da una successiva riunione.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
PISA 8 NOVEMBRE 1976

Sono presenti alla riunione il Presidente N. DELLA CROCE, i Consiglieri G. BONOMI, A. LONGINELLI, L. TONOLLI ed il Segretario I. DAGNINO. Assente giustificato B. BATTAGLIA.

L'ordine del giorno è il seguente;

1) 2° Congresso dell'Associazione.
2) Varie ed eventuali.

I presenti ritengono opportuno iniziare i lavori, tenuto conto dell'imminenza del Congresso dell'Associazione.

Poiché, in base all'art. 12 dello Statuto, per la validità delle deliberazioni del Consiglio, è necessaria a presenza di almeno 5 membri, le deliberazioni prese nel corso della riunione verranno ridiscusse collegialmente, in data da destinarsi, nei termini previsti dal predetto articolo (*).

1) TONOLLI comunica che la relazione di BARBANTI non potrà avere luogo. Il Consiglio ringrazia vivamente DAGNINO per la relazione « Interazione aria-mare » che propone di tenere, in sostituzione, nell'ambito del tema « Dinamica dell'ambiente idrico con particolare riguardo ai processi di trasporto e di scambio ».

Il Consiglio, nella veste di Comitato di Redazione, esamina i riassunti delle comunicazioni e da mandato al Segretario di accludere

(*) II Consiglio di Presidenza riunitesi nei termini previsti dall'art. 12 dello Statuto il 29-11-1976 ha ridiscusso ed approvato le predette deliberazioni.

i titoli di quelle proposte dal Comitato alla lettera di convocazione dell'Assemblea Generale del 29 novembre.

Il Consiglio di Presidenza propone a DELLA CROCE di invitare al Congresso persone ed enti che possono essere interessati ai lavori dell'Associazione.

2) DAGNINO comunica che sono pervenute domande di ammissione di nuovi soci. Tali domande, esaminate dal Consiglio di Presidenza, verranno proposte all'Assemblea Generale.

5ª ASSEMBLEA GENERALE
S. MARGHERITA LIGURE 29 NOVEMBRE 1976

L'Assemblea è legalmente costituita in prima convocazione. Per il Consiglio di Presidenza sono presenti il Presidente N. DELLA CROCE, i Consiglieri R. SELLI, L. TONOLLI ed il Segretario I. DAGNINO. Assenti giustificati B. BATTAGLIA e G. BONOMI.

L'ordine del giorno è il seguente:

1) Deliberazione dell'Assemblea per l'ammissione di nuovi soci.
2) Relazione del Presidente.
3) Relazione del Segretario.
4) Varie ed eventuali.
5) Elezione del Presidente e del Consiglio di Presidenza.

DELLA CROCE, in apertura di Assemblea, partecipa la scomparsa del socio onorario M. PICOTTI. L'Assemblea osserva un minuto di raccoglimento, e BREGANT lo ricorda ai convenuti.

1) Vengono prese in esame le domande di ammissione di nuovi soci approvate nella seduta dell' 8 novembre 1976 e quelle presentate successivamente,

L'Assemblea Generale, sentita la proposta del Consiglio di Presidenza, ammette — dal 1976 — quali membri attivi: AMORE C., DE STROBEL F., DI GERONIMO S., GUERZONI S,, PIATTELLI M., STRAVISI F., TORCHIO M., VENIALE F.; quali membri associati: ANGELUCCI A., CATALANO G., COLOSIMO P., CORTEMIGLIA G.C., LA MONICA G.B., MANCUSO A., OZER A., PREMOSELLI B., RASPI G.

2) DELLA CROCE espone l'attività dell'Associazione:

«Nel biennio 1975-1976 il Consiglio di Presidenza si è riunito

sette volte. Allo scopo di facilitare la partecipazione alle riunioni, queste sono state indette anche nelle città di residenza dei componenti il Consiglio., ma le assenze egualmente registrate hanno talora persino messo in discussione la ragione d'essere dell'Associazione.

Si è inoltre ritenuto opportuno che i Soci ricevessero prima delle Assemblee, con l'avviso di convocazione quando possibile, copie dei verbali delle riunioni del Consiglio dì Presidenza in modo da rendersi conto del lavoro svolto.

Il tema sul quale il Consiglio ha profuso maggior tempo ed energia è stato quello relativo alla proposta schema per un corso di laurea in Scienze oceanologiche e limnologiche. È da augurarsi che la proposta, incoraggiata nel corso dell'Assemblea Generale del 1975 anche da BARLAAM in relazione all'avvio dei progetti finalizzati, venga portata avanti nel prossimo futuro. È noto che industrie ed enti di ricerca nazionali ricorrono sempre più sovente all'estero anche per compiti di non particolare impegno tecnologico che potrebbero essere assolti da personale italiano qualificato.

Questo personale dovrebbe essere formato presso Università e Laboratori CNR dove la ricerca oceanologia e limnologica, quando non è compito istituzionale, esprime comunque continuità e serietà d'intenti; e dove non si cede all'improvvisazione che esplode qua e là soprattutto, direi quasi malauguratamente, quando si scopre che l'Oceanografia riceve — una tantum — prodighe attenzioni.

La nomina di ALIVERTI, BOSSOLASCO e PICOTTI a Soci onorari vuole non solo esprimere una testimonianza di riconoscenza, ma anche ricordare che lo sviluppo dell'Oceanologia e della Limnologia dipende dalle energie e dalla fantasia che vengono profuse nello studio delle loro tematiche e dalla continuità dell'impegno. Queste sono le sole forze che possono assicurare il consolidamento del nostro interesse per l'Oceanologia e la Limnologia nel contesto culturale del Paese.

Nel biennio 1975-1976, l'Associazione ha patrocinato il "*Primo corso di aggiornamento in Ecologia delle acque interne*" di Pallanza. Inoltre, quale Presidente dell'Associazione e grazie alla sensibilità e cortesia del Presidente dell'Accademia dei Lincei, ho assistito ai lavori del convegno "*Aspetti scientifici dell'inquinamento dei mari italiani*" promosso dalla stessa Accademia.

Per quanto concerne la pubblicazione degli Atti del 1° Congresso

desidero ringraziare vivamente la Signora TONOLLI che si è adoperata, con l'entusiasmo e l'abnegazione che ci sono noti, affinché il Comitato per la Biologia del ICNR 'approvasse uno stanziamento *ad hoc* di L. 1.500.000.

I quadri dell'Associazione risultano attualmente costituiti da 2 soci onorari, da 126 soci attivi, da 45 soci associati e da 6 juniores; risulta inoltre iscritto il Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse. Nel corso del biennio i nuovi soci sono stati 40, di cui 17 attivi, 23 associati ed 1 juniores.

In merito al 2° Congresso in corso vorrei sottolineare:

— che vi sono state difficoltà nel reperire le comunicazioni nonostante il tempo a disposizione, essendo solo tre le relazioni. Inoltre i soci sapevano che il Congresso si sarebbe tenuto nel 1976 con almeno un anno di anticipo;
— che il contributo limnologico al Congresso risulta quantitativamente modesto;
— che tali motivi, e non solo quelli, mi inducono a ritenere almeno temporaneamente sopito l'interesse per l'Associazione.

A MUZZARELLI faccio presente che l'Associazione non è intervenuta presso le Autorità competenti in merito alla «Cavtat», in quanto non sollecitata da alcun socio, ne da alcun membro del Consiglio di Presidenza.

È auspicabile che il nuovo Presidente sia persona in grado di aiutare l'Associazione concretamente, anche attraverso gli organi che promuovono la ricerca, ed ai quali è legato il futuro dell'Oceanologia e della Limnologia.

Sotto questo profilo, e soprattutto per il corredo di conoscenze e competenze che qui è superfluo ricordare, propongo — anche a nome del Consiglio di Presidenza uscente — la votazione a Presidente della Signora TONOLLI».

3) II Segretario I. DAGNINO espone la situazione economica dell'Associazione. L'Assemblea nomina revisori dei conti COLANTONI e FRANCO i quali, preso in esame il registro di contabilità, approvano il rendiconto. L'attivo -sociale al 29 novembre 1976 risulta di lire 614.290, come dall'allegato prospetto di bilancio.

4) SELLI, quale Direttore del Progetto finalizzato «Oceanografia e fondi marini», illustra all'Assemblea le finalità di tale pro-

getto, la situazione al 1976 e gli sviluppi previsti per il 1977; ricorda inoltre che gli organi del Progetto sono una Commissione Esecutiva, costituita dal Dr. Bombace, Prof. Brambati, Prof. Morelli, Frassetto e dal Prof. Giuliano, ed una Commissione Consultiva costituita dai Professori Canillo, Castagnoli, Cita, Fasano, Scé, Battaglia e Salusti.

La discussione s'incentra soprattutto sugli interventi di DE MAIO, FRANCO e GENOVESE, in merito allo scarso rilievo nel progetto ai problemi connessi con l'Oceanografia fisica, ed al quesito se le predette commissoini sostituiscono la già esistente «Commissione per l'Oceanografia» del CNR, con le implicazioni che ne derivano in merito al futuro dell'Oceanografia in Italia, al termine del progetto finalizzato.

DELLA CROCE annuncia che sono stati stampati gli Atti del 1° Congresso e ringrazia in particolare COLANTONI e D'ONOFRIO per la loro fattiva collaborazione. Gli Atti vengono distribuiti ai Soci presenti.

FIERRO presenta il film «Le recife de corail » gentilmente concesso in visione dal Prof. P. Disteche dell'Università di Liegi, e OZER illustra le ricerche della spedizione belga nel corso della quale è stato realizzato il film.

DELLA CROCE, dopo aver indetto le votazioni per l'elezione del Presidente e del Consiglio di Presidenza per il biennio 1977-1978, comunica l'esito delle votazioni:

L. TONOLLI	con	voti	55	Presidente
A. LONGINELLI	»	»	42	Consigliere
A. DE MAIO	»	»	35	»
G. FIERRO	»	»	33	»
S. GENOVESE	»	»	29	»
F. CINELLI	»	»	21	»
P. FRANCO	»	»	21	»

ENTRATE		USCITE	
Contributo C.N.R. per stampa Atti 1° Congresso	L. 1.500.000	Spese postali 1975	L. 14,850
Quote sociali anni 1975 e 1976	L. 936.590	Spese postali 1976	L. 71.340
	L. 2.436.590	Necrologi	L. 72.621
Interessi libretto	L. 7.771	Cancelleria	L. 1.000
	L. 2.444.361	2° Congresso Assoc. (organizzazione, compensi, rinfresco)	L. 170.260
			L. 330.071

Entrate	L. 2.444.361
Uscite	L. 330.071
	L. 2.114.290
Spese stampa Atti	L. 1.500.000
Attivo	L. 614.290

ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA
ELENCO DEI SOCI AL 31 DICEMBRE 1977

Ezio ACCERBONI - Osservatorio Geofisico Sperimentale - Viale Romolo Gessi, 4 - Trieste.

Giancarlo ALBERTELLI - Cattedra di Idrobiologia - Università - Via Balbi, 5 - Genova.

Giuseppina ALIVERTI - Istituto Meteorologia e Oceanografia - Istituto Universitario Navale - Napoli.

Concetto AMORE - Istituto di Geologia - Corso Italia, 55 - Catania.

Antonello ANGELUCCI - Istituto di Geologia e Paleontologia - Università - Piazzale delle Scienze - Roma.

Franca BAFFI - Istituto Chimica Generale ed Inorganica - Università -Viale Benedetto XV, 3 - Genova.

Luigi BARBANTI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).

Alvise BARBARO - Istituto di Biologia del Mare - C.N.R. - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia,

Alfredo BARILLARI - Istituto di Biologia del Mare - C.N.R. - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia.

Alessandro BARLAAM - C.N.R. - Piazzale delle Scienze, 7 - Roma.

Carlo BARTOLINI - Istituto di Geologia - Università - Via La Marmora, 4 - Firenze.

Bruno BATTAGLIA - Istituto di Biologia del Mare - C.N.R. - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia.

Pietro BATTAGLIMI - Istituto di Zoologia dell'Università - Via Mezzocannone, 8 - Napoli.

Michael BERNHARD - C.N.E.N. - Laboratorio per lo Studio della Contaminazione del Mare - Fiascherino (La Spezia).
Roberto BERTONI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Arturo BOLOGNARI - Istituto di Zoologia dell'Università - Via dei Verdi - Messina.
Giovanni BOMBACE - Laboratorio di Tecnologia della Pesca - Molo Mandracchio - Ancona,
Carla BONACINA - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Marco BONDESAN - Istituto Geologico - Università - Corso E. I d'Este, 32 - Ferrara.
Giuliano BONOMI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Anna Maria BORSETTI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Mario BOSSOLASCO - c/o Istituto Geofisico e Geodetico dell'Università - Via Balbi, 30 - Genova.
Antonio BRAMBATI - Istituto di Geologia dell'Uni veri sta - Piazzale zale Europa, 1 - Trieste.
Davide BREGANT - Istituto Sperimentale Talassografico - Viale Romolo Gessi, 2 - Trieste.
Guido BRESSANI - Istituto ed Orto Botanico dell'Università - Via Cumano, 2 - Trieste.
Aldo BRONDI - C.N.E.N. - Santa Maria di Galeria (Roma).
Nazzareno CALAFIORE - Stazione di Biologia Marina - Istituto di Zoologia - Via dei Verdi, 75 - Messina.
Alcide CALDERONI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Renzo CAPELLI - Via Capo Santa Chiara, 29 - Genova.
Giulio Cesare CARLONI - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
Luigi CAROBENE - Istituto di Geologia dell'Università - Piazzale Europa, 1 - Trieste.
Alfredo CAROLLO - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).

Maria Teresa CAROZZO - Istituto di Geologia Applicata - Fac. di Ingegneria - Viale Remolo Gessi - Trieste,
Giulio CATALANO - Istituto Talassografico - Trieste.
Antonia CATTANEO - Department of Biology - Mc Gill University -1205 Me Gregor Street - Montreal Quebec - Canada.
Maria CATTANEO - Via delle Rovare, 36/14 - Genova.
Luigi CAVALERI - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Masse - C.N.R, - Venezia.
Giovanni CAVICCHIOLI - Istituto di Anatomia Comparata - Via Molino di Mortara - Ferrara.
Bruno CESCON - Osservatorio Geofisico Sperimentale - Viale Romolo Gessi, 4 - Trieste.
Mario CIABATTI - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
Francesco CINELLI - Stazione Zoologica di Napoli - Reparto Ecologia Marina - Punta San Pietro - Ischia Porto (Napoli).
Ennio COCCO - Istituto di Geologia dell'Università - Napoli.
Maria Luisa COLALONGO - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
Paolo COLANTONI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Paolo COLOSIMO - Istituto di Geologia Applicata - Via della Montagnola, 30 - Ancona.
Alessandra COMASCHI - Istituto di Biologia del Mare - Riva 7 Martiri - Venezia.
Gianni CORTECCI - Laboratorio di Geologia Nucleare - Università - Pisa.
G. Camillo CORTEMIGLIA - Istituto di Geologia dell'Università -Corso Europa, 30 - Genova.
Paolo CORTESI - Centro Universitario - Studi e Ricerche sulle Risorse Biologiche del Mare - Cesenatico (Forlì).
Uberto CRESCENTI - Istituto di Geologia Applicata - Via della Montagnola, 30 - Ancona.
Pietro CURZI - c/o Pazzi - Via Primodì, 10 - Bologna.
Arduino DADONE - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Università - Viale Benedetto XV, 3 - Genova.

Ignazio DAGNINO - Istituto Geofisico e Geodetico dell'Università – Via Balbi, 30 - Genova.
Renzo DAL CIN - Istituto di Geologia dell'Università - Ferrara.
Riccardo DE BERNARDI - Istituto Italiano di Idrobiologia – Verbania Pallanza (Novara).
Emilio DE DOMENICO - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
Maria DE DOMENICO - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
Giuliano FIERRO - Istituto di Geologia dell'Università - Corso Europa, 30 - Genova.
Norberto DELLA CROCE - Cattedra di Idrobiologia - Via Balbi, 5 - Genova.
Sebastiano DI GERONIMO - Istituto di Paleontologia - Corso Italia, 55 - Catania.
Marco DEL MONTE - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Arturo DE MAIO - Istituto Meteorologia e Oceanografia - Istituto Universitario Navale - Napoli.
Federico DE STROBEL - Saclant Center - 400 Viale S. Bartolomeo -La Spezia.
Sara D'ONOFRIO - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
Marco DRAGO - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Viale Benedetto XV, 4 - Genova.
Nicolino DRAGO - Cattedra di Idrobiologia dell'Università - Via Balbi, 5 - Genova.
Augusto FABBRI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Mauro FABIANO - Viale Unità d'Italia, 11/20 - Arenzano (Genova).
Francesco FANUCCI - Istituto di Geologia dell'Università - Corso Europa, 30 - Genova.
Ireneo FERRARI - Istituto di Zoologia - Gruppo Ecologia - Università di Parma - Parma.
Ornella FERRETTI - C.N.E.N. - S. Maria di Galeria (Roma).
Riccardo FERRO - Direttore Istituto di Chimica Generale dell'Università - Genova.

Icilio FINETTI - Osservatorio Geofisico Sperimentale - Viale Romolo Gessi, 4 - Trieste.
Valentino U. FOSSATO - Istituto di Biologia del Mare - C.N.R. - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia.
Roberto FRACHE - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Viale Benedetto XV, 3 - Genova.
Paolo FRANCO - Istituto di Biologia del Mare - C.N.R. - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia.
Franca FRASCARI - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
Roberto FRASSETTO - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. - 1364 San Polo - Venezia.
Mauro FRIGNANI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Paolo GALLIGNANI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Gilberto GANDOLFI - Istituto di Zoologia dell'Università - Strada dell'Università, 12 - Parma.
Paolo GATTO - Laboratorio per lo studio della Dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. - Venezia.
Sebastiano GENOVESE - Istituto di Idrobiologia dell'Università - Messina.
Pier Francesco GHETTI - Laboratorio di Ecologia dell'Università -Borgo Carissimi, 10 - Parma.
Elvezio GHIRARDELLI - Istituto di Zoologia dell'Università - Via Valerio, 32 - Trieste.
G. GIACCONE - Istituto di Botanica dell'Università - Via Cumano - Trieste.
Francesco GIORGETTI - Osservatorio Geofisico Sperimentale – Viale Romolo Gessi, 4 - Trieste.
Maurizio GIORGI - Viale Africa, 112 - Roma.
Gianluigi GIUSSANI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Gianalberto GREGO - ENEL - Servizio Idrologico - Corso del Popolo, 245 - Mestre.
Ettore GRIMALDI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).

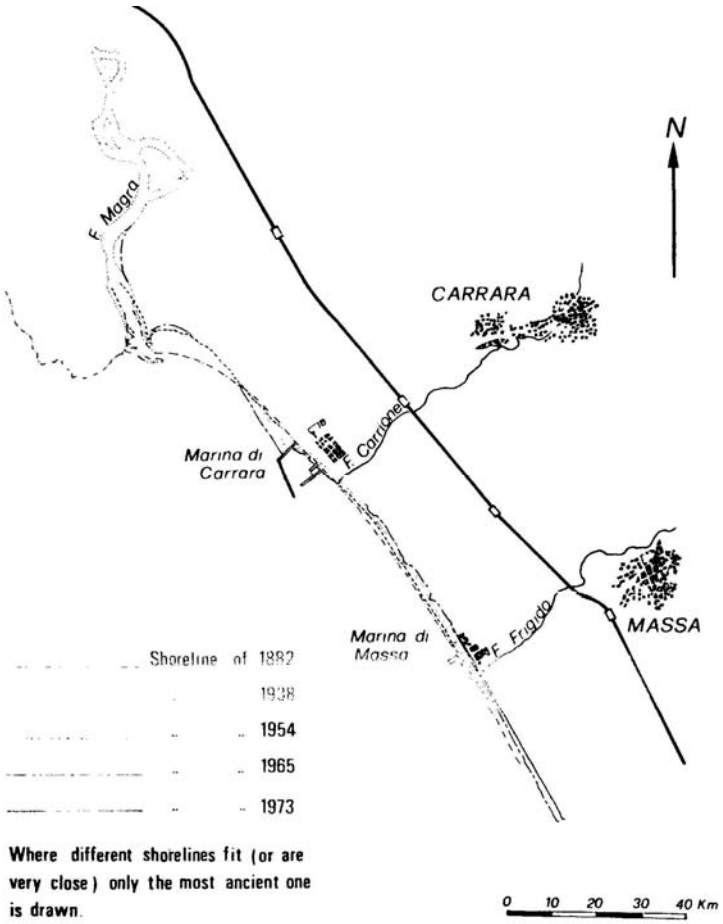
Piero GUILIZZONI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Guido IMPERIALE - Via Varese, 8/13 - Finale Ligure (Savona).
LABORATORIO PER LO STUDIO DELLA DINAMICA DELLE GRANDI MASSE - C.N.R. - 1364 San Polo - Venezia.
G. Battista LA MONICA - Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università - Città Universitaria - Roma,
Duilio LAUSI - Istituto ed Orto Botanico - Gas. Università - Trieste.
Giovanni LENARDON - Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università - Piazzale Europa, 1 - Trieste.
Anna LOMBARDO - Istituto .di Biologia del Mare - Riva 7 Martiri, 1364 A - Venezia.
Antonio LONGINELLI - Laboratorio di Geologia Nucleare - Via Santa Maria, 22 - Pisa.
Febo LUMARE - Laboratorio per lo Studio dello Sfruttamento Biologico delle Lagune - Via Fraccacreta - Lesina (Foggia).
Pier Carlo LUPI - Via dell'Agave, 4 - Livorno.
Giuseppe MACCHI - Programma Speciale per l'Oceanografia - Viale G.B. Morgagni, 30 E - Roma.
Giovanni MAGAZZÙ - Stazione di Biologia Marina - Istituto di Zoologia - Università - Via dei Verdi, 75 - Messina.
Bianca MAGRO COSMA - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica - Università - Viale Benedetto XV - Genova.
Paola MALANOTTE RIZZOLI - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - San Polo, 1364 - Venezia.
Amilcare MANCUSO - Via R. Rigola, 27/32 - Genova.
Francesco MARABINI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zam-boni, 65 - Bologna.
Ulderico MELCHIORRI-SANTOLINI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Luigi MENDIA - Centro Studi e Ricerche - Ingegneria Sanitaria - Università - Piazzale Tecchio - Napoli.
Michelangelo MERLIN - Istituto di Fisica Applicata - Calle Larga Santa Marta, 2137 - Venezia.
Emanuele MOR - Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli -Via Mercanzia, 4 - Genova.

Carlo MORELLI - Osservatorio Geofisico Sperimentale - Viale Remolo Gessi, 4 - Trieste.
Mauro MORETTI - Via Epomeo, 180 - Napoli.
Ferruccio MOSETTI - Piazza della Valle, 1 - Trieste.
Carlo MOZZI - Istituto di Biologia Animale - Via Loredan, 10 - Padova.
Riccardo MUZZARELLI - Facoltà di Medicina - Università - Ancona.
Anna Maria NOCENTINI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Pietro NOTO - Istituto Internazionale Geotermico - Lungarno Pacinotti, 55 - Pisa.
Mauro ORONESU - Istituto di Fisiologia dell'Università - Genova.
Andre OZER - Istituto di Geologia e Geografia Fisica - Università - Place XX Aout - Liegi (Belgio).
Carlo PALAU - Via Caffaro, 7/10 - Genova.
Lorenzo PAPA - Via Porrata, 85/30 - Genova Prà.
Luigi Benedetto PARZIALE - Piazzale Europa, 37/8 - Recco (Genova).
Giancarlo PASINI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Roberto PASSINO - Istituto di Ricerca sulle Acqua - C.N.R. - Via Reno, 1 - Roma.
Mauro PIATTELLI - Viale Causa - Laboratorio per l'automazione Navale - Genova.
Mauro PICCAZZO - Via G. Buranello, 14/24 - Genova Sampierdarena.
Corrado PICCINETTI - Laboratorio di Biologia Marina - Viale Adriatico, 54 - Fano (Pesaro).
Benedetta PREMOSELLI - Istituto di Idrobiologia dell'Università -Via Balbi, 5 - Genova.
Ernesto RABBI - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
Giorgio RASPI - Istituto di Chimica Analitica - Via del Risorgimento, 35 - Pisa.
Aristeo RENZONI - Istituto di Anatomia Comparata - Via Cerchia, 3 - Siena.
Leo RAUNICH - Istituto di Anatomia Comparata dell'Università - Via Molino di Mortara - Ferrara.
Franco RICCI LUCCHI - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.

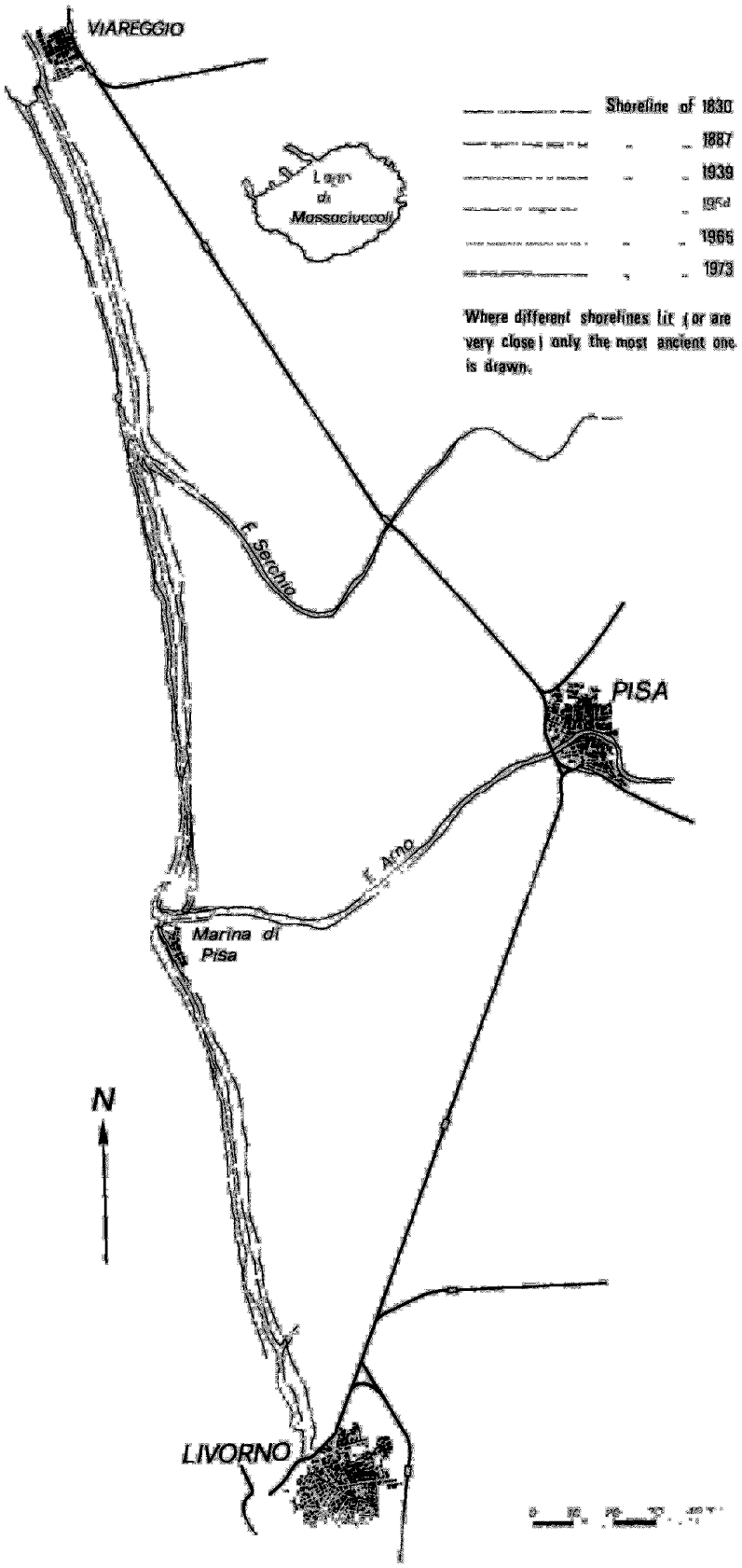
Maria RIGILLO TRONCONE - Posillipo, 69 - Napoli.
Carla Maria ROSSI - Istituto di Biochimica dell'Università - Via Belmeloro, 8/2 - Bologna.
Sergio ROSSI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Delio RUGGIU - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Ettore SALUSTI - Istituto Nazionale Fisica Nucleare - Piazza Torsanguigna, 2 - Roma.
Emilio SANSONE - Via Consalvo, 109 - Napoli.
Michele SARÀ - Istituto di Zoologia dell'Università - Via Balbi, 5 - Genova.
Carlo SARACENI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Samuele SARTONI - Istituto dì Geologia dell'Università - Bologna.
Renzo SARTORI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Carlo SAVELLI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Bruno SCHRELBER - Istituto di Zoologia dell'Università - Parma.
Salvatore SCOTTO DI SANTILLO - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Piazzale delle Scienze, 7 - Roma.
Raimondo SELLI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Attilio SOLAZZI - Istituto di Botanica - Via Orto Botanico, 15 - Padova.
Sergio STEFANINI - Istituto di Geologia dell'Università – Piazzale Europa, 1 - Trieste.
Antonio STEFANON - Istituto di Biologia del Mare - Riva 7 Martiri - Venezia.
Carlo STOCCHINO - Istituto di Fisica dell'Atmosfera - e/o Istituto Idrografico della Marina - Passo Osservatorio, 4 - Genova.
Franco STRAVISI - Istituto Sperimentale Talassografico - Viale Romolo Gessi, 2 - Trieste.
Marco TAVIANI - Via Marco Polo, 17 - Bologna.

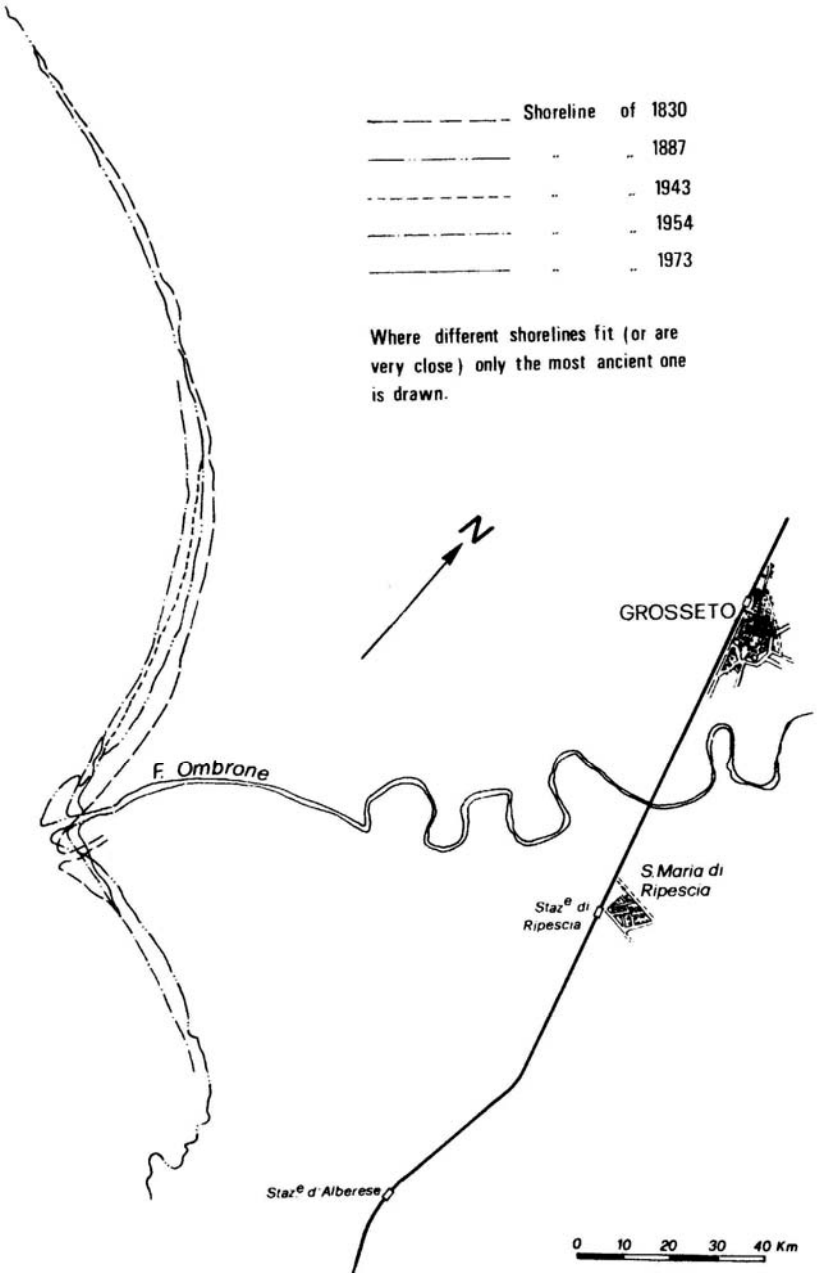
Claudio TOLOMIO - Istituto di Botanica - Via Orto Botanico, 15 - Padova.
Luciano TOMADIN - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Alberto TOMASIN - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - San Polo, 1364 - Venezia.
Mario TOMASINO - Enel/Cris - Servizio Idrologico - Corso del Popolo, 245 - Mestre.
Livia TONOLLI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania Pallanza (Novara).
Menico TORCHIO - Civica Stazione Idrobiologica - Viale Gadio, 2 - Milano.
Leopoldo TROTTI - Direttore dell'Istituto Sperimentale Talassografico - Valle Romolo Gessi, 2 - Trieste.
Antonio ULZEGA - Via Trentino, 51 - Cagliari.
Gian Battista VAI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Francesco VENIALE - Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università - Pavia.
Romano VIVIANI - Istituto di Biochimica - Via Belmeloro, 8/2 -Bologna.
Domenico VOLTOLINA - c/o Friedenberg - Santa Marina, 6084 - Venezia.
Forese-Carlo WEZEL - Istituto di Geologia dell'Università - Bologna.
Gilda ZANICCHI - Istituto di Chimica Generale ed Inorganica dell'Università - Viale Benedetto XV, 3 - Genova.
E.F.K. ZARUDZKI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna.
Gino ZOLI - Via dei Colli, 2 - La Spezia.
Vanna ZOLI - Via dei Colli, 2 - La Spezia.
Tecla ZUNINI SERTORIO - Istituto di Idrobiologia dell'Università -Via Balbi, 5 - Genova.

Finito di stampare nel Novembre 1978
dalla Tipo-Litografia Saccardo Carlo & Figli s.n.c.
28027 Ornavasso (No) Via Jenghi, 10 - Tel. (0323) 83.188



Where different shorelines fit (or are very close) only the most ancient one is drawn.


VIAREGGIO
Shoreline of 1830
1887
1939
1954
1965
1973
Where different shorelines lie (or are very close) only the most ancient one is drawn.
Massaciuccoli
F. Serchio
PISA
F. Arno
Marina di Pisa
N
LIVORNO


Shoreline of 1830
" " 1887
" " 1943
" " 1954
" " 1973
Where different shorelines fit (or are very close) only the most ancient one is drawn.
N
GROSSETO
F. Ombrone
S.Maria di Ripescia
Staz^e di Ripescia
Staz^e d'Alberese
0 10 20 30 40 Km