ATTI DEL 1° CONGRESSO
DELLA
ASSOCIAZIONE ITALIANA DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

Bologna, 5-6 Novembre 1974

e

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

dal 27 Giugno 1972 al 31 Dicembre 1974

BOLOGNA 1976

INDICE

Presentazione 3

Atti del 1° Congresso Nazionale di Oceanologia e Limnologia

Organizzazione e inaugurazione 7
Programma 8
Elenco degli iscritti 11
Seduta inaugurale 17

Relazioni

R. SELLI - *Sullo stato dell'Oceanologia italiana* 23
A. TESTONI - *Cartografia marina italiana* 31
V. CARPENTIERI - *Cartografia nautica* 33
G. MACCHI - *Utilizzazione delle acque marine* 41
B. BATTAGLIA - *La conservazione delle risorse biologiche del mare problemi e prospettive* 57
R. SELLI - *Prospettive minerarie nei fondi marini italiani* 69
R. FRASSETTO - *Interazione fra atmosfera mare e coste. Calamità e previsioni. Problemi insoluti* 85
L. TONOLLI - *Oceanologia e Limnologia o Limnologia e Oceanologia?* 99

Comunicazioni

A. LONGINELLI, G. CORTEGGI, M. BARTELLONI, E. BENVENUTI, G. LEONE & T. RICCHIUTO - *Studio isotopico dei solfati e fosfati disciolti nella acque oceaniche. Primi risultati delle campagne GEOSECS* 113
G. MAGAZZU' & F. CORIGLIANO - *I rapporti ionici Ca/Cl, Mg/Cl con la profondità nel Mar Ionio* 117
R. MUZZARELLI - *Determinazioni di tracce di metalli in acqua marina* 123
A. RENZONI - *Influenza di petroli su organismi marini* 127
I. FERRARI, C. BELLAVERE, L. CAMURRI & M. CATELLANI - *Ricerche limnologiche in un lago appenninico in condizioni di copertura ghiacciata* 131

A. TOMASIN - Ricerca sulle onde di bufera (storni surges) nell'Adriatico 135
M.C. HENDERSHOTT & P. RIZZOLI - Un modello matematico della circolazione termoalini invernale nel Mare Adriatico 139
R. DAZZI & M. TOMASINO - Modelli matematici per il delta del Po(il cuneo salino) 143
L. CAVALIERI - Misure di onde dalla piattaforma oceanografica Acqua Alta 147
R. SELLI, P. COLANTONI, A. FABBRI, S. ROSSI, A.M. BORSETTI & P.GALLIGNANI - Appunti di geologia marina detto Stretto di Messina 151
P. COLANTONI - Morfologia e sedimentazione recente nel Canale di Sicilia 155
P. GATTO & P. PREVIATELLO - Significato stratigrafico, comportamento meccanico e distribuzione nella laguna di Venezia di un'argilla sovraconsolidata nota come Caranto 159
L. TOMADIN - Origine e dispersione dei minerali argillosi nel Mar Tirreno 161
B. SCHREIBER - Datazione assoluta di stratificazioni recenti del sedimento marino per mezzo dei radioisotopi del fall-out 163
L. CAROBENE & A. BRAMBATI - Criteri per lo studio morfologico quantitativo delle spiagge 167
M. BONDESAN & R. DAL CIN - Primi dati sull'evoluzione morfologica e la distribuzione dei sedimenti nel tratto di costa tra Volano (FÉ) e la foce del Savio (RA) 171
E. COCCO - Variazioni della linea di costa alto ionica (da Capo Spulico a Punta Rondinella) negli ultimi 100 anni 175

Atti dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia

1ª Assemblea Generale 180
Consiglio di Presidenza 182
Consiglio di Presidenza 184
Consiglio di Presidenza 186
2ª Assemblea Generale 188
Consiglio di Presidenza 192
3ª Assemblea Generale 194
Mozioni conclusive dell'Assemblea Generale del 6 Novembre 1974 196

Appendice

Statuto 199
Regolamento 203

A.I.O.L.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
PER GLI ANNI 1972-1974

Presidente:	Raimondo SELLI
Consiglieri:	Bruno BATTAGLIA
	Giuliano BONOMI
	Norberto DELLA CROCE
	Paolo FRANCO
	Roberto FRAS SETTO
	Carlo MORELLI

Segretario: Paolo COLANTONI

PRESENTAZIONE

Questo volume rende conto dell'attività dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia (A.I.O.L.) nei suoi due primi anni di vita e più precisamente dal 27 Giugno 1972 al 31 Dicembre 1974. Esso consta di due parti distinte:

a) Atti del 1° Congresso Italiano di Oceanologia e Limnologia tenutosi a Bologna il 5-6 Novembre 1974. Tale Congresso ha rappresentato il momento qualificante della nostra Associazione costituita per favorire, per mezzo di contatti scientifici, la collaborazione fra studiosi delle diverse discipline afferenti all'oceanologia e alla limnologia onde contribuire al progresso di queste scienze.

b)Atti dell'A.I.O.L. fino al 31 Dicembre 1974, termine della prima Presidenza. Essi comprendono i resoconti delle Assemblee generali dei soci e delle riunioni del Consiglio di Presidenza. Vengono riportati infine i documenti organizzativi dell'Associazione e l'elenco aggiornato dei Soci.

R. SELLI (Presidente) e P. COLANTONI (Segretario) hanno curato la raccolta e la sistemazione del materiale, coadiuvati dalla Sig.ra G. GALLERA-NI e dal personale del Laboratorio di Geologia Marina del CNR di Bologna.

R. SELLI e P. COLANTONI

ATTI
DEL 1° CONGRESSO NAZIONALE
DI
OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

Bologna, 5-6 Novembre 1974

ORGANIZZAZIONE E INAUGURAZIONE

In una prima circolare distribuita a tutti i Soci alla fine di Maggio 1974 veniva annunciato che il 1° Congresso dell'A.I.O.L. si sarebbe tenuto a Trieste nei giorni 8 e 9 Settembre. Successivamente, essendo venute a mancare a Trieste le possibilità organizzative, il Congresso fu rimandato al 5 e 6 Novembre con sede a Bologna.

L'organizzazione è stata curata dal Presidente R. SELLI e dal Segretario P. COLANTONI, con la collaborazione di tutto il Consiglio di Presidenza. Al lavoro,di segreteria hanno collaborato molto attivamente anche la Sig.ra Gianna GALLERANI e, nelle ultime fasi e durante il Congresso, il Dott. P. CURZI e la Prof. A. M. BORSETTI assieme al personale tecnico del Laboratorio di Geologia Marina del C.N.R., fra cui i Sigg. FERRETTI, MAROZZI, ORI, ZINI e ZUCCHINI.

Il 1° Congresso deH'A.LO.L. si è svolto nell'Aula Magna dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna secondo il qui unito programma. Nella mattina del 6 Novembre il Congresso è stato sospeso per l'Assemblea generale dei Soci e la stesura delle mozioni conclusive.

Al Congresso hanno partecipato 105 persone di cui si unisce l'elenco.

PROGRAMMA DEL 1° CONGRESSO NAZIONALE DELL'A.I.O.L.

5 NOVEMBRE

Ore 9,30 - 10,00 - Seduta inaugurale.

Ore 10,00 - 12,30 - Relazioni scientifiche:

R. SELLI: *Sullo stato dell'Oceanologia italiana.*
A. TESTONI: *Cartografia marina italiana.*
G. MACCHI: *Utilizzazione delle acque marine.*

Ore 15,00 - 18,00 - Relazioni scientifiche:

B. BATTAGLIA: *La conservazione delle risorse biologiche del mare, problemi e prospettive.*
R. SELLI: *Prospettive minerarie nei fondi marini*
R. FRASSETTO: *Interazione fra atmosfera mare e coste. Calamità e previsioni. Problemi insoluti.*
L. TONOLLI: *Oceanologia e Limnologia o Limnologia e Oceanologia?*

Ore 18,00 - 19,00 - Comunicazioni scientifiche:

A. LONGINELLI et al.: *Studio isotopico dei solfati e fosfati disciolti nette acque oceaniche. Primi risultati delle campagne GEOSECS*

G. MAGAZZU & F. CORIGUANO: I rapporti ionici Ca/Cl, Mg/Cl con la profondità nel Mar Ionio.

R. MUZZARELLI: *Determinazioni di tracce di metalli in acqua marina.*

Ore 19,00 - Vermouth offerto ai Congressisti dal Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R. Bologna.

6 NOVEMBRE

Ore 9,00 - 11,30 - Assemblea generale dei Soci con il seguente ordine del giorno:

— Ammissione nuovi Soci;
— Relazione sullo stato dell'Associazione;
— Elezione del Presidente e del Consiglio di Presidenza per il biennio 1975/1976;
— Discussione sullo stato dell'Oceanologia e Limnologia in Italia;
— Varie ed eventuali.

Ore 11,30 - 12,30 - Comunicazioni scientifiche:

A. RENZONI: *Influenza di petroli su organismi marini.*

L, RAUNICH: *L'accrescimento stagionale dei Mugilidi nell'alto Adriatico.*

I. FERRARI et al.: *Ricerche limnologiche in un lago appenninico in condizioni di copertura ghiacciata.*

Ore 15,00 - 19,00 - Comunicazioni scientifiche:

A. TOMASIN: *Ricerca sulle onde di bufera (storm surges) nell'Adriatico.*

M. C. HENDERSHOTT & P. RIZZOLI: *Un modello matematico della circolazione termoalina invernale nel Mare Adriatico.*

R. DAZZI & M. TOMASINO: Modelli matematici per il delta del Po (il cuneo salino).

L. CAVALIERI: *Misure di onde dalla piattaforma oceanografica Acqua Alta.*

R. SELLI et al.: *Appunti di geologia marina dello Stretto di Messina.*

P. COLANTONI: *Morfologia e sedimentazione recente nel Canale di Sicilia.*

P. GATTO & PREVIATELLO: *Significato stratigrafico, comportamento meccanico e distribuzione nella laguna di Venezia di un'argilla sovraconsolidata nota come Caranto.*

L. TOMADIN: *Origine e dispersione dei minerali argillosi nel Mar Tirreno.*

B. SCHREIBER: *Datazione assoluta di stratificazioni recenti del sedimento marino per mezzo dei radioisotopi del fall-out.*

L. CAROBENE & A. BRAMBATI: *Criteri per lo studio morfologico quantitativo delle spiagge.*

M. BONDESAN & R. DAL GIN: *Primi dati sull'evoluzione morfologica e la distribuzione dei sedimenti nel tratto di costa tra Volano (FE) e la foce del Savio (RA).*

E. COCCO: *Variazioni della linea di costa alto ionica (da Capo Spulico a Punta Rondinola) negli ultimi 100 anni.*

ELENCO DEGLI ISCRITTI
AL l° CONGRESSO DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

Bruno ANSELMI - Via di Priscilla, 106 - Roma
Luigi BARBANTI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara)
Carlo BARTOLINI - Istituto di Geologia - Via Lamarmora, 4 – Firenze
Michael BERNHARD - C.N.E.N. - Laboratorio per lo studio della contaminazione del mare - Fiascherino (SP)
Ferdinando BIFFI - Via Vittorio Emanuele, 50 - Monza (MI)
Arturo BOLOGNARI - Istituto di Zoologia- Università di Messina
Giovanni BOMBACE - Laboratorio di Tecnologia della Pesca del C.N.R. - Molo Mandracchio - Ancona
Carla BONACINA - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara)
Marco BONDESAN - Istituto Geologico dell'Università - C,so E. I d'Este, 32 - Ferrara
Giuliano BONOMI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara)
Antonio BRAMBATI - Istituto di Geologia dell'Università - P.le Europa, 1 - Trieste
Davide BREGANT - Istituto Sperimentale Talassografico - Via Romolo Gessi, 2 - Trieste
Aldo BRONDI - C.N.E.N. - S. Maria di Galena (Roma)
Giulio Cesare CARLONI - Istituto di Geologia dell'Università - Via Zamboni, 67 - Bologna
Vincenzo CARPENTIERI - Istituto Idrografico della Marina – Genova
Luigi CAROBENE - Istituto di Geologia e Paleontologia - P.le Europa, 1 - Trieste
Giampiero CATANI - Istituto di Geologia - P.le Europa, 1 - Trieste
Luigi CAVALIERI - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. – Venezia

Giovanni CAVICCHIOLI - Istituto di Anatomia Comparata - Via Scienze, 17 – Ferrara
Paolo COLANTONI - Laboratorio per la Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna
Bruno CESCON - Tecneco S.p.A./Stam - Fano (Pesaro)
Francesco CINELLI - Stazione Zoologica di Napoli - Punta S. Pietro – Ischia Porto (Napoli)
Alfredo CIVETTA - Istituto Idrografico della Marina - Passo Osservatorio, 4 - Genova
Ennio COCCO - Istituto di Geologia dell'Università di Napoli
Maria Luisa COLALONGO - Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna
Alessandra COMASCHI - Istituto di Biologia del Mare - Riva 7 Martiri - Venezia
Gianni CORTECCI - Laboratorio di Geologia Nucleare - Università di Pisa
Paolo CORTESI - Centro universitario di studi e ricerche sulle risorse marine - Cesenatico
Salvatore CUCUZZA SILVESTRI - Istituto di Vulcanologia – Catania
Pietro CURZI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna
Riccardo DE BERNARDI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara)
Renzo DAL CIN - Istituto di Geologia - Università di Ferrara
Ignazio DAGNINO - Istituto Geofisico - Via Balbi, 30/23 – Genova
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
Norberto DELLA CROCE - Università - Via Balbi, 5 – Genova
Arturo DE MAIO - Istituto Universitario Navale – Napoli
Sara D'ONOFRIO - Istituto di Geologia e Paleontologia - Via Zamboni, 67 - Bologna
Ireneo FERRARIO - Laboratorio di Ecologia - Università - Borgo Carissimi, 10 - Parma
Alfredo FERRARIO - Istituto di Mineralogia - Via Botticelli, 23 – Milano
Riccardo FERRO - Istituto di Chimica Generale dell'Università di Genova
Giuliano FIERRO - Corso Paganini, 23/5 – Genova
Valentino FOSSATO - Istituto di Biologia del Mare - Riva 7 Martiri, 1364/A – Venezia.

Paolo FRANCO - Istituto di Biologia del Mare - Castello 1364 – Venezia
Roberto FRASSETTO - Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - C.N.R. - 1364 San Polo (Venezia)
Carlo FROGLIA - Laboratorio di Tecnologia della Pesca - Molo Mandracchio - Ancona
Paolo GALLIGNANI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna
Sebastiano GENOVESE - Istituto di Idrobiologia - Università di Messina
Paola GIORDANI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna
Francesco GIORGETTI - Via Sistiana, 25/c – Trieste
Elvezio GHIRARDELLI - Istituto di Zoologia dell'Università di Trieste
Gianalberto GREGO - Enel - Servizio Idrologico - Corso del Popolo 245 - Mestre (Venezia)
Piero GUILIZZONI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara)
Maria Grazia KOSSUT - CNEN - Laboratorio Contaminazione Mare - Fiascherino (La Spezia)
Duilio LAUSI - Istituto e Orto Botanico dell'Università – Trieste
Anna LOMBARDO - Istituto Biologia del Mare - Riva 7 Martiri – Venezia
Antonio LONGINELLI - Laboratorio di Geologia Nucleare - Via S. Maria, 22- Pisa
Giuseppe MACCHI - Via G. B. Morgagni, 30/E – Roma
Giuseppe MAGAZZU' - Istituto di Zoologia dell'Università - Via dei Verdi, 75 – Messina
Paola MALANOTTE RIZZOLI - Laboratorio dinamica grandi masse del C.N.R. - S. Polo – Venezia
Lanfranco MANCINI - Centro Studi e Ricerche sulle Risorse Biologiche Marine – Cesenatico
Francesco MARABINI - Laboratorio per la Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna
Annarosa MAURULIS BORGATTI - Via Napoli, 5 – Bologna
Ulderico MELCHIORRI-SANTOLINI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Verbania-Pallanza (Novara)
Michelangelo MERLIN - Castello 4426 – Venezia
Francesco MIONI - Enel - Servizio Idrologico - Corso del Popolo, 245 - Mestre (Venezia)
Mauro MORETTI - Via Epomeo, ISO – Napoli
Riccardo MUZZARELLI - Casella Postale 693 – Bologna

Pietro NOTO - Istituto Internazionale Geotermico - Lungarno Pacinotti, 55 - Pisa
Giuliano OREL - Istituto di Zoologia - Università di Trieste
Mauro ORUNESU - Istituto di Fisiologia Generale - Università di Genova
Carlo PALAU - Via Caffaro, 7/10 – Genova
Lorenzo PAPA - Via Pormata, 85/30 – Genova
Giancarlo PASINI - Laboratorio di Geologia Marina – Bologna
Corrado PICCINETTI - Laboratorio di Biologia Marina e Pesca – Viale Adriatico, 54 - Fano
Mario PICOTTI - Viale Miramare, 31 - Trieste
Sandro PIGNATTI - Istituto e Orto Botanico dell'Università di Trieste
Carlo POLVANI - CNEN - Viale Regina Margherita, 125 – Roma
Angelo PIRO - CNEN - Laboratorio studio contaminazione del mare - Fiascherino (La Spezia)
Roberto POLETTI - Centro Universitario studi e ricerche sulle risorse biologiche marine – Cesenatico
Ernesto RABBI - Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna
Gianangelo RASINI - Via Telesio, 12 - Milano
Leo RAUNICH - Istituto di Anatomia comparata - Via Scienze, 17 – Ferrara
Aristeo RENZONI - Istituto Anatomia comparata - Via Cerchia, 3 – Siena
Maria RIGILLO TRONCONE - Via Posillipo, 69 – Napoli
Sergio ROSSI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna
Delio RUGGIU - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara)
Emilie SANSONE - Via Consalvo, 109 - Napoli
Michele SARÀ - Istituto di Zoologia dell'Università - Via Balbi, 5 – Genova
Andrea SCACCINI - Laboratorio di Biologia Marina e Pesca - Viale Adriatico, 52 – Fano
Raimondo SELLI - Laboratorio di Geologia Marina - Via Zamboni, 65 - Bologna
Bruno SCHREIBER - Istituto di Zoologia - Università di Parma
Attilio SOLAZZI - Istituto di Botanica - Università di Padova
Mario SPECCHI - Istituto di Zoologia e Anatomia comparata dell'Università di Trieste
Carlo STOCCHINO - Istituto Idrografico della Marina – Genova
Marco TAVIANI - Via Marco Polo, 17 – Bologna
Aldo TESTONI - Istituto Idrografico della Marina - Passo Osservatorio, 4 - Genova

Claudio TOLOMIO - Istituto di Botanica e Fisiologia Vegetale dell'Università di Padova

Alberto TOMASIN - Laboratorio per lo studio della dinamica delle grandi masse - C.N.R. - S. Polo 1364 - Venezia

Livia TONOLLI - Istituto Italiano di Idrobiologia - Pallanza (Novara)

Menico TORCHIO - Civica Stazione di Idrobiologia - Viale Gadio, 2 - Milano

Leopoldo TROTTI - Istituto sperimentale talassografico - Viale R. Gessi, 2 - Trieste

Giulio Antonio VENZO - Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università - P.le Europa, 1 - Trieste

Gino ZOLI - Accademia Navale - Livorno

Piero ZUFFARDI - Università di Milano

Marcello ZUNICA - Istituto di Geografia - Università - Via del Santo, 26 - Padova

SEDUTA INAUGURALE

II Congresso si è aperto alle ore 9,30 nell'Aula Magna dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna alla presenza di circa 150 persone. Il Presidente, Prof. R. SELLI, ha dato subito la parola al Prof. Tito CARNACINI, Rettore dell'Università di Bologna, che ha rivolto ai convenuti il seguente saluto:

«Porgo il benvenuto a tutti i partecipanti a questo I Congresso Nazionale indetto dall'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia.

Anche ad un profano della materia, quale io sono, appaiono evidenti la grande importanza e attualità dei problemi che tratterete a fondo e che riguardano lo sfruttamento delle risorse biologiche del mare, le prospettive minerarie dei mari italiani, le possibili risorse ottenibili dall'acqua marina ed infine la difesa costiera e le moderne tecniche di indagine.

D'altra parte Bologna, che sul piano storico può ricordare a proprio vanto di essere la patria del Marsili, fondatore dell'Oceanografia, ospita da qualche anno tra le mura del nostro Studio il Laboratorio per la Geologia Marina del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Laboratorio che, come tutti sanno, è diretto dal Prof. Selli, mentre non va dimenticato che dal 1965 esiste e funziona in Cesenatico il Centro di Studi e Ricerche sulle risorse biologiche marine creato per iniziativa della Facoltà di Medicina Veterinaria e affidato alla dirczione del Prof. Viviani.

Ricordo anche che esiste, con una data anteriore, il Centro di Fano che va ricollegato, con una certa autonomia non fosse altro perché esula dai confini della nostra regione, all'Università di Bologna ed è affidato alla saggia direzione del Prof. Scaccini.

Se queste sono le iniziative grazie alle quali l'Università di Bologna oggi ha titolo specifico per ospitare questo importante Convegno, mi sia

consentito di sottolineare come esso cada in un momento particolarmente idoneo, per cui grande è la sua tempestività. Infatti non credo di svelare un segreto, giacché al contrario mi impongo il dovere di raccogliere tutti gli elementi utili, se rivelo che proprio di recente il Ministro incaricato, dato che è un Ministero senza portafoglio, per la programmazione della ricerca scientifica, ha preso l'iniziativa di porre sul tavolo la costituzione di un Corso di Laurea o meglio ancora di una Facoltà di Oceanografia. A tale proposito, allo scopo di raccogliere dati ed elementi e soprattutto di sollecitare la raccolta di questi dati e di questi elementi, egli si è rivolto alla Conferenza dei Rettori ed in ispecie al sottoscritto quale suo rappresentante. La raccolta di questi elementi è all'inizio, quindi grande è perciò l'importanza di quello che potrà essere raccolto qui dai vostri lavori. Pertanto il problema è all'ordine del giorno e questo conferma ciò che appunto accennavo e cioè che i vostri lavori presentano un interesse non di maniera ma vivo e concreto. Perciò, in attesa di conoscerne i risultati, sotto l'angolo visuale di cui ho il compito di occuparmi e di riferire poi a chi di ragione, auguro al vostro Convegno il più felice e ampio successo».

Il Prof. R. SELLI, nella sua qualità di Presidente dell'A.I..O.L. e di organizzatore del Congresso, ha quindi detto:

«Ringrazio l'Amico, Prof. Carnacini, Rettore dell'Università di Bologna e Presidente della Conferenza dei Rettori, che ha voluto presenziare all'apertura di questo nostro Congresso e per le calde parole che ha voluto esprimerci.

Magnifico Rettore, Signore e Signori, l'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, fondata il 27 Giugno 1972 e nata in pratica il 12 Dicembre 1972 con l'elezione delle cariche sociali e la successiva approvazione del regolamento, riceve oggi il suo battesimo ufficiale. Permettetemi di esprimere la mia soddisfazione nel vedere qui riuniti tanti Studiosi del mare e dei laghi e di discipline tanto diverse: idrografia marina, oceanografia fisica, oceanografia chimica, biologia marina, limnologia, geofisica, geologia, ecc., tanto per limitarci alle principali. È la migliore dimostrazione della necessità della ricerca interdisciplinare nello studio del mare e dei laghi; interdisciplinarietà che sta alla base della nostra Associazione.

Insieme alla mia, e credo nostra soddisfazione per essere qui riuniti, permettemi anche di esprimere il ringraziamento per essere venuti a Bologna da ogni parte d'Italia e di darvi il benvenuto in questo Istituto che ospita anche il Laboratorio di Geologia Marina del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Mi auguro che l'aver fondato e tenuto a balia questa nostra Associazio-

ne proprio qui a Bologna, patria di Luigi Ferdinando Marsili, fondatore indiscusso dell'Oceanografia, sia il miglior auspicio per lo sviluppo futuro della nostra stessa Associazione.

Mi devo però scusare con voi se si è dovuto rimandare varie volte questo Congresso, per cause impreviste e sopravvenute al di fuori della nostra volontà.

Ringrazio tutti coloro che hanno collaborato con me per l'organizzazione di questo Congresso. In primo luogo il Dott. Paolo Colantoni, attivo Segretario della nostra Associazione, i relatori che oggi e domani prenderanno la parola e i colleghi del Consiglio di Presidenza per il loro contributo costruttivo. Un grazie sincero, infine, a tutti i collaboratori del Laboratori di Geologia Marina che hanno messo a punto l'organizzazione logistica del Congresso e in particolare, oltre al citato Dott. Colantoni, i Dott. Curzi Borsetti, la Sig.ra Gallerani e i Sigg. Zucchini, Marozzi, Ferretti, Ori, Casoni, Zini, Landuzzi, Mengoli.

Dichiaro aperto il Congresso».

RELAZIONI

RAIMONDO SELLI*

SULLO STATO DELLA OCEANOLOGIA ITALIANA

Penso che nell'iniziare i lavori di questo nostro Congresso sia opportuno analizzare rapidamente insieme le condizioni attuali della Oceanologia italiana, il suo recente passato e le sue prospettive future. Non sarà un discorso facile e neppure esauriente, dato il poco tempo disponibile. Premetto che tutto quello che dirò è più o meno noto, ma è sempre utile richiamarlo. Mi riferirò inoltre solo alla Oceanologia, il campo di mia diretta competenza; ma credo che poco diverse siano le conclusioni per la Limnologia.

Come tutti noi sappiamo, col termine di Oceanografia od Oceanologia, la differenza non è sostanziale, si intende oggi lo studio globale del mare (fisica e chimica delle acque, biologia, sedimentologia, ecc.), delle interazioni acqua-aria e acqua-fondo e della crosta terrestre e del mantello sottostanti (geologia e geofisica). È un campo di ricerca enormemente vasto, cui concorrono le competenze più varie e nel quale si intrecciano la ricerca di base puramente scientifica, quella applicata e quella tecnologica.

Forse è superfluo insistere sulle applicazioni pratiche immediate che conseguono da tali studi nei campi economico, sociale, politico e militare. Basti pensare che circa i tre quarti del nostro pianeta sono coperti dal mare e, per quanto ci riguarda più direttamente, il nostro. Paese si protende nel mare con i suoi 8.000 km. di coste.

È al mare che sempre più si indirizza oggi l'uomo e ancor di più lo farà in avvenire per il reperimento di nuove fonti, per l'approvigionamento di materie prime alimentari e minerali e di energia, necessarie per il

*Direttore del Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R. Bologna.

suo progresso e la sua sopravvivenza. Dal mare dipende il clima e la vita stessa sul Pianeta. Problemi di fondamentale importanza, quali la salvaguardia dell'ambiente dall'inquinamento, la difesa delle coste, l'utilizzazione della piattaforma continentale, ecc. possono trovare una corretta soluzione solo dalla ricerca oceanologica. Ma di tutti questi e di altri argomenti sentiremo parlare nelle relazioni di oggi.

I colossali interessi economici, politici e militari che suscita oggi il mare, sono ben chiari anche in sede ONU, dove le delegazioni di tutti gli Stati del mondo discutono da oltre sei anni, in modo spesso acceso, sul diritto del mare. Malgrado gli eufemismi diplomatici e le parole spesso apparentemente altruistiche, ogni stato ha in realtà come obiettivo l'accaparramento della maggior fetta possibile degli spazi marini e di risorse marine provate o presunte.

A dimostrare l'enorme importanza delle ricerche marine e le aspettative che esse suscitano, stanno i grandi sforzi organizzativi e la mole crescente di investimenti finanziari di tutti i Governi, e in particolare di quelli del Paesi più sviluppati. Agli investimenti seguono imponenti Istituti, navi e altri mezzi sempre più sofisticati, tecnologie .avanzate, realizzazioni di programmi che fino a pochi anni fa potevano apparire fantascientifici. Questo colossale sviluppo iniziato subito dopo la II guerra mondiale sta raggiungendo ora un vero e proprio « boom ». Si può ben dire che il mare è il grande obiettivo della ricerca degli anni '70 e '80, come l'atomo e lo spazio lo furono negli anni '40, '50 e '60.
In questo fervore di ricerche quale è la nostra situazione?

INVESTIMENTI. Lasciamo da parte i soliti Stati Uniti, dove gli investimenti son valutati in parecchi miliardi di dollari (non di lire!) all'anno e l'Unione Sovietica, di cui si conosce ben poco. Limitiamoci a dati ufficiali dei Paesi del Mercato Comune Europeo. Per la sola ricerca scientifica di base sono stati investiti nel 1972: Germania 22,5 miliardi di lire, Francia 12,2, Olanda 1,6, Belgio 0,55, Italia circa 2,2 miliardi (Fig. 1). Dal 1968 al 1972 l'incremento medio degli investimenti europei è stato del 130%, per l'Italia invece è stato stazionario cioè zero. Il confronto sarebbe ancor più deprimente se si tenesse ben presente che gli altri Paesi, oltre alle spese suddette, hanno investito somme notevoli per la costruzione di navi e di tecnologie avanzate, che in Italia non sono state fatte; negli altri Paesi europei, inoltre, si ha il contributo dell'Industria pubblica e privata, da noi assolutamente assenti.

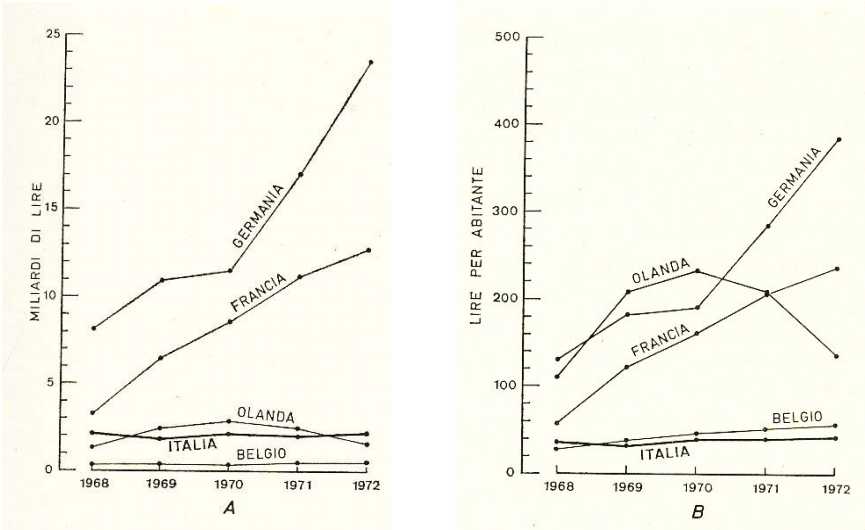

Fig. 1 - Spese per la ricerca scientifica oceanografica nei paesi della Comunità Economica Europea dal 1968 al 1972. A in cifre assolute; B in lire per abitante.

ORGANIZZAZIONI DI BASE. Di fronte ad organizzazioni quali il CNEXO in Francia, il Natural Environmental Research Council, e l'Oceanography and Fisheries Commitee in Inghilterra, la Commissione per la ricerca oceanografica dalla Germania Occidentale, per non parlare di USA e URSS, in Italia non abbiano nulla, neppure la semplice Commisione oceanografica del CNR a carattere consultivo.

NAVI. USA e URSS oltre 200 navi ciascuna e spesso molto sofisticate e di notevole stazza; Francia 50 navi, Germania occ. 8 grandi navi più numerose minori; Inghilterra 1.5 navi maggiori più 30 minori; Italia 5 navi, di cui solo due anche se invecchiate e faticosamente attrezzate, la Bannock e la Marsili, sono di rispettabile stazza e adatte a ricerche multidisciplinari. Unica speranza in questo campo ci viene dal recente varo della grande nave idrografica Magnaghi della Marina Militare.

ISTITUTI. Come è noto in Italia abbiamo 6 Istituti o Laboratori del CNR, l'Istituto Idrografico della Marina, l'Osservatorio Geofisico di Trieste, l'Istituto Navale di Napoli, l'Istituto Talassografico di Trieste, la Stazione Zoologica di Napoli, che conducono una ricerca Oceanologia più

o meno intensa. Esistono poi un'altra dozzina di piccoli centri talora obsoleti. I confronti con i grandi e numerosi Istituti stranieri non sono possibili, salvo rarissimi casi. Infatti la Comunità Europea definisce i nostri Istituti come troppo piccoli e dispersi.

PERSONALE. Si possono valutare sull'ordine di grandezza delle 300 persone i ricercatori e i tecnici, che in Italia sono occupati in modo continuativo nelle ricerche scientifiche marine (CNR, Università, altri Enti). In Francia, Germania occ., Gran Bretagna ammontano a parecchie migliaia, negli Stati Uniti a diverse decine di migliaia.

In conclusione, da un punto di vista complessivo, il divario fra la nostra Oceanologia e quella degli altri Paesi industrializzati europei è di un ordine di grandezza (cioè 1 rispetto a 10), fra noi e ,gli Stati Uniti è di due ordini di grandezza (come 1 sta a 100 o a qualche centinaia).

E si badi, malgrado questa enorme scarsità di mezzi finanziari, strutture e uomini, l'Oceanologia italiana, almeno per certe discipline è spesso altamente considerata e apprezzata in campo internazionale ed è nostro merito aver fatto notevolmente progredire le conoscenze di base nel Mediterraneo. Ma ciò è dovuto solo alla capacità, entusiasmo e spesso abnegazione dei pochi ma validi ricercatori. Come si suoi dire stiamo facendo «nozze con delle lumache».

Qui il discorso si fa più complesso. Perché di una tale situazione?

Finita la II guerra mondiale, quando in tutto il mondo iniziava la moderna ricerca oceanologica, che in pochi anni doveva diventare frenetica e con uno sviluppo .a carattere esponenziale, in Italia esisteva una sola struttura veramente efficiente nel nostro campo, l'Istituto Idrografico della Marina, che conta oggi più di un secolo di vita. Operavano inoltre con fatica l'Istituto Navale di Napoli e i tre Istituti Talassografici di Trieste, Tarante e Messina. Per il resto la ricerca era affidata a pochi Studiosi isolati se pur validissimi.

Curate le ferite della guerra e acquisita nel 1962 la N/O Bannock, il Consiglio Nazionale delle Ricerche dal 1963 sviluppa gradualmente e con criteri moderni la ricerca oceanologica in Italia. Viene creata la Commissione Oceanografica, che coordina, e in un primo tempo anche gestisce, vasti programmi, affiancata dal programma delle Risorse marine; viene lanciato e con successo condotto a termine un primo programma quinquennale per l'Oceanografìa (1965-1969); vengono istituiti 6 nuovi Istituti o Laborato-ri (per la Biologia marina, Geologia marina, Dinamica delle grandi masse, Tecnologia della pesca, Sfruttamento biologico delle Lagune, Automazio-

ne navale) con previsioni di consistenti sviluppi di mezzi finanziari e di personale specializzato; alla N/O Bannock si affiancano altre due navi, la Marsili e la d'Ancona, una grande boa oceanografica ed altri mezzi minori. Programmi anche ad ampio respiro, sono finanziati e commessi a numerosi Istituti Universitari ed altri Enti, primi fra tutti l'Osservatorio Geofisico di Trieste e l'Istituto Idrografico della Marina.

Si ha l'impressione che il Consiglio Nazionale delle Ricerche voglia realmente sviluppare la ricerca oceanologica in Italia con larghezze di vedute, per renderla consona alla posizione economica ed industriale del Paese. D' altra parte, i notevoli risultati ottenuti nella conoscenza del Mediterraneo e dei Mari italiani in particolare, giustificano pienamente questa impressione.

Ma nell'anno 1970 questa attività e questi intenti si affievoliscono improvvisamente. Un secondo piano quinquennale (1970-1974), accuratamente studiato e che prevedeva un notevole incremento delle ricerche e naturalmente dei finanziamenti, resta lettera morta; si arresta il previsto sviluppo degli Istituti e Laboratori del CNR di recente creazione; viene abbandonato il progetto di istituire altri organi di ricerca oceanologica; gli organi esistenti inoltre passano alle dipendenze dei vari Comitati del CNR, facendo cadere quel carattere interdisciplinare proprio della ricerca oceanologica; la Commissione oceanografica sopravvive fino al 1972 e non viene più rinnovata; si riducono o cessano i finanziamenti per la ricerca universitaria nel campo della Oceanologia.

Si entra così in una fase di stagnazione o addirittura di regresso, perdendo la speranza di ridurre il gap scientifico della nostra Oceanologia rispetto a quella degli altri paesi più progrediti, col rischio di ripiombare al livello dei paesi sottosviluppati. Ma anche se la vogliamo eufemisticamente definire una stagnazione, oggi stagnazione vuole dire regresso, vuoi dire sfiducia da parte del ricercatore e alla lunga vuoi dire assenteismo ed abbandono. Eppure nella breve primavera oceanologica italiana si era creato un buon numero di ottimi ricercatori e di tecnici specializzati ed altamente qualificati e nuove leve si preparavano ad ingrossare il plotone. E nella ricerca scientifica il personale costituisce il capitale più prezioso e più difficile da creare.

Evidentemente col 1970 è intervenuta una volontà precisa di politica generale della ricerca, che ha arrestato il promettente sviluppo della ricerca oceanologica in Italia. Solo successivamente, a questa situazione di stanca si è aggiunta la crisi economica del Paese con le ben note difficoltà

di ogni genere, fra cui le riduzioni dei fondi a disposizione del C.N.R. per tutta la ricerca.

Per una ripresa di sviluppo della Oceanologia in Italia resta ancora in piedi una speranza: il programma finalizzato per l'Oceanografìa, che dovrà essere presentato al CIPE nella prossima primavera per un'augurabile approvazione ed un auspicabile successivo finanziamento. Se son rose, e speriamo che lo siano, fioriranno, e auguriamoci che sia una fioritura rigogliosa. Ma è legittimo che a noi ricercatori, ormai provati da quattro anni di esperienza negativa, rimanga qualche dubbio, che solo Ì fatti concreti possono dissolvere.

Ci resta da rispondere ad un'ultima domanda. Come è possibile uscire dalla situazione attuale di stagnazione?

Anzitutto è ben chiaro che per condurre con serietà la ricerca oceanologica, sia quella di base sia quella applicata, sono necessari larghi mezzi finanziari. Si tratta per ogni anno di parecchi miliardi, forse una decina forse anche più. Il mare è grande ma anche grandi devono essere i mezzi per conoscerlo e per studiarlo. Sono ricerche inoltre che devono essere programmate su un lungo l'arco di tempo, sia per la preparazione del personale sia per la elaborazione dei risultati.

Una tale ricerca non può essere condotta dall'Università, perché troppo costosa, perché richiede vaste organizzazioni di base e perché necessita di uno stuolo di personale tecnico specializzato. Quale Università italiana infatti può permettersi il lusso di acquistare una nave per parecchie centinaia di milioni, di armarla, spendere un milione al giorno per il suo funzionamento e di assicurarle una continuità di ricerca scientifica per tutto l'anno? Senza contare le centinaia di milioni per le attrezzature scientifiche e di bordo, gli stipendi al personale scientifico e tecnico specializzato a bordo e nei laboratori a terra. La collaborazione delle Università è però indispensabile sia per le ricerche specialistiche o particolari, sia per la preparazione del personale scientifico.

Si può perciò dire che oggi in Italia la ricerca oceanologica può essere condotta e organizzata solo dal Consiglio Nazionale delle Ricerche o, come avviene in altri paesi, da un grosso Ente ad hoc.

Ma il problema di fondo resta il finanziamento. I fondi a disposizione del C.N.R. sia per i tagli subiti, sia per la svalutazione della moneta sono insufficienti per mandare avanti tutta la ricerca scientifica italiana. Perciò per trovare i fondi per la ricerca oceanologica sono possibili solo due vie: o trovare i fondi all'interno del C.N.R. riducendo le spese per ricerche ormai obsolete o superflue, ammesso che ce ne siano; oppure

trovare i fondi al di fuori di quelli attualmente a disposizione del C.N.R., ad esempio col finanziamento del programma finalizzato suaccennato (dopo l'approvazione del CIPE) o con una legge speciale come si è fatto per lo spazio o con altra via.

Contemporaneamente ai finanziamenti sarà necessaria la creazione delle strutture di base capaci di programmare e gestire la ricerca in un quadro razionale.

In ogni caso però è necessaria entro e fuori del C.N.R. una precisa volontà politica di sviluppare la ricerca oceanologia in Italia. Una volontà che avrebbe tutte le giustificazioni concrete e lampanti alla luce dei risultati già ottenuti in Italia e soprattutto di quanto avviene nel resto del mondo. Ma tale volontà deve manifestarsi al più presto perché l'oceanologia italiana e l'interesse del Paese non perdano definitivamente l'autobus e rimangano, anche in questo campo come semplici spettatori dei successi non solo scientifici ma anche economici degli altri Paesi, spesso meno progrediti del nostro. L'avvenire di un Paese non può essere basato solo sul turismo o sulla costruzione di elettrodomestici e di automobili, ma soprattutto sulla ricerca scientifica, sia quella di base, sia quella applicata (la differenza non è sostanziale); è solo da questa che può venire a scadenza più o meno lunga anche una realtà economica più sostanziosa. E il mare è uno dei campi più vasti e più promettenti per l'avvenire.

Possiamo solo sperare che gli organi direttivi del CNR, che si sono acquistati il grande merito di far sorgere in Italia una moderna ricerca oceanologica, si decidano a conquistarsi un merito ancor maggiore nel promuovere la continuazione e lo sviluppo di tale ricerca.

Per raggiungere questo scopo, noi, che siamo semplici ricercatori privi di poteri decisionali, abbiamo a disposizione solo due mezzi:

- primo, convincere noi stessi che i nostri programmi particolari, per necessità sempre limitati, non sono sufficienti per sviluppare una vera Oceanologia italiana; questa richiede una enorme raccolta sistematica e ripetuta di un gran numero di dati, possibile solo con una vasta organizzazione di base interdisciplinare
- secondo, sensibilizzare e convincere ad ogni livello l'opinione pubblica, il politico, gli Organi direzionali del CNR, l'imprenditore pubblico e privato, che lo studio del mare sotto ogni aspetto è un grande obiettivo con enormi conseguenze economiche e sociali.

Potremo, non ora, ma domani mattina discutere assieme i mezzi d'azione. Per ora mi scuso con voi se, col mio pessimismo, ho turbato

l'atmosfera serena che accompagna l'inizio di ogni Congresso. Ma penso che sia più onesto guardare in faccia la realtà piuttosto che ignorarla.

Grazie a tutti per avermi pazientemente ascoltato.

INTERVENTI

L. TONOLLI. - Vorrei aggiungere qualche notizia circa la ricerca limnologica. È ovvio che si debba essere d'accordo sulle basi di discussione che il Prof. Selli ha posto. La ricerca oceanologica è estremamente importante, però io direi che il problema principe degli anni 70-80 è quello dell'acqua. L'acqua è un tutt'uno, non ci sono barriere tra acque interne e acque marine. D'altra parte nell'ambito del CNR, fino agli anni 70 esisteva una commissione di « Oceanografia e Limnologia », in cui erano rappresentati oceanografi e limnologi di tutte le estrazioni, essendo ogni scienza dell'acqua, salata o no, per forza di cose, interdisciplinare. Ad esempio negli Stati Uniti, esiste l'American Society for Limnology and Oceanography che produce uno dei giornali scientifici più prestigiosi in questo campo. In Italia non sono molti gli Istituti e gli Organi di ricerca nei quali si svolge della vera ricerca limnologica, con una mentalità interdisciplinare, ma la visione globale dev'essere alla base di qualsiasi ragionamento. Il prof. Selli ricordava una stagnazione che avviene non solo per l'Oceanologia, ma per tutta la scienza in Italia, sia nell'Università e sia fuori dell'Università. Non voglio ora aggiungere la mia tristezza a quella del prof. Selli; ma essa è in realtà partita quando non più di due anni fa venne dal Governo una decisione che diceva: il primo ramo da tagliare è quello della ricerca. Ma come uscire dalla stagnazione? Il Prof. Selli ha fatto due proposte naturalmente validissime. Per me ce n'è una terza: abbandonare la rassegnazione e lavorare scientificamente col maggiore impegno. Perché ad un certo momento anche le decisioni vengono prese soltanto quando si vede che c'è già una radice che sta buttando, altrimenti si taglia anche la radice. Altro punto importante è la formazione dei giovani dai quali verranno idee nuove, entusiasmi e ad un certo momento, anche modernità di approccio. Io mi auguro che il programma finalizzato di oceanografia passi, e così pure quello della difesa del suolo e di ecologia; dalla loro integrazione potrà venir fuori veramente qualcosa di nuovo. Esistono in Italia Istituti e Organi di ricerca validissimi, altri che lo sono meno, cioè che spendono di più in rapporto a quello che producono: i primi vanno potenziati, gli altri vengano ridimensionati od eliminati.

Grazie.

ALDO TESTONI*

CARTOGRAFIA MARINA ITALIANA

Non è a caso che il Consiglio di Presidenza del I Congresso Nazionale ha voluto far aprire la serie delle «comunicazioni scientifiche» con una che trattasse della «cartografia marina».
Oggi, non solo in mare, ma dovunque e in qualunque disciplina si tratta del «contenuto» sempre e sempre più in relazione al suo «contenente» e non solo alla «materia del contenente» ma soprattutto alla sua forma.

Voglio arrivare insomma a confermare che la carta marina è il documento base per ogni studio del mare. Noi idrografi siamo sempre stati i ricercatori (mi si scusi questa parola forse troppo importante nella fattispecie) i ricercatori della forma del fondo marino e di ciò abbiamo fatto lo scopo della nostra attività sempre più vasta e precisa, interessandoci però, ogni giorno di più, specialmente in questi ultimi lustri, anche di ciò che la «forma» conteneva cioè della struttura della forma e di come viveva il contenuto.

È così «rinverdita» la pianta della oceanografìa che per motivi molteplici era stata trascurata in una baietta sperduta delle nostre coste, e ci è di conforto sapere che questa nuova timida primavera è stata notata da molti.

Ciò però è costato e continua a costare mille sacrifici perché gli uomini a disposizione sono sempre meno, le esigenze sono decuplicate e solo la tempestività del ricorso alla tecnica ed alla automazione ha potuto tenere a galla l'Istituto Idrografico della Marina.

*Direttore dell'Istituto Idrografico della Marina - Genova.

Non è il solito piagnisteo, il mio, è soltanto un doveroso riconoscimento a chi giornalmente si batte e lavora per dare quel prodotto, la carta nautica, che tutti voi ritenete indispensabile per le vostre ricerche specifiche e che noi abbiamo il dovere di produrre.

Lascio al C.F. Vincenzo Carpentieri il compito di trattare l'argomento specifico della CARTOGRAFIA NAUTICA.

VINCENZO CARPENTIERI*

CARTOGRAFIA NAUTICA

La Cartografia Nautica è nata dalla necessità di offrire al navigante un mezzo (la carta nautica) che gli consentisse di navigare in completa sicurezza e di eseguire su di esso tutte le operazioni necessarie a spostarsi da un punto all'altro della terra, essendo sempre a conoscenza della posizione lungo i vari percorsi. A tale scopo sono state create le carte nautiche di vario tipo che devono essere usate a seconda delle esigenze.

Esistono carte per l'ingresso e per l'uscita dai porti, in cui sono particolarmente curate la fìttezza e la precisione dei fondali, e la topografia delle opere portuali.

Esistono carte per la navigazione costiera in cui é curata la rappresentazione dell'aspetto costiero e del fondo marino. Esse permettono di seguire la navigazione in vista di costa avendo a disposizione un buon dettaglio del fondo marino e dell'aspetto della costa.

Esistono infine carte nautiche generali che servono per la navigazione d'altura in cui la rappresentazione del fondo marino e della costa, pur permettendo la navigazione in sicurezza non è molto particolareggiata. Tutte le carte nautiche danno la rappresentazione di una zona più o meno grande della superficie terrestre, a seconda della scala e dello scopo per il quale esse vengono costruite, in cui generalmente compare una fascia costiera e la prospiciente fascia di mare. Sulla fascia costiera sono rappresentati mediante simboli o diciture, i principali insediamenti urbani, i segnalamenti luminosi, i monti, i fiumi, i punti cospicui, la linea di costa e altre notizie che possono risultare utili alla navigazione.

*Istituto Idrografico della Marina - Genova.

Sulla fascia di mare sono rappresentati i fondali, le curve batimetriche, i pericoli alla navigazione, siano essi costituiti da bassi fondali o da scogli, le zone di ancoraggio, le zone di interdizione.
Le carte nautiche sono costruite utilizzando rilievi che vengono eseguiti sia in terra che in mare.

Per quanto riguarda i rilievi in terra essi vengono eseguiti con il duplice scopo di fornire una rappresentazione della zona che comparirà sulla carta e di creare i punti su cui appoggiare il rilievo in mare.

Per quanto riguarda il rilievo in mare, esso viene condotto allo scopo di avere una rappresentazione del fondo marino mettendo in evidenza gli eventuali pericoli alla navigazione. In funzione degli scopi per i quali la carta nautica deve essere costruita, il rilievo sottomarino viene condotto in modo diverso. La conseguenza di ciò è che si ha una esatta rappresentazione del fondo del mare in vicinanza di costa e in quei luoghi dove esistono pericoli per la navigazione, mentre si ha una rappresentazione alquanto approssimata in zone lontane dalla costa, dove non esistono pericoli per la navigazione e quando le esigenze di una cartografia particolareggiata non è sentita.

Malgrado queste limitazioni si può tuttavia affermare che fino a qualche anno fa tutte le esigenze del navigante erano soddisfatte. Mano a mano che i mezzi per i rilievi sono migliorati e che le esigenze del navigante sorto cresciute l'aspetto della carta nautica è variato in conseguenza. Basti pensare all'aumentato pescaggio delle navi che ha indotto il B.H.I. a raccomandare di costruire le carte mettendo bene in evidenza la linea batimetrica di sicurezza per le navi di maggior pescaggio e arrotondando i fondali al decimetro fino alla batimetrica dei venti metri.

Queste sono le innovazioni più importanti, ma altre ne sono state aggiunte allo scopo di allertare il navigante, come gli schemi per la separazione del traffico, avvertenze di vario genere, ecc.

CARTOGRAFIA BATIMETRIA

A causa delle molteplici attività connesse con lo studio del mare, nei suoi vari aspetti, ci si è accorti che i documenti a disposizione, cioè le carte nautiche, non erano più sufficienti. Infatti non si trattava più di avere un mezzo che consentisse solo la navigazione, ma bisognava avere un mezzo su cui poter affrontare gli studi sulle proprietà fisiche, chimiche, biologiche e dinamiche del mare. Perché si è sentita questa necessità?

Fino a qualche decennio fa, l'oceanografìa veniva sfruttata soprattutto per problemi militari e per problemi inerenti la pesca. In seguito sono sorte altre necessità, tra cui la grande pesca industriale, la navigazione sottomarina, le comunicazioni su cavo sottomarino, lo sfruttamento petrolifero in mare, le costruzioni in mare.

Non bisogna inoltre trascurare che dobbiamo studiare il mare e il fondo marino nel loro insieme sia perché dobbiamo guardare il mare come mezzo necessario alla nostra sopravvivenza sia perché, malgrado le numerose carte nautiche esistenti, conosciamo meglio la topografia della luna che non quella del fondo marino che è sul nostro pianeta.

Fino ad alcuni anni or sono l'idrografia e l'oceanografia erano considerate due attività distinte, aventi finalità diverse. Pur essendo il mare il loro punto in comune, gli idrografi e gli oceanografi ne consideravano le sue proprietà e le sue caratteristiche sotto angolazioni diverse. Mentre, ad esempio, uno scoglio era considerato dagli idrografi solo come un pericolo alla navigazione, per cui la loro preoccupazione erano la profondità e la posizione senza tener conto della sua composizione geologica, della vegetazione da cui è ricoperto, della fauna che lo circonda, gli oceanografi si preoccupavano della sua struttura geologica, della flora e della fauna che lo circondavano, ma erano indifferenti alle necessità che interessavano il navigante.

Aumentando le necessità di conoscere, sono aumentate le esigenze di avere dei mezzi sui quali eseguire gli studi ed approfondire le conoscenze. La carta batimetrica sembra rispondere alle esigenze prospettate dagli studiosi, poiché essa fornisce la vera base sulla quale impostare tutti gli studi. La carta batimetrica fornendo una visione topografica dà la esatta configurazione del fondo marino.

Per ottenere tale tipo di carta, i rilievi devono essere condotti in modo diverso da quelli necessari per una carta di navigazione. Infatti, mentre per quest'ultima, i rilievi venivano intensificati sotto costa o dove esistevano pericoli ed erano rarefatti in zone lontane dalla costa e in acque profonde, per la carta batimetrica i rilievi devono avere un andamento costante a tutte le profondità e in tutte le zone della carta. Inoltre, mentre sono tuttora accettabili carte nautiche in cui i fondali sono stati ottenuti per punti, con lo scandaglio a filo, le carte batimetriche devono essere ottenute con ecoscandagli che forniscono una visione diretta della struttura sottomarina. Fino a quando le campagne idrografiche si limitavano ad una raccolta di poche misure batimetriche, talvolta distribuite in aree piuttosto grandi, la conoscenza del fondo marino era assai scarsa.

Per la costruzione di una carta batimetrica sufficientemente precisa, è necessario un grande dettaglio, molto maggiore che per un rilievo cartografico terrestre. In quest'ultimo infatti è sempre l'occhio del rilevatore che permette di interpolare, con maggiore o minore precisione, tra i vari punti osservati con gli strumenti, ricostruendo la topografia del suolo.

Nel caso invece di rilievi batimetrici non è possibile veder niente, per cui bisogna affidarsi esclusivamente ai dati strumentali che devono essere molto densi e dettagliati. L'impiego dei mezzi ecografici a ultrasuoni hanno permesso una visione continua, tramite profili della topografia del fondo.

La realizzazione di una carta batimetrica prevede dunque la valorizzazione di una grande massa di misure che devono essere assolutamente precise poiché in questo caso non si tratta più, come nel caso della carta nautica, di avere una rappresentazione dell'andamento del fondo marino, ma si tratta di averne una esatta topografia. Secondo lo scopo per cui le carte batimetriche sono destinate, avremo carte di consultazione (a scala intorno 1:750.000) e carte di studio (a scala intorno 1:250.000 o superiore). In funzione -della scala scelta avremo naturalmente una minore o maggiore equidistanza delle linee batimetriche, che sarà più rarefatta per le carte a piccola scala e più fitta per le carte a grande o media scala.

L'I.I.M. ha finora costruito una serie di carte alla scala 1:750.000 relative ai Mari d'Italia, e alcune carte particolari relative alle Montagne Submarine del Basso Tirreno, a Stromboli e al Golfo di Pozzuoli. Tali carte sono state costruite sia utilizzando rilievi vecchi sia eseguendo rilievi ad hoc nelle zone interessate. Esiste all'IIM un progetto per costruire carte alla scala 1:250.000 per poter fornire documenti di studio ai vari utilizzatori.

La costruzione di tali carte è legata alla possibilità di eseguire rilievi sistematici più dettagliati nei mari d'Italia. Le difficoltà in cui si dibatte l'Istituto da vari anni non ha permesso di portare avanti un programma così vasto e così impegnativo.

Con l'entrata in servizio della nuova nave idrooceanografica si spera di poter risolvere almeno il problema della raccolta dei dati, che non si limiterà ai soli fondali, ma anche alla raccolta di dati più significativi sulle correnti, sul magnetismo terrestre, sulle proprietà fisiche e chimiche dell'acqua e sugli altri parametri che interessano l'oceanografia.

Già da molti anni, altre Nazioni stanno realizzando carte in cui la base è costituita dalla carta batimetrica, ma con diverse versioni: una batimetrica propriamente detta, una sismica, una per la gravita e una per

il campo magnetico; tutte queste carte sono naturalmente relative ad una stessa zona.

Passando all'esame di una carta batimetrica si può notare che, almeno per carte a scala 1:750.000 esistono alcune differenze rispetto alle carte nautiche:

- esiste un maggior dettaglio nella rappresentazione delle curve batimetriche (ogni 10 mt. fino a 100 mt., ogni 20 mt. da 100 a 200 mt., ogni 200 mt. oltre i 200 mt.);
- i fondali sono rarefatti (tale fatto è giustificato dall'aumentato numero delle curve batimetriche);
- non esiste praticamente topografia interna;
- non esistono le caratteristiche dei fari e fanali (per evitare l'aggiornamento).

Queste sono le principali differenze rispetto alle carte nautiche, ma fin qui abbiamo trattato di carte alla scala 1:750.000. Mano a mano che sale la scala delle carte, le differenze dovrebbero consistere solo in una maggior ricchezza di particolari, poiché tanti elementi non potranno essere ignorati come ad esempio la rappresentazione delle curve di livello per studiare il comportamento di ciò che esiste in terra e di ciò che esiste in mare. Naturalmente tali elementi saranno tenuti presenti quando la disponibilità di dati e le possibilità di valorizzazione, renderanno possibile la realizzazione di un programma di carte batimetriche a grande e media scala.

SITUAZIONE DELLA CARTOGRAFIA

Per quanto riguarda la cartografia nautica dell'I.I.M., abbiamo già visto che esiste l'esigenza di avere carte generali e carte particolari.

L'I.I.M. ha seguito questo principio costruendo una cartografia generale per il Mediterraneo e una cartografia particolare per i Mari d'Italia.

Ha quasi abbandonato, a causa delle difficoltà di aggiornamento, la cartografia della Libia, dell'Egeo, della Somalia. Le carte generali del Mediterraneo sono costituite da 20 carte con scale che vanno da 1:750.000 a 1:4.000.000. Alcune di queste verranno sostituite con carte internazionali. Tali carte sono in corso di costruzione da parte dei vari Paesi membri dell'OHI che ha avuto l'iniziativa di proporre vere e proprie «aree di responsabilità cartografica» dove una sola nazione producesse le carte necessarie alla navigazione e si impegnasse a fornire alle altre nazioni il

materiale necessario per la riproduzione di dette carte. Tale iniziativa ha consentito di:
- evitare che più Paesi impiegassero danaro e mezzi per la realizzazione di carte relative alla stessa zona;
- fornire al navigante documenti di un livello di standardizzazione ottimale;
- realizzare, anche da parte di piccoli Servizi Idrografici una cartografia del mondo intero, con una spesa limitata.

Vista l'adesione generale a tale iniziativa, sono in corso studi per realizzare una cartografia internazionale anche per le carte a media scala, e le nazioni membri dell'Organizzazione del Mare del Nord hanno già prodotto carte alla scala 1:750.000.

Il progetto delle carte alla scala 1:250.000 comprende tutto il Mediterraneo e consiste in 56 carte di cui 21 costruite e 3 in costruzione; con tali carte si ha una buona copertura delle coste italiane. Era stata iniziata la copertura delle coste straniere, ma la mancanza di disponibilità di mezzi non ha consentito di continuare.

Il progetto delle carte alla scala 1:100.000 comprende 49 carte tutte costruite. Esse offrono un'ottima copertura delle coste italiane. Vengono aggiornate sulla scorta delle informazioni che provengono all'I.I. da Enti militari e civili.

Il progetto dei litorali comprende 54 carte. Tali carte sono costruite in prossimità dell'avvicinamento ai porti principali e per zone particolari. Naturalmente tale progetto non è definitivo poiché le esigenze possono cambiare da un anno all'altro.

Il progetto dei piani dei porti comprende 152 carte, 62 sono per porti singoli, 10 sono porti raccolti in mosaici e 70 sono minicarte. I porti di una certa importanza sono rappresentati su carta singola; alcuni anche su due carte distinte, I porti minori sono raccolti in mosaico. Le minicarte sono nate per soddisfare le esigenze della nautica da diporto. Esse servono perciò per rappresentare porti di prevalente interesse turistico.

Inseriti nei portolani, esistono inoltre 70 porticcioli di minore importanza per i quali non si è sentita la necessità di rappresentarli con carte nautiche.

Attualmente sono in corso all'I.I.M. due iniziative che permetteranno di aumentare la cartografia ad uso del navigante italiano:
- la costruzione di carte alla scala 1:100.000 per la costa slava;
- la riproduzione in fac-simile delle carte della costa francese.

La prima iniziativa si è resa necessaria per sostituire le vecchie carte alla scala 1:80.000, basata ancora su rilievi austriaci. La seconda iniziativa è un primo passo verso la costituzione di una cartografia mediterranea. Da questo quadro sintetico si può subito notare che l'I.I.M. sta cercando di soddisfare le esigenze del navigante offrendo una cartografia generale del Mediterraneo ed una cartografia particolare dei Mari d'Italia. Offrire la cartografia non significa solo costruire carte, ma significa anche mantenerle aggiornate sia per quanto riguarda le modifiche essenziali alla sicurezza della navigazione sia per, quelle relative all'aspetto estetico, all'uniformità con quella delle altre nazioni e ad altre ancora che non consentono di considerare la carta nautica come un prodotto finito, ma un prodotto in continua evoluzione.

Altra innovazione importante sarà l'apposizione del reticolato di radionavigazione Loran C sulle carte nautiche a partire da quelle a scala 1:1.000.000, di cui l'I.LM. ha già iniziato la distribuzione. Tale innovazione è stata possibile con l'introduzione all'I.I.M. di un tavolo per il disegno automatico e con la realizzazione di programmi idonei elaborati con calcolatore elettronico.

INTERVENTI E RISPOSTE

L. TONOLLI. - 1) L'Istituto Idrografico della Marina è interessato alla cartografia delle correnti marine?
2) Vorrei segnalare che l'Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza ha rifatto la carta batimetrica di dettaglio del Lago Maggiore con metodi moderni (ecografo) e che sarebbe sua intenzione di pubblicarla a colori.

A, TESTONI. - 1) Nei compiti dell'I.I.M. non è esplicitamente detto che fra la cartografia edita debba essere compresa quella relativa alle correnti; è però ovvio che, per quelle zone ove esistano sufficienti elementi si possa e si debba produrre una cartografia specifica. VI è però una grossa osservazione da fare: mentre la batimetria è pressoché statica e la sua conoscenza eventualmente si arricchisce con nuovi elementi, per le correnti le ricerche sono da estendersi nel tempo oltre che nello spazio ed è quindi possibile parlare oggi di un atlante delle correnti solo per alcune zone (ad es. Arcipelago Toscano, Stretto di Messina, Bocche di Bonifacio), ma non per ogni zona di mare.

2) L'I.I.M. ha edito circa quarantenni or sono la carta nautica del lago Maggiore, essa però non è stata aggiornata, come recentemente avvenuto per le carte dell'Iseo e del Garda. Saranno graditi elementi di aggiornamento comunque reperiti: essi saranno esaminati per la loro eventuale utilizzazione in campo cartografico I.I.M.

R. FRASSETTO. - La rappresentazione dei campi di correnti marine cosi variabili in varie scale temporali e spaziali, non può essere eseguita facilmente e in modo utile con

l'uso della cartografia. Modelli matematici bidimensionali possono avvicinarsi a rappresentarne l'aspetto dinamico e di variabilità. Essi sono allo studio, ma sono imperfetti. Modelli tridimensionali saranno necessari per meglio descrivere questi campi di correnti ma la tecnica è ancora agli albori.

GIUSEPPE MACCHI*

UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE MARINE

Nell'accettare l'invito del nostro Presidente a presentare questa breve nota sull'argomento «Utilizzazione delle Acque Marine», ho tenuto presente, in primo luogo la vostra benevolenza, in secondo, l'opportunità che qualcuno sollevasse un problema così interessante.

Molti di voi, sono sicuro, troveranno la mia esposizione fin troppo ovvia ed in certe parti anche lacunosa. Ebbene è entrambe le cose, sono pronto ad ammetterlo. Non ho la pretesa, e non vedo come potrei averla, di venirvi a raccontare qualcosa di nuovo e d'altra parte il tempo a disposizione sia per la preparazione che per la presentazione non è stato e non è certo sufficiente per esaurire l'argomento. Tuttavia una piccola ambizione questa nota la ha pure, ed è quella di fornire alcuni elementi per una discussione che spero proficua, di toccare certi problemi e di indicare molto genericamente delle soluzioni che saranno meglio precisate nel corso dei nostri lavori, a seguito degli interventi dei molti di voi che sicuramente esprimeranno al riguardo il loro punto di vista. Se poi, come mi auguro, alla fine di questo I Convegno della nostra Associazione, dovessimo arrivare a chiarire taluni concetti ed a concretizzare opportunamente certe idee, aldilà di quello che può essere il loro interesse puramente platonico, vorrà dire che il nostro Convegno avrà raggiunto un importante obbiettivo, e sarà motivo di grande soddisfazione per me, l'avervi portato questo modesto contributo.

Siamo tutti coscienti che l'umanità sta attraversando uno dei periodi più cruciali, direi addirittura decisivi della sua storia, per gli insidiosi ed urgenti problemi ch'essa è chiamata a risolvere, pur non essendo ancora debitamente preparata. Al pericolo sempre latente di un mondo diviso in due blocchi ognuno dei quali è potenzialmente in grado di cancellare la nostra

*Direttore del Programma Speciale per l'Oceanografia del C.N.R. Roma.

specie dalla faccia della terra, altri se ne sono aggiunti, magari non così vistosi, ma non per questo più trascurabili, a minacciare il futuro della nostra civiltà in un'epoca più o meno remota. Essi consistono nel graduale esaurimento delle materie prime e delle fonti energetiche convenzionali, nell'inquinamento, la sovrapopolazione e l'insufficienza delle risorse alimentari. Se poi si considera anche, che uno solo di questi motivi è già di per sé sufficiente a provocare la catastrofe, che la rimozione di una causa spesso implica la recrudescenza di un'altra (vedi antitesi esistente fra inquinamento e produzione) e che infine essi, per le gravi tensioni che provocano, sono in grado di innescare un processo dissolutivo dell'attuale precario equilibrio politico mondiale, e scatenare quindi il fatale meccanismo della guerra globale, se si considera tutto questo dicevo, si avrà una idea abbastanza completa della drammatica situazione in cui viene a trovarsi l'umanità. Inseriamo in questo contesto l'Italia, con i suoi atavici problemi politici, economici e sociali ed il quadro si farà addirittura disperato.

Ma cosa c'entra tutto questo con «l'utilizzazione dell'acqua marina», alcuni di voi si chiederanno? A me pare che c'entri, e vediamo perché.

In primo luogo, dove, se non nel mare, sarà possibile nel prossimo futuro reperire le nuove fonti d'energia, di materie prime, di risorse alimentari, indispensabili a guadagnare il tempo necessario per organizzarci e correggere la componente autodistruttiva, insita e caratteristica del meccanismo della nostra società? In secondo luogo, non si deve forse annoverare l'Italia tra quei Paesi che per vocazione propria, posizione geografica, grave situazione interna economica e sociale, sono maggiormente interessati a ricercare nel mare un aiuto a risolvere i loro problemi presenti e futuri? Io credo che nessuno può avere difficoltà a rispondere affermativamente a queste due domande e ad ammettere dunque implicitamente l'esistenza di un certo rapporto di causalità fra problemi da risolvere e soluzioni da proporre. Qualcuno potrà obbiettare, ma noi siamo uomini di scienza e solo in essa abbiamo interesse e competenze!! Alt, dico io. Per prima cosa noi siamo qui in veste di privati cittadini, cultori di una certa disciplina, d'accordo, ma pur sempre cittadini che si sono associati proprio per esprimere all'unisono e far sentire la propria voce per quanto concerne le esigenze della categoria, specialmente se

esse si inquadrano e possono avere una influenza non trascurabile sull'avvenire del Paese. Eppoi, dobbiamo metterci in testa una volta per tutte, che è finito il tempo dello scienziato chiuso nella propria torre

d'avorio, dove una volta tirato il ponte levatoio, è possibile attendere tranquillamente ai «sospirati ozi». Questa non è un'epoca tranquilla per nessuno, tanto meno per lo scienziato, soprattutto se italiano. Ed è per questo motivo appunto, per l'eccezionale gravita del momento, che ho sentito il dovere di insistere su questi fatti nella mia introduzione. Comunque su questi punti ritorneremo nella conclusione; ora credo sia venuto proprio il momento di ricollegarci allo scopo di questa nota che è sempre quello di illustrare un aspetto dello sfruttamento delle risorse marine, quello appunto dell'utilizzazione dell'acqua di mare sotto il profilo dell'estrazione delle sostanze in essa contenute e come fonte inesauribile d'energia e d'acqua dolce.

Secondo calcoli recenti gli oceani custodiscono qualcosa come circa $5x10^{16}$ tonnellate di sostanze disciolte, rappresentate da 60 elementi, la cui concentrazione e quantità parziale è mostrata nella Tabella 1 costruita sulla base delle concentrazioni valutate da Goldberg (1963).

Nell'esaminare i dati ivi espressi occorre tuttavia tener presente le seguenti generali considerazioni:

I) Il fatto che nella Tabella figurino solamente 60 elementi *, non vuol dire che nell'acqua di mare non siano presenti gli altri che occorrono normalmente in natura, ma semplicemente che finora sono stati dosati soltanto loro. Probabilmente, se si possedessero mezzi analitici più sensibili e maggiormente sviluppati, si potrebbe verificare che ogni elemento, presente allo stato naturale, potrebbe essere ritrovato nell'acqua di mare. Del resto nella Tabella non figurano nemmeno Zr, Pt, Be, la cui presenza nel mare è stata assodata dato che essi sono stati rivelati nei minerali autigenici del fondo e degli organismi marini.

II) Le concentrazioni a cui i dati si riferiscono non sono nella maggior parte dei casi rappresentative per tutti i mari del globo, perché spesso sono basate su serie di analisi di un solo campione di acqua superficiale, che, come si può facilmente comprendere, è maggiormente soggetto a variazioni di origine locale e biologica. E d'altra parte, per quanto concerne gli elementi meno abbondanti, resta ancora da provare che il mare sia un «medium» assolutamente omogeneo.

*Più recentemente Riley e Chester (1971) hanno accertato in acqua di mare 75 elementi, tuttavia il commento resta valido ugualmente.

TABELLA1. Concentrazione e quantità di 60 elementi nell'acqua di mare.
(da GOLDBERG 1963 modificata)

Elemento	Concentrazione (mg/l)	Quantità di elemento nell'acqua di mare (ton/Km^3)	Quantità totale negli oceani (ton)
Cloro	19.000,0	19,0 x 10^6	29,3 x 10^{15}
Sodio	10.500,0	10,5 x 10^6	16,3 x 10^{15}
Magnesio	1.350,0	13,5 x 10^5	2,1 x 10^{15}
Zolfo	885,0	8,9 x 10^5	1,4 x 0^{15}
Calcio	400,0	4,0 x 10^5	0,6 x 10
Potassio	380,0	3,8 x 10^5	0,6 x 10
Bromo	65,0	65.000	0,1 x 10
Carbonio	28,0	28.000	0,04 x 10^{15}
Stronzio	8,0	8.000	12.000 x 10^9
Boro	4,6	4.600	7.100 x 10^9
Silicio	3,0	3.000	4.700 x 10^9
Fluoro	1,3	1.300	2.000 x 10^9
Argon	0,6	600	930 x 10"
Azoto	0,5	500	780 x 10^9
Litio	0,17	170	260 x 10^9
Rubidio	0,12	120	190 x 10^9
Fosforo	0,07	70	110 x 10^5
Iodio	0,06	60	93 x 10^9
Bario	0,03	AD	47 x 10^9
Indio	0,02	20	31 x 10^9
Zinco	0,01	10	16 x 10^9
Ferro	0,01	10	16 x 10^9
Alluminio	0,01	10	16 x 10^9
Molibdeno	0,01	10	
Selenio	0,004	4	6 x 10^9
Stagno	0,003	3	5 x 10^9
Rame	0,003	3	5 x 10^9
Arsenico	0,003	3	5 x 10^9
Uranio	0,003	3	5 x 10^9
Nichel	0,002	2	3 x 10^9
Vanadio	0,002	2	3 x 10^9
Manganese	0,002	2	3 x 10^9
Titanio	0,001	1	1,5 x 10^9
Antimonio	0,0005	0,5	0,8 x 10^9
Cobalto	0,0005	0,5	0,8 x 10^9
Cesio	0,0005	0,5	0,8 x 10^9
Yttrio	0,0003	0,3	5 x 10^8
Argento	0,0003	0,3	5 x 10^8

Elemento	Concentrazione (mg/l)	Quantità di elemento nell'acqua di mare (ton/Km^3)	Quantità totale negli oceani (ton)
Lantanio	0,0003	0,3	5×10^8
Kryplo	0,0003	0,3	5×10^8
Neon	0,0001	0,1	150×10^6
Cadmio	0,0001	0,1	150×10^6
Tungsteno	0,0001	0,1	150×10^6
Xenon	0,0001	0,1	150×10^6
Germanio	0,00007	0,07	110×10^6
Cromo	0,00005	0,05	78×10^6
Thorio	0,00005	0,05	78×10^6
Scandio	0,00004	0,04	62×10^6
Piombo	0,00003	0,03	46×10^6
Mercurio	0,00003	0,03	46×10^6
Gallio	0,00003	0,03	46×10^6
Bismuto	0,00002	0,02	31×10^6
Niobio	0,00001	0,01	15×10^6
Tallio	0,00001	0,01	15×10^6
Elio	0,000005	5×10^{-3}	8×10^6
Oro	0,000004	4×10^{-3}	6×10^6
Protoattinio	2×10^{-9}	2×10^{-6}	3.000
Radio	1×10^{-10}	1×10^{-7}	150
Radon	$0,6 \times 10^{-15}$	6×10^{-13}	1×10^{-3}

In ogni modo, tenuto conto di queste osservazioni, dalla Tabella risulta che sodio e doro costituiscono l’85,2% del materiale solido disciolto, mentre i nove .elementi più abbondanti ne rappresentano più del 99%. Questi nove elementi, le cui concentrazioni si mantengono in proporzioni assai costanti nelle acque di tutti gli oceani, sono: Cloro, Sodio, Magnesio, Solfo, Calcio, Potassio, Bromo, Carbonio (sotto forma di ionicarbonati), Stronzio, Boro. Essi costituiscono i cosiddetti elementi maggiori che, sulla base di quella che è l'odierna richiesta, praticamente sono inesauribili e si trovano ad un livello di concentrazione tale, che la possibilità di una loro estrazione dal mare è teoricamente ed economicamente fattibile. Gli altri invece, per quanto la loro quantità globale sia sufficiente da far ritenere che anche molti di essi siano praticamente

inesauribili, il loro stato di diluizione è tale che, dato l'attuale sviluppo tecnologico, non è possibile attuare una loro estrazione dall'acqua di mare per scopi commerciali. È questo il fatto più saliente che emerge dall'analisi di questa tabella e che limita fortemente l'importanza economica dell'estrazione dal mare di qualsivoglia elemento in esso presente. Sotto questo punto di vista, estremamente interessante è stato lo studio fatto nel 1963 da Me Ilhenny e Ballard della Dow Chemical Company presentato in una Nota alla American Chemical Society, nel quale appunto, prendendo in esame le diverse variabili che influenzano l'economia di un processo di estrazione di minerali dal mare, costi d'energia, di materie di consumo, di investimento ecc. …, i due scienziati arrivarono alla conclusione che c'è poca speranza di estrarre dall'acqua di mare elementi a concentrazione inferiore a quella del Boro, all'esistente livello tecnologico, dato il costo dell'energia necessaria per pompare l'enorme quantità di acqua da trattare.

Queste pessimistiche considerazioni e valutazioni, come vedremo successivamente, sono state abbastanza rivedute ai giorni d'oggi, sia perché nel frattempo si sono sviluppate nuove interessanti tecnologie, sia perché il problema energetico e della desalinizzazione possono prospettare brillanti soluzioni anche per quanto concerne l'estrazione delle risorse dal mare.

Ma cominciamo intanto col passare in rassegna quanto è stato fatto finora nel campo.

Nonostante i cinesi, già intorno agli anni 2200 a.C., conoscessero ed applicassero il metodo di produzione del sale per evaporazione dall'acqua di mare, pochi progressi sono stati fatti da quell'epoca ad oggi nel settore, soprattutto per le difficoltà sopra accennate. Dei 60 elementi, la cui presenza in acqua è stata accertata, solamente quattro sono stati finora estratti a livello commerciale. Essi sono sodio e doro (sotto forma appunto di sale comune), magnesio ed alcuni suoi derivati, e bromo. Altri come calcio e potassio sono stati ricavati come prodotti secondari dei processi d'estrazione del sale e del magnesio, oppure dal trattamento delle alghe, ma in ogni caso mai, fin'adesso sono stati ricavati direttamente, su scala commerciale, dal mare. Naturalmente dei tentativi sono stati fatti .a più riprese ed in epoche differenti anche per estrarre altri elementi quali lo iodio, l'oro, l'argento, l'uranio ecc., alcuni dei quali sono stati anche brevettati, tuttavia anche per essi non si è mai arrivati a dei risultati utili.

Il sale comune viene ricavato dal mare in cui si trova ad 'luna concentrazione media di circa il 2,5% essenzialmente mediante evaporazio-

ne diretta sfruttando l'energia solare. L'impiego dell'energia solare, che non costa niente, per la produzione di sale in zone in riva al mare, rappresenta evidentemente l'aspetto economicamente più favorevole del processo, che per essere economico richiede anche siano soddisfatti i seguenti requisiti:

a) un clima secco e ventilato;

b) disponibilità di larghe aree di terreno argilloso impermeabile, al livello del mare o sotto il livello del mare;

e) una minima piovosità durante i mesi di evaporazione;

d) l'assenza di vene d'acqua dolce che possono agire come diluenti;

e) scarsa incidenza del costo del trasporto.

I principali paesi che provvedono al loro fabbisogno di sale per questa via sono: Cina, India, Giappone, Turchia, Isole Filippine ed altri fra i quali, anche l'Italia, che ha grossi impianti a Margherita di Savoia. Si calcola che nel mondo vengono prodotti 6 milioni di tonnellate di sai marino. In alcune nazioni, come la Svezia e la Russia, a clima particolarmente rigido, si sfrutta ovviamente il congelamento invece dell'evaporazione per produrre il sale dall'acqua di mare.

Per quanto concerne l'importanza dell'estrazione del bromo, basterà considerare che più di 1/3 della produzione mondiale di questo elemento proviene dal mare. In Italia da quando è entrato in funzione l'impianto di Priolo vicino a Siracusa, il bromo che viene prodotto con questo processo è di circa 1.500 tonnellate annue che equivale ad 1/4 della produzione del Paese. Questi dati non debbono sorprendere specialmente ove si consideri che più del 99% del bromo sparso sulla crosta terrestre è nell'oceano e che fra gli elementi che si trovano in natura esso è relativamente poco abbondante, la sua concentrazione variando da 3 ppm nelle rocce sedimentarie a 30 ppm nelle torbiere, mentre in acqua di mare si ha una concentrazione media intorno a 65 ppm. Se tuttavia si prende in considerazione il volume totale degli oceani, ed il fatto che 1 miglio cubico contiene 300.000 tonnellate circa di bromo, le risorse mondiali di questo elemento debbono ritenersi inesauribili dato che, allo stato attuale, viene processato solamente 1/3 di miglio cubico all'anno di acqua di mare per l'estrazione del bromo, la cui richiesta è aumentata solamente in seguito al crescente consumo di benzine antidetonanti impieganti piombo-tetraetile.

Dal punto di vista economico le variabili importanti da prendere in considerazione nell'individuare il luogo di collocazione di un impianto di produzione di bromo, sono la salinità che deve essere il più possibile alta

in modo da garantire un'adeguata quantità di bromuro, la temperatura che pure deve essere relativamente alta, perché la tensione di vapore del bromo, da cui dipende evidentemente la resa durante la fase di strippaggio, aumenta con l'aumentare della temperatura, oltre naturalmente alle altre incidenze, costo di materie prime, energia ecc. Un altro fatto che deve essere tenuto presente è che l'acqua di mare da cui il bromo viene estratto non deve contenere sostanze organiche in quantità tale da consumare il doro necessario per l'ossidazione.

L'altro elemento che viene estratto dall'acqua di mare in grande quantità è il magnesio, la cui produzione mondiale è di 150,000 tonnellate annue. Il magnesio viene impiegato soprattutto nella fabbricazione di parti strutturali che traggono vantaggio dal suo basso peso specifico, come accade nei veicoli da trasporto. Inoltre viene usato nella fabbricazione di leghe con l'alluminio, negli anodi distruttivi, nei photo-flash e in altri modi.

Gli Stati Uniti all'inizio della Seconda Guerra Mondiale producevano magnesio sfruttando le risorse più disparate (acqua di mare, magnesite, depositi evaporatici ecc.). Alla fine del conflitto nessun altro impianto di produzione era competitivo con quello di estrazione dall'acqua di mare, per cui gli altri processi vennero abbandonati, cosicché allo stato attuale tutto il magnesio che viene prodotto negli Stati Uniti è di origine marina.

Per quanto concerne la scelta del luogo per la costruzione di impianti di estrazione del magnesio dal mare, essa è molto meno critica che per il bromo.

Fra i vari tentativi per ricavare dal mare anche altri elementi accennerò brevemente soltanto a quelli fatti per l'uranio e per l'oro. Quest'ultimo è particolarmente interessante anche per le circostanze abbastanza singolari nelle quali fu coinvolto il brillante chimico tedesco Fritz Haber, ideatore nel 1910 della sintesi per l'ammoniaca, per la quale fu insignito del premio Nobel. Ebbene, alla fine della I Guerra Mondiale, la Germania si trovò impegolata di debiti fino al collo, debiti che Haber pensò bene di pagare mediante l'estrazione dell'oro dal mare. Partendo dall'assunto che la concentrazione variasse intorno ai 5-10 rng di Au per tonn. di acqua di mare, sulla base delle misure fatte dai precedenti ricercatori, Haber e la sua équipe partirono con il Meteor all'esplorazione degli oceani per trovare le aree a più alta concentrazione d'oro. Purtroppo, con suo grande disappunto il chimico tedesco dovette constatare che raramente in mare aperto, le concentrazioni dell'oro superavano i 3 millesimi di mg per tonnellata, per cui dopo aver dedicato 10 anni a questo

lavoro, egli giunse alla conclusione che l'oro non poteva essere estratto, a livello economico. Nonostante le disavventure e le conclusioni di Haber, la caccia all'oro marino continuò ancora. La stessa Dow Chemical Co., in connessione con il processo di estrazione del bromo in un suo impianto del Sud-Carolina, si interessò a investigare la possibilità di estrarre altri elementi, oro incluso. Dopo aver trattato circa 15 tonnellate d'acqua di mare, si riuscirono ad ottenere 0,09 mg d'oro del valore commerciale di circa 1 decimillesimo di dollaro. Finora esso costituisce tutta la quantità d'oro prodotta dal mare. Speriamo che non sia anche l'ultima.

Per quanto riguarda l'uranio, la cui concentrazione in acqua di mare è abbastanza allettante e pari circa a 3,5 mg per tonnellata, il metodo di estrazione sembra offrire buone prospettive sia sul piano economico che su quello tecnologico. Al momento non è economicamente competitivo con quello del trattamento dei minerali, tuttavia, dato che l'avvento di un massiccio impiego di reattori nucleari per la produzione di energia non sembra essere troppo lontano, parrebbe opportuno cominciare a valutare con maggiore serietà di quanto sia stato fatto finora, questa possibilità, specialmente da parte di quei paesi che non dispongono di riserve di questo elemento. I metodi più promettenti sono quelli che si basano sull'estrazione mediante resine a scambio ionico selettive (del tipo resorcinol-acido arsenico), che tuttavia hanno l'inconveniente di deteriorarsi dopo un lungo tempo di giacenza in mare, e l'ossido idrato di titanio che, non soffrendo di questo svantaggio, ha anche un notevole potere di assorbimento ed è facilmente eluibile. L'aspetto positivo dell'uso sia delle resine che dell'ossido idrato di titanio, sta nel fatto che essi possono essere impiegati direttamente «in situ» e quindi si può in teoria eliminare il proibitivo processo di pompaggio. All'atto pratico occorrerà collocare l'impianto in una zona in cui il movimento naturale delle masse di acqua è tale da assicurare un adeguato flusso continuo attraverso l'impianto stesso.

Un altro fatto veramente interessante è che l'impiego di tale tipo di resine selettive e di sostanze adsorbenti è prevedibilmente applicabile anche ad altri importanti elementi presenti in acqua di mare ed aventi una concentrazione inferiore a quella del boro.

Il crescente fabbisogno di acqua dolce dovuto all'incremento demografico ed al sempre maggiore consumo per usi agricoli ed industriali, è tale che sarà difficile in futuro provvedere a tutte le necessità mediante le risorse idriche tradizionali. Di qui l'incombenza di adottare tecniche non convenzionali, fra cui la dissalazione, che senz'altro costituisce il metodo

che offre maggiori garanzie tecnologiche ed economiche, permettendo al tempo stesso di trasformare gli oceani in potenziali riserve d'acqua dolce. Gli Stati Uniti cominciarono a studiare questo problema nel 1952 quando il Congresso di quel paese autorizzò lo stanziamento di 2 milioni di dollari per un piano quinquennale di ricerca. Negli anni successivi i finanziamenti per i programmi di dissalazione, che nel 1963 erano già dell'ordine dei 10.000.000 di dollari, furono ulteriormente aumentati. La dissalazione è dunque una scienza molto giovane ed in Italia le ricerche in questo settore ebbero inizio solo intorno agli anni '60 ad opera sia di enti pubblici che privati. Di un certo interesse è il contributo dato in questi ultimi anni dall'Istituto ricerca sulle acque del C.N.R., mentre la Società Italiana Resine ha progettato e costruito, sfruttando brevetti originali, due impianti di dissalazione a Porto Torres, il secondo dei quali, con la sua potenzialità di 1500 m^3/h rappresenta la più grande realizzazione esistente nel mondo, dove nel 1972 la produzione stimata era di circa 50.000 m^3/h. Non mi dilungherò sulla tecnologia del processo, non perché essa non sia interessante ma semplicemente perché è un problema squisitamente ingegneristico. Qui mi preme solo puntualizzare che fra i vari processi attualmente in uso, quelli che al momento sembrano offrire risultati più promettenti dal punto di vista tecnologico ed economico sono quelli evaporativi, i quali sono destinati a fornire la massima parte del quantitativo globale di acqua dissalata prodotta, e che la tecnica che si basa sul principio delle espansioni multiple e ricircolazione, in uso appunto a Porto Torres, consente anche la produzione di energia elettrica. L'abbinamento di produzione di energia elettrica ad acqua dissalata rappresenta evidentemente un criterio di primaria importanza per la riduzione dei costi di produzione.

È senz'altro superfluo, in questa sede, puntualizzare l'urgenza di recepire nuove fonti d'energia e le opportunità offerte a questo riguardo dagli oceani. L'uomo ha sempre cercato di domare i fenomeni naturali a proprio vantaggio e naturalmente, con il progredire della scienza e della tecnologia, tale sfruttamento è divenuto più massiccio e sotto certi aspetti più raffinato. Così si è passati dalle macchine semplici ad acqua ed a vento che trasformavano un'energia meccanica inutilizzata in lavoro utile per l'uomo, agli sbarramenti dei bacini di marea con i generatori a turbina posti alle chiuse per la produzione di energia elettrica all'alzarsi ed allo scendere della marea ed alla progettazione di impianti oceanici per produzione di energia off-shore.

Fra le possibili fonti di energia d'origine marina si possono teorica-

mente annoverare, le onde, le correnti, le maree. Per quanto concerne le sfruttamento pratico di queste fonti, esso presenta tuttavia molte limitazioni, fra le quali non ultima il fatto che le zone di applicazione sono piuttosto ristrette. Nel Mediterraneo ad esempio, nessuna di queste sorgenti può essere utilizzata per produrre energia di largo consumo. Uno studio fatto per valutare le possibilità di sfruttamento delle correnti entranti ed uscenti da Gibilterra ha dato esito negativo. Tali limitazioni minimizzano ovviamente l'interesse ma ciò non toglie che, quando la situazione è favorevole, come accade sulla costa Atlantica francese dove si hanno delle imponenti maree, degli impianti di questo tipo possano essere realizzati. E di fatto già lo sono.

Oltre ai sopra citati fenomeni, comunque, ne esiste anche un altro che, basato sostanzialmente sulla distribuzione dell'energia solare nelle vastissime aree oceaniche, offre maggiori garanzie di generale applicabilità e potrebbe rappresentare la sorgente inesauribile di cui l'umanità ha bisogno per risolvere una volta per tutte questo problema esistenziale. Il fenomeno cui alludo è quello del forte gradiente di temperatura esistente fra l'acqua superficiale riscaldata dal sole e quella profonda di origine polare, e dato che esistono vastissime zone oceaniche in cui si ha un termoclino stabile durante tutte le epoche dell'anno, tali zone sono potenzialmente suscettibili di ospitare un impianto per la produzione di energia per questa via. L'idea non è nuova, tuttavia certi fattori, il principale dei quali era il problema del trasporto dell'energia, impedivano che venisse presa in seria considerazione. Ora, con le disponibilità di tecnologie avanzatissime, l'idea ha molte probabilità di divenire progetto. Vale dunque la pena soffermarci un po' più a lungo su questo aspetto delle risorse energetiche d'origine marina perché la soluzione che in esso si prospetta è cosi vantaggiosa, globale e rivoluzionaria, che sotto un certo profilo l'uso delle altre fonti di energia decadrebbe ad un livello di importanza d'ordine inferiore.

Ma vediamo un po' di che cosa si tratta. Molto sommariamente, il concetto è quello di produrre idrogeno dall'acqua di mare mediante l'elettrolisi che verrebbe a sua volta alimentata con energia prodotta attraverso una serie di processi che sfruttano l'energia solare nelle varie modificazioni offerte dagli oceani, quali il gradiente termico, Ì venti, i sistemi fotovoltaici, ecc. L'idrogeno così prodotto sarebbe liquefatto ed immagazzinato in immensi tankers situati nel fondo dell'oceano da dove potrebbe essere trasportato tramite condutture nelle zone di consumo. Contemporaneamente e collateralmente, in queste isole artificiali in mezzo

al mare, sarebbe possibile sfruttare sul posto parte dell'energia prodotta, tanto per la produzione di acque potabili che per l'estrazione di materie prime, mentre le acque profonde ricche di sali nutritivi potrebbero essere impiegate per fertilizzare le acque superficiali ed ottenere quindi prodotti alimentari.

Questa soluzione globale per il fabbisogno di energia, di acqua, di materie prime, di alimenti, sta ricevendo negli Stati Uniti enorme attenzione, e vediamo perché. In primo luogo l'idrogeno. Questo elemento può essere considerato il più importante candidato a rappresentare la forma di energia del futuro. Esso è abbondantemente accessibile dall'acqua, ha il più alto coefficiente di conversione energetica, non è contaminante poiché il prodotto della sua combustione è l'acqua stessa, si ricicla quindi naturalmente negli oceani, è facilmente trasportabile e può essere immagazzinato (cosa che non si può economicamente fare con l'energia elettrica, ad esempio) in tankers criogenici. D'altra parte i principali motivi perché un impianto di questo tipo per la produzione di idrogeno dovrebbe essere creato in pieno oceano sono invece i seguenti: esso ha un'area virtualmente illimitata, è una sorgente immediata di acqua di alimentazione, ha una logistica eccellente ed è possibile sfruttare il metodo del gradiente termico per la conversione in energia. Infine, una considerazione estremamente importante da tenere presente è che, una volta esaurite le scorte di energia di origine fossile, l'energia solare sarà la sola sorgente d'energia, essendo le altre, la fissione e possibilmente la fusione nucleare e l'energia geotermica, ad offrire le massime garanzie di inseauribilità ed al tempo stesso di un minimo di degradazione ambientale.

E a questo punto mi pare proprio giunto il momento di tirare delle conclusioni che possono essere le seguenti:

1) Per quanto concerne la possibilità di estrazione di materie prime dall'acqua di mare, al momento sembrerebbe che essa possa verificarsi per un numero molto limitato, e certamente non estremamente interessante, di elementi, i cosidetti elementi maggiori. Per i restanti, ivi compresi oro, argento, uranio ecc. esistono tuttavia delle tecnologie abbastanza promettenti, quali quelle che impiegano resine a scambio ionico assai selettive, oppure l'abbinamento del processo di estrazione a quello di desalinizzazione e produzione di energia «off-shore».

2) In materia di produzione di acqua dolce dal mare, è facilmente prevedibile che in futuro ci orienteremo sempre più verso questo tipo di approvvigionamento, dato che l'incremento della domanda per usi industriali, agricoli e domestici è tale, che le riserve idriche convenzionali non

saranno più in grado di far fronte ad essa, senza considerare, che ove si tratti di pompare acqua dolce da grandi profondità, il processo di desalinizzazione può al limite diventare più economico.

3) Data la finezza delle riserve energetiche d'origine organica carbone, petrolio ecc. e la richiesta sempre maggiore di energia occorrerà cominciare a pensare a nuove sorgenti la cui inesauribilità garantisca la possibilità di perpetuazione della nostra specie. Fra di esse, non ultime possono essere quelle che sfruttano il potenziale offerto dagli oceani.

Si potrebbe pensare che si tratti in ogni caso di progetti a lungo termine per certi aspetti addirittura avveniristici. Io non ne sarei tanto sicuro, forse la loro realizzazione è più vicina di quanto si pensi dato che dal punto di vista tecnologico certi paesi sono già in grado di compiere il passo. Ma in Italia? Cosa si fa in Italia?

In Italia si continua a stare a guardare, o forse sarebbe meglio dire si continua ad essere ciechi, che in questo caso significa la stessa cosa.

La miope politica di molti industriali negli ultimi trent'anni, assecondata purtroppo anche dai nostri governanti, basata sostanzialmente sulla trasformazione manifatturiera di materie prime mediante lo sfruttamento di brevetti acquistati di terza o quarta mano, ha costantemente mortificato ed avvilito la scienza italiana, posta in ibernazione con appiccicato addosso la patacca di essere un lusso. Sì signori, gli scienziati in Italia sono dei parassiti, solo i «menager» sono i depositari della produttività e quindi solo essi devono decidere. Questa politica che ha messo in condizione il rappresentante di lassativi di prosperare allegramente e furbescamente è stata la stessa che ha frustrato molti ricercatori, costretti a vivacchiare fra le mille difficoltà quotidiane, impiegati di ordine secondario cui è lecito solo, se non si scalmanano troppo, di vegetare. E spesso il ricercatore italiano vegeta, diciamocelo tranquillamente fra di noi. Ma cosa si sta facendo ora per la sua dignità morale, per le sue esigenze materiali, per il suo utile recupero alla società? Ben poco, per non dire niente. Eppure, signori miei, da quando gli sceicchi hanno chiuso i rubinetti, facendo cadere rovinosamente i giganti con i piedi di argilla e decretando la fine di un'epoca e l'inizio di una nuova era, perché è di questo che si tratta, ne è già passato del tempo, ed ancora non si è capito che, una volta saturati certi mercati, la nostra unica possibilità di negoziare con i paesi detentori di risorse energetiche e materie prime è quella di esportare loro tecnologie e « Know how », che non nascono sugli alberi ma presuppongono delle solide strutture scientifiche.

La via del nostro futuro non può essere che quella: noi potremo

sopravvivere solo se riusciremo a mantenerci ad un avanzato livello scientifico e tecnologico, perché soltanto quello è l'unico materiale di scambio, indipendente da qualunque rubinetto, che noi possediamo o meglio potremmo possedere, tenuto conto delle nostre tradizioni che mi ostino a voler credere abbiano resistito. Si tratterà di rivedere oculatamente certe strutture, di investire maggiormente, non dico esageratamente, nel settore scientifico, di fate insomma una politica di credito e di inserimento della ricerca nel mondo sociale economico del paese su nuove basi onde ridare una carica di fiducia a questo nostro geniaccio italiano che non può essere morto.

Vista sotto questo profilo, la recente iniziativa del C.N.R. di finalizzare certi programmi è senz'altro lodevole perché fra l'altro ha il grosso merito di riavvicinare l'uomo di scienza ai problemi concreti del paese, di ridargli un posto di pubblica utilità e quindi di farlo sentire maggiormente partecipe ed attivo, di quanto non fosse finora successo, alla vita sociale. Ma posto che non si tratti della solita vernice superficiale - ma non credo sia il caso, visto l'impegno e l'interesse del C.N.R. e del CIPE per questi progetti - e i ricercatori intuiscano la possibilità di riscatto ed al tempo stesso di forza che viene loro offerta, i progetti finalizzati non possono costituire che un punto di partenza. Di ben altre riforme ha urgentemente bisogno la scienza italiana, e qui sono di nuovo i politici che debbono decidere. A noi non resta purtroppo che stringere i denti, lavorare e dimostrare che una maggiore fiducia di quella che finora c'è stata concessa, non sarebbe certamente mal riposta. E nell'esprimere l'augurio che tutto ciò si verifichi nel più breve tempo possibile il mio pensiero non può non andare all'oceanologia, che nell'ambito della pur bistrattata scienza italiana è una delle discipline più trascurate, mentre è indiscutibile la sua importanza incalcolabile e pregiudiziale quale scienza di base che opportunamente organizzata può fornire i risultati fondamentali per una più profonda conoscenza dei fenomeni naturali e se adeguatamente finalizzata, è in grado di portare un contributo determinante alla risoluzione di problemi di carattere esistenziale quali l'incremento delle risorse ottenibili dal mare, l'accertamento della disponibilità e l'utilizzazione delle materie prime contenute nel suo fondo e sottofondo, la tutela dell'ambiente nei riguardi delle coste, l'inquinamento.

BIBLIOGRAFIA

GOLDBERG, E. D., 1963 - *The oceans as a chemical system.* In: M. N. HILL et. al. {Editors): *The Sea, ideas and observations on Progress in the study of the Seas* Wiley, N. Y., pp. 3-25.

MC ILHEKNY, W.F. and BALLAKD D. A., 1963 - *The sea as a source of dissolved chemicals*. Symposia on Economics of Chemicals from the Sea. Am. Chem. Soc. Div. Chem. Marketing Econ., Washington D. C. pp. 122-131.

MERO, J. L., 1965 - *The Mineral Resources of the Sea*. Elsevier Publishing Co, pp 24-52.

RILEY, J.P. & CHESTER R., 1971 - *Introduction to marine chemistry*. Accademie Press 60 pp.

INTERVENTI E RISPOSTE

A. BRONDI. - 1) Gli elementi più diffusi in mare sono presenti in concentrazioni relative costanti. Tale costanza si verifica anche per elementi minori come l'uranio?

2) Non sarebbe prevedibile una concentrazione di U sulle coste italiane corrispondenti alle aree uranifere laziali e calabresi?

G. MACCHI. - 1) Tale circostanza non è stata verificata per l'U che d'altra parte, ha concentrazione dell'ordine di 3,5-5 mg/Ton di acqua di mare. Gli elementi minori in genere non seguono la legge della costanza dato che sulla loro concentrazione hanno influenza molti fattori, fra i quali quelli biologici.

2) Per quanto riguarda la distribuzione sulle coste laziali e calabresi direi che è impossibile, allo stato attuale delle conoscenze, fare delle previsioni.

B. CESCON. - Richiamo l'attenzione sulla possibilità di estrazione di microcostituenti sfruttando impianti che già impiegano l'acqua di mare per raffreddare o riscaldare degli impianti.

G. MACCHI. - Effettivamente anche questo aspetto merita di essere preso in considerazione per l'estrazione di elementi a concentrazione inferiore a quella del boro.

R. SELLI. - Rammento che numerosi altri fattori come temperatura, correnti, morfologia costiera e di fondo ecc. fanno variare notevolmente la concentrazione dei singoli ioni. La scelta di Priolo (Augusta) per l'impianto di estrazione del bromo dalle acque marine è stata proprio condizionata da questi fattori.

P. FRANCO. - Attiro l'attenzione sul fatto che la concentrazione indicata da Goldberg per molti elementi è basata normalmente su serie limitate di dati ed è valida per zone ristrette.

G. MACCHI. - Sono d'accordo, come del resto ho messo in evidenza nella mia relazione.

L. TONOLLI. - Mi complimento per la relazione molto interessante del Prof. Macchi. La dissalazione dell'acqua marina è molto costosa ed attuabile solo in casi limitati. Bisogna quindi vedere se non sia più fruttuoso cercare di conservare e recuperare le acque dolci.

ATTI DEL 1° CONGRESSO DELLA ASSOCIAZIONE ITALIANA DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA: 57-67.

BRUNO BATTAGLIA*

LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE BIOLOGICHE DEL MARE. PROBLEMI E PROSPETTIVE

Il mondo in cui viviamo sta attraversando una fase di trasformazione cosi attiva e rapida che non ha precedenti. In un arco di tempo di poco più di dieci anni l'uomo ha imparato a mettere satelliti artificiali in orbita, ha inviato strumenti di ricerca verso altri pianeti del sistema solare, ha iniziato l'esplorazione delle grandi profondità marine, ha conquistato la luna. Ma c'è una sfida alla quale la famiglia umana non sembra in grado di fare fronte: la disperata rincorsa tra l'aumento della popolazione e la disponibilità di alimento. Se la popolazione del mondo continua ad espandersi con l'incremento annuo del .2,5% che è quello attuale, l'anno 2000 troverà 6 miliardi di uomini impegnati in una competizione per il cibo tanto drammatica da mettere a repentaglio, con la pace nel mondo, la stessa sopravvivenza della nostra specie. Già oggi, circa la metà della popolazione del nostro pianeta è afflitta da gravi carenze alimentari, specie per quanto riguarda la frazione proteica. La correzione dello squilibrio tra la richiesta e la disponibilità di proteine costituisce un problema estremamente grave, che impone una rapida ed efficace soluzione.

Una fonte di risorse che potrà forse aiutarci ad uscire dalla crisi che ci minaccia, è il mare: questo universo liquido in cui trovano ricetto le più svariate forme animali e vegetali, e in cui si ritiene abbia avuto origine la stessa vita sul nostro globo.

Il ricorso al mare come fonte di alimento è una pratica tra le più primitive; una pratica che è stata tanto a lungo coltivata da dare spazio al mito della inesauribilità di questo ambiente. Vedremo presto come il

*Direttore dell'Istituto di Biologia del Mare del C.N.R. - Venezia.

mare sia tutt'altro che inesauribile. Esistono, e numerosi, gli indizi che talune risorse viventi nel mare siano in via di esaurimento per cui il problema che immediatamente si pone è quello della loro conservazione. Se è vero che per certe risorse i sintomi d'impoverimento sono inequivocabili, è altrettanto vero che il mare costituisce un insospettato serbatoio, sia pure potenziale, di risorse sinora scarsamente o per nulla sfruttate. Il problema allora non va posto in termini di conservazione, bensì - più correttamente - in termini della traduzione in atto delle risorse potenziali del mare e, successivamente, della loro razionale gestione.

Il mare ricopre più del 71% della superficie del nostro pianeta; tuttavia meno del 10% di questo vasto dominio è stato esplorato dall'uomo. E si noti che si tratta per lo più di zone costiere o situate in corrispondenza della piattaforma continentale.

Ma mari ed oceani non costituiscono soltanto un ambiente in massima parte sconosciuto. Alcune semplici considerazioni ci permettono infatti di rilevare quanto poco sfruttata sia anche la loro capacità produttiva. L'oceano, nonostante la considerevole massa di materia vivente che esso ospita, non ci fornisce attualmente che delle risorse limitate. Si valuta infatti che il mare produce ogni anno almeno 400 miliardi di tonnellate (in peso umido) di materiali organici, di cui solo una piccola frazione è utilizzata dall'uomo. I pesci, in particolare, e in minor misura crostacei, molluschi ed alghe, costituiscono il contributo del mare all'alimentazione umana. Ma si tratta di una ricchezza ancora oggi assai male impiegata. Basti pensare, per esempio, che nel 1966 la produzione mondiale di cereali e di riso ha superato il miliardo di tonnellate, mentre la cattura di pesci e crostacei ha toccato appena i 57 milioni di tonnellate. I 50 milioni di tonnellate di pesci che vengono catturati in media ogni anno, costituiscono appena l'1% in equivalente calorico della produzione di alimento consumato annualmente nel mondo. Ma le risorse potenziali del mare sono sotto questo aspetto assai grandi. Si consideri infatti che mari ed oceani assorbono l'80% dell'energia solare che perviene alla superficie terrestre; ma mentre sulle terre emerse lo spessore dello strato fertile oscilla tra il mezzo metro e il metro, nel mare lo strato produttivo si sviluppa in profondità sino a circa 200 metri. Ciò significa che, se adeguatamente utilizzato, questo strato potrebbe sostenere - secondo un calcolo grossolanamente approssimato - da mezzo a 1 miliardo di tonnellate di pesce l'anno, un valore dalle 10 alle 20 volte superiore a quello dell'attuale resa. Già riuscire a raddoppiare quest'ultima vorrebbe dire poter mettere a disposizione dell'umanità le proteine animali necessarie

alla sua alimentazione almeno per i prossimi tre o quattro decenni.

Al fine di incrementare l'entità della produzione in corrispondenza dei più alti livelli della catena alimentare, come nel caso delle risorse ittiche o, in altri termini, per tradurre in atto le potenzialità produttive che risiedono nel mare, occorre uno studio approfondito e sistematico condotto a tutti gli altri livelli.

In materia organica primaria è infatti elaborata a partire dai sali minerali e dall'energia luminosa in quei vegetali uni- o pluricellulari capaci di attività fotosintetica. Essa viene poi più o meno direttamente utilizzata da una catena di consumatori animali della quale gli organismi erbivori costituiscono il primo anello. I carnivori che se ne nutrono sono essi stessi ripartiti in diversi livelli trofici successivi.

La stima della produzione ai differenti livelli è indispensabile per la valutazione dell'effettiva resa energetica in corrispondenza di ciascun trasferimento da un livello al successivo. In ultima analisi, la popolazione ittica dipende dalla disponibilità di vita vegetale. Ma mentre sulle terre emerse il raccolto delle piante verdi da pascolo è possibile, in media, due volte l'anno, nel mare le piante microscopiche possono riprodursi nello stesso arco di tempo sino a trenta volte, con una produzione annua di materiale organico che in termini di volume supera quella ottenibile nell'ambiente terrestre.

L'agricoltura, inoltre, per essere altrettanto produttiva, richiede un continuo arricchimento di sostanze nutritive mediante fertilizzazione artificiale. Nell'oceano le sostanze nutritive vengono formate per opera di processi naturali come l'attività microbica e il flusso di acque dolci che contengono sali nutritivi provenienti dalla terra ferma. Altre sostanze trofiche derivano dalla morte di organismi marini che si depositano sul fondo, dove vengono decomposti. Queste sostanze si accumulano nel fondo stesso dove, a causa dell'assenza di luce, non possono essere utilizzate per la fotosintesi. In quelle aree in cui masse d'acqua profonda sono portate in superficie da correnti ascendenti,, le sostanze nutritive alimentano vaste popolazioni di fitoplancton. Dove ciò avviene, come per esempio lungo le coste peruviane per opera della corrente di Humboldt, si osservano eccezionali fioriture di fitoplancton e viene sostenuta una ricca catena alimentare che porta alla produzione di grandissime quantità di pesce.

Questi pochi esempi, che danno un'idea delle sorprendenti capacità produttive del mare, indicano al tempo stesso la delicatezza e la complessità delle indagini che hanno portato alle valutazioni sopra accennate.

La questione di un più razionale sfruttamento delle risorse biologiche marine, in particolare di quelle ittiche, non può essere risolta se non in termini rigorosamente scientifici.

Allo studio scientifico delle forme di vita che nel mare trovano ricetto, e delle modalità con cui questa vita si svolge, ci si può accostare secondo due punti di vista: quello puramente biologico, secondo cui gli organismi marini sono considerati come organismi di laboratorio che possono presentare particolari vantaggi per lo studio di processi comuni a tutti i viventi; e quello ecologico, che più c'interessa in questa sede. Secondo il punto di vista, o l'approccio, ecologico, lo studio della vita nel mare viene affrontato ponendo l'accento sui reciproci rapporti che intercorrono tra gli organismi marini, e sui rapporti che si stabiliscono tra questi e il mezzo fisico circostante.

Vediamo di illustrare alcuni tra i più importanti e attuali problemi di ecologia marina la cui soluzione pone le basi per affrontare in termini operativamente validi ed efficaci il problema della conservazione delle risorse viventi.

Uno dei problemi più appassionanti è quello della formazione della materia organica nel mare, delle trasformazioni che essa subisce lungo la catena alimentare, e della sua eventuale degradazione in sostanze inorganiche. In aggiunta all'apporto energetico fondamentale fornito al livello trofico di base per mezzo del processo di fotosintesi, vi è un apporto di materia organica da parte degli organismi eterotrofi che utilizzano le grandi quantità di sostanze organiche disciolte nel mare. Attualmente non disponiamo che di pochissimi dati quantitativi su tali fenomeni, salvo che per quanto riguarda certi aspetti della produttività primaria (quella, per intenderci, al livello del fitoplancton) che tuttavia siamo ancora ben lontani dal conoscere nei dettagli. Altrettanto poco sappiamo sugli effettivi tassi di trasferimento di sostanze dai livelli trofici primari a quelli secondari, o sulla cinetica del metabolismo dello zooplancton, o sul valore nutritivo potenziale dello zooplancton per i suoi predatori.

Altro problema è quello di determinare il tasso di produzione di materiale vivente nell'unità di tempo e di volume d'acqua. Come si è visto, le catene alimentari hanno tutte, come punto di partenza, la prateria delle alghe unicellulari che vivono negli strati superficiali e sono capaci di sintetizzare materia vivente a partire da CO_2, nitriti e fosfati presenti nell'acqua di mare, utilizzando l'energia captata dai loro pigmenti. "Uno dei principali problemi della produttività è dato dalla bassa concentrazione di nitriti e fosfati nel mare, sostanze che sono indispensabi-

li all'efficienza dell'intera catena. Né va trascurato il fatto che la conversione di piante fotosintetiche in proteine animali utilizzabili dall'uomo comporta molti passaggi intermedi, spesso complessi, la cui conoscenza è ancora oggi piuttosto superficiale e sommaria.

Infatti, il tipo di alimento naturale persino delle più importanti specie di animali marini è quasi sconosciuto, se non in termini generici. D'altra parte, la conoscenza e il controllo scientifico dei requisiti alimentari essenziali, delle abitudini e delle preferenze alimentari, come pure dell'efficienza di conversione delle alghe planctoniche in proteine animali, è fondamentale ai fini di una adeguata gestione delle risorse biologiche marine.

Per aumentare in misura significativa la quantità di cibo ottenuta dal mare, dobbiamo imparare a controllare i tipi di fitoplancton prodotti come sorgente primaria di cibo. Programmi intensivi nel settore della microbiologia marina, che includano ricerche in natura e in laboratorio, sono necessarie per fornire il «background» fondamentale e l'esperienza pratica.

Come si vede, si tratta di sviluppare, in parallelo con ricerche applicate, ricerche di base senza le quali ogni tentativo di intervenire efficacemente nel senso di un aumento della produzione di risorse utili all'uomo, non avrebbe alcun successo.

Si impone, per esempio, l'esecuzione di ricerche ecologiche dettagliate, e ciò richiede l'indispensabile ausilio delle discipline oceanografiche fisiche e chimiche. Si .deve infatti ammettere che le condizioni ambientali che regolano il mantenimento delle dimensioni di popolazioni naturali di molti organismi marini a livelli ottimali sono ancor'oggi assai poco note. E questa lacuna rende oltremodo difficile il poter prevedere gli effetti degli interventi umani, o giungere a un'adeguata definizione di come si debba correttamente procedere se si voglia gestire razionalmente le risorse naturali. Occorrono ricerche numerose e complesse perché ci si possa rendere conto dei rapporti tra gli organismi e l'ambiente fisico e biologico che li circonda. Queste ricerche debbono essere condotte a lungo termine per consentire la misura delle fluttuazioni di parametri significativi e la valutazione dei cambiamenti che esse comportano come naturale conseguenza. A tal fine sarebbe opportuna la selezione di aree convenienti ove sia possibile analizzare la situazione naturale anche ricorrendo all'alterazione sperimentale delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'ambiente, al tempo stesso cercando di costruire in laboratorio un modello rappresentativo dell'habitat naturale. Una impresa di questo tipo richiede-

rebbe la collaborazione di esperti nei settori più vari dell'oceanografia e della biologia marina. Fisici e chimici del mare dovrebbero affiancare nelle loro indagini esperti in sistematica, fisiologia e comportamento degli organismi marini.

Il biologo sistematico tornerà ad assumere un valido ruolo poiché oggi più che mai sta manifestandosi l'estremo bisogno che ciascuna delle specie viventi, rare o abbondanti che siano, venga identificata con precisione. Le specie diffuse e abbondanti possono essere importanti ai fini alimentari, ma non bisogna trascurare le specie rare che spesso svolgono funzioni assai utili ad altre specie, come per esempio la rimozione di parassiti, e la cui eliminazione potrebbe coinvolgere in una catastrofe l'intera comunità. L'analisi sistematica deve essere possibilmente accompagnata da indagini che consentano di evidenziare oltre che le differenze morfologiche tra le varie specie, anche quelle biochimiche, fisiologiche e di comportamento.

Tali studi forniscono la base per selezionare, entro una singola specie, razze o ceppi dotati di caratteristiche che li rendono particolarmen-te favorevoli per uno sfruttamento da parte dell'uomo. Caratteristiche interessanti, sotto questo aspetto, potrebbero essere un accrescimento rapido, una facile adattabilità e condizioni di allevamento, e un buon grado di resistenza alle malattie.

L'utilità pratica di ricerche sui meccanismi di riproduzione e di accrescimento delle diverse specie, sui processi di osmoregolazione, sui sistemi endocrini, sugli organi di senso con particolare riguardo ai fenomeni di orientamento, comunicazione e acustica sottomarina, può non emergere immediatamente. Non è tuttavia difficile dimostrarla. Per esempio, si è trovato recentemente che la produzione biologica a livello delle comunità di fondo insediate in varie località del Mediterraneo è assai maggiore di quanto non si sospettasse. Purtroppo una parte rilevante di questa produzione è sprecata a causa della mancanza, al momento giusto, di adeguati utilizzatori. Il problema potrebbe forse essere risolto introducendo e acclimatando in queste aree specie che servirebbero ad accrescere la resa della pesca di organismi bentonici. Ma la scelta delle specie da introdurre presuppone una chiara conoscenza delle loro caratteristiche biologiche generali. Il nostro intervento sarebbe poi ancora più efficace se, in queste stesse aree di popolamento, fosse delucidata la natura di certi elementi organici presenti nell'acqua di mare in tracce, e che siano suscettibili di accelerare, frenare o perturbare lo sviluppo degli organismi, di attirarli o di respingerli, e dunque di svolgere un ruolo di primaria importanza nella

concentrazione o nella dispersione di banchi di pesce.

Altre ricerche di base di fondamentale importanza per le possibili applicazioni, sono quelle che riguardano la genetica e la dinamica delle popolazioni marine. Studi di questo tipo richiedono innanzi tutto la messa a punto di metodi di allevamento in laboratorio almeno dei più rappresentativi organismi costituenti le catene alimentari; di tali organismi verrà determinata l'esatta posizione sistematica, sia a livello specifico che a quello di razze o sottospecie, insieme con il ciclo biologico e con la determinazione dei più importanti parametri di popolazione (natalità, mortalità, tasso intrinseco di accrescimento naturale, ecc.).

Un altro problema da affrontare con metodi di laboratorio è quello che riguarda la possibilità di identificare razze e popolazioni ittiche su basi biochimiche: l'applicazione di metodi sierologici e lo studio dei polimorfismi emoglobinici hanno, per esempio, permesso di individuare nel Mare del Nord determinati stocks di merluzzi e di seguirne le migrazioni.

Un moderno approccio al problema dell'incremento delle risorse marine è quello che si basa sulla pratica dell’acquacultura. Un'attività di pesca razionalmente condotta può certamente contribuire a un sostanziale incremento dei mezzi alimentari necessari all'uomo; ma si tratterebbe in ogni caso di possibilità limitate. Ben altre opportunità sono offerte dal raccolto potenziale che può essere ottenuto mediante la fertilizzazione artificiale di certe zone marine particolarmente idonee per questo tipo di «farming». Si è già visto come la produzione di pesce in talune aree marine dipenda largamente dalla quantità di sali nutritivi convogliati da correnti ascendenti. Si può cominciare oggi a intraprendere qualche tentativo, sia pure a livello sperimentale, o pilota, al fine di utilizzare la naturale energia idrodinamica o atmosferica per portare alla superficie masse d'acqua di fondo ricche in sostanze nutritive capaci di fertilizzare aree prescelte che si prestino particolarmente per questo tipo di intervento, come baie o lagune. Ammesso che, facendo ricorso alle più raffinate tecniche di ingegneria marina, si riesca a convogliare in superficie e nella misura voluta, masse d'acqua profonde, resta da risolvere il problema del dosaggio dei sali nutritivi, in maniera tale che solo il tipo giusto e la quantità giusta di fitoplanctonti vengono prodotti. Infatti, un eccesso di produzione di sostanza organica potrebbe portare a uno smisurato consumo di ossigeno, col risultato di brusche e massive morie. Buone possibilità di acquacultura esistono presso estuari e acque costiere, regioni marine marginali che sono più accessibili ad un efficace controllo. Purtroppo, aree di

questo tipo sono spesso iperfertilizzate dai sali nutritivi che si trovano nelle acque di scarico industriale o urbano. Una buona regolazione della quantità di tali sali, in maniera che la loro concentrazione non superi il livello necessario, potrebbe potenzialmente trasformare quella che è oggi una calamità dal punto di vista igienico in un valido mezzo per incrementare la produzione di specie marine pregiate.

Pratiche di acquacultura razionale sono da tempo condotte con successo in paesi come il Giappone, la Gran Bretagna, la Francia, Israele. Tentativi di «farming» marino in Scozia hanno portato a incrementi della produzione dell'ordine delle 16-18 volte. Iniziative analoghe sono state intraprese anche in Italia, con risultati che si profilano molto promettenti.

Esistono almeno altre aree di ricerca marina alle quali sinora è stata dedicata un'attenzione insufficiente. Una di esse riguarda i problemi associati con modificazione ambientali di vastissima portata. L'altra, l'impiego degli organismi marini nella ricerca biomedica.

Al primo tipo di problemi appartiene per esempio quello della prospettata nuova apertura del Canale di Panama. Se attraverso l'America Centrale verrà aperto un nuovo canale a livello del mare, si porranno molte questioni biologiche di grande rilievo anche per le eventuali conseguenze pratiche. Ci si può domandare che cosa avverrà se la barriera che sino ad oggi, per milioni di anni, ha separato la fauna pacifica da quella atlantica, verrà improvvisamente a cessare, così che gli organismi possano facilmente spostarsi da un oceano all'altro. È possibile che un cambiamento nella pressione di selezione e nuovi tipi di competizione interspecifica portino all'eliminazione di certe specie e all'affermazione di altre non necessariamente desiderabili. È anche possibile che specie affini si incrocino tra loro dando origine a popolazioni ibride dotate di nuovi caratteri. Ci si può ancora chiedere se le popolazioni presenti riescano a resistere all'invasione da parte di altre specie senza subire alterazioni, o se viceversa quest'invasione possa provocare oscillazioni violente nella composizione e nell'abbondanza relativa delle specie che costituiscono la comunità invasa.

L'importanza pratica di un esperimento naturale così imponente, consiste nel fatto che esso può per esempio aiutarci a prevedere gli effetti di una programmata introduzione di specie in località diverse, come pure gli effetti della loro rimozione dalle località d'origine.

Per quanto concerne l'altra area di ricerca, quella relativa all'impiego di organismi marini negli studi biomedici, basti ricordare che la maggior

parte delle nostre conoscenze biologiche generali si basano largamente su ricerche che all'inizio sono state condotte su animali marini. Per fare alcuni esempi, gli Echinodermi hanno dato un fondamentale contributo alla conoscenza dei processi di fecondazione e di sviluppo embrionale; certi Molluschi cefalopodi, alla fisiologia dell'eccitazione nervosa; vari Crostacei, alla comprensione dei meccanismi di neurosecrezione. Va sottolineata l'utilità di studi biochimici condotti su organismi marini, animali e vegetali, al fine di isolare sostanze che, in esperimenti di laboratorio, si sono rivelate capaci di azione antivirale, antimicrobica, inibitrice della crescita tumorale, stimolante dell'attività cardiaca.

Mi pare bastino questi pochi esempi per suggerire l'importanza di ricerche condotte sistematicamente su organismi marini per la soluzione di una varietà di problemi biochimici e farmacologici.

Nel contesto delle ricerche da eseguire per realizzare una razionale gestione delle risorse biologiche marine, per fini non esclusivamente alimentari, non dovrà essere trascurata una sistematica valutazione degli inquinamenti di qualsiasi origine: batterica, chimica o da radioattività. Sostanze tossiche di origine industriale, immissione di liquami provenienti dagli agglomerati urbani, immissione di sostanze riducenti che provocano una forte caduta di ossigeno nell'ambiente acquatico, accumulo di sostanze detergenti, sono tutti fattori diretti o indiretti di turbamento, estremamente pericolosi. Sembra per esempio che proprio alla enorme diffusione dei detergenti - che, da una parte, con le loro molecole che si dispongono all'interfaccia acqua-aria, inibirebbero i normali processi di riossigenazione delle acque, dall'altra, formando una pellicola sugli organi respiratori dei pesci ne disturberebbero la funzionalità - vada attribuita almeno in parte la crescente rarefazione di pesce azzurro da molte zone un tempo largamente frequentate.

Particolari inquinanti, inoltre, potrebbero compromettere il potere di autodepurazione che l'acqua marina possiede, con particolare riguardo al suo potere antibatterico. Prove eseguite per studiare la sopravvivenza di Colibacilli di provenienza fecale in campioni di acqua mantenuti in laboratorio a 37°C, e conteggi della microflora batterica tipicamente marina, dimostrerebbero l'esistenza di una notevole capacità da parte delle acque marine o salmastre di far sopravvivere la propria flora endogena, laddove i batteri di provenienza terrestre non troverebbero nell'ambiente marino condizioni ottimali per una prolungata sopravvivenza.

In altri termini, nell'ambiente naturale marino esisterebbe un netto potere di difesa, cioè di autodepurazione, nei riguardi dei microcontaminan-

ti esterni. Secondo alcuni autori, l'esistenza di una flora endogena eterotro-fa particolarmente attiva costituirebbe uno dei fattori determinanti del processo di autodepurazione.

Se ipotizziamo che una sostanza inquinante, di origine industriale o urbana, possa danneggiare sensibilmente alcuni o tutti i componenti di questa microflora endogena ne deriverebbe un profondo turbamento nell'equilibrio dell'associazione, che tra l'altro potrebbe manifestarsi nella perdita delle capacità difensive dell'ambiente nei confronti, per esempio, dei suoi contaminanti biologici esterni. La cessazione della causa perturbatrice potrebbe consentire il ripristinarsi dell'equilibrio, ma non è da escludersi che questo, in particolari condizioni che non è facile prevedere, possa invece venire compromesso in maniera irreversibile.

In un ambiente marino aperto, o ancora meglio in un ambiente oceanico, il perturbamento dell'equilibrio si farebbe risentire solo in prossimità delle coste, laddove cioè si ha una maggiore concentrazione di agenti inquinanti. Ma ben diverse e assai più gravi potrebbero risultare le conseguenze di un forte apporto di materiali nocivi in un mare che, come per esempio l'Alto Adriatico, ha la conformazione di una sacca nella quale gli inquinanti, invece che dispersi, vengono rigettati sulle coste non smaltiti né degradati.

Lo sfruttamento delle risorse biologiche e l'utilizzazione industriale dell'acqua di mare per sopperire alla carenza idrica sulle terre emerse, esige che tali prodotti non siano contaminati e che la loro stessa esistenza non venga minacciata dai rifiuti dell'attività umana.

Per concludere, diremo che ci si trova oggi al cospetto di una preoccupante antitesi: da una parte c'è l'uomo, il quale con i mezzi che il progresso tecnico e scientifico ha messo a sua disposizione comincia ad intravedere le promettenti risorse che il mare sarà in grado di offrirgli in un futuro non troppo lontano; dall'altra, i medesimi strumenti del progresso tendono a compromettere la traduzione in atto delle potenzialità produttive racchiuse nell'ambiente marino. È un dilemma che pone gravi problemi di scelta. In ogni caso si deve poter pervenire ad un ragionevole ed equilibrato compromesso in modo che gli sforzi per una più approfondita conoscenza del mare e per un migliore sfruttamento delle sue risorse non vengano continuamente frustrati dalla contrastante minaccia dell'inquinamento. Il problema sta assumendo ovunque dimensioni inquietanti. Per una sua soddisfacente soluzione è indispensabile che il potere politico, cui spetta l'ultima parola, sappia convenientemente e tempestivamente utilizzare le indicazioni fornite dalla scienza.

INTERVENTI

G. BOMBACE. - Prima di spendere qualche parola sull'argomento pesca, mi pare che sia da sottolineare la necessità di conoscere l'ambiente marino. Ma a livello di scienza biologica marina e anche di scienza della pesca, siamo ancora alle soglie della conoscenza. Ad esempio noi parliamo spesso di catene alimentari; ma man mano che si approfondisce questo tema ci si accorge che è sempre più complesso. A me è capitato facendo l'analisi dei contenuti stomacali di alcuni pesci, di trovare delle Ofiure. Mi hanno sempre insegnato che le Ofiure rappresentano una fuga laterale, cioè qualcosa di non utilizzato nella catena alimentare. E invece ci sono pesci che le mangiano. A proposito della pesca, a me pare che prima di preoccuparci dell'intervento dell'uomo sull'ambiente ai fini di incrementare la produzione, sia necessario stabilire uno sfruttamento razionale delle risorse attuali. Noi peschiamo in modo scorretto e continuiamo a consumare in modo scorrettissimo! Abbiamo delle specie che, sulla base di certe indagini, accusano segni di sovrasfruttamento mentre altre sono ancora totalmente inutilizzate o quasi. Per non parlare del pesce azzurro. Voi sapete che questa materia prima nei mari italiani è abbondante: l'Adriatico ne è ricchissimo. La valorizzazione di queste risorse è minima ed è uno spreco veramente delittuoso. Noi continuiamo a consumare Sogliole, Merluzzi, Scampi, specie senza dubbio pregiate, mentre sarebbe opportuno indirizzare i consumatori, e quindi anche la pesca, verso queste altre .specie. Il .problema fondamentale a livello di pesca è la valutazione delle risorse e lo stato del loro sfruttamento, cioè in concreto la loro disponibilità. La valutazione delle risorse viene fatta utilizzando dei dati statistici, non solo biologici, ma anche di catture e di sforzo di pesca. Ma la raccolta di questi utilissimi dati è possibile solo all'Ente pubblico, dove esistono mercati funzionanti o cooperative che assistono il pescatore. Cioè la valutazione delle risorse per la pesca, non è solo un problema di ricerca applicata, ma anche di intervento dei pubblici poteri.

RAIMONDO SELLI*

PROSPETTIVE MINERARIE NEI FONDI MARINI ITALIANI

II tema è ambizioso sia per la sua vastità sia soprattutto per la scarsezza dei dati disponibili, che però sono sufficienti per indicare sia pure a grandi linee gli orientamenti della ricerca scientifica e di quella applicata per l'individuazione delle possibilità minerarie concrete.

Prima di entrare nel vivo dell'argomento è necessario, per i non geologi, accennare ai caratteri morfologici e geologici fondamentali del fondo e del sottofondo marini.

Dalla linea di riva fino a una profondità media di 130 m si ha un'area pianeggiante detta *piattaforma continentale* (*shelf*). Segue quindi fino ai 1.400-3.200 m di profondità una fascia assai ripida o *scarpata continentale* (*slope*). Quindi l'inclinazione diminuisce progressivamente fino ai 5.000 m circa: siamo sul *declivio continentale* (*rise*). Al largo si hanno le grandi *piane abissali* oceaniche, che sono interrotte dalle enormi *dorsali oceaniche* (lunghe decine di migliaia di km e alte 3-4.000 m) e dalle *fosse oceaniche* (profonde fino a 11.000 m). Numerosi *vulcani sottomarini* isolati o variamente associati e allineati sorgono direttamente dalle piane abissali, ma spesso, come avviene nei nostri mari, anche dal declivio, scarpata e piattaforma continentale. Queste tre ultime unità costituiscono insieme il *margine* continentale che occupa circa il 30% di tutti i fondali oceanici del mondo e tutto il Mediterraneo (Fig. 1).

Ma vediamo ora la situazione in senso più geologico cioè in senso verticale, allargando lo sguardo a tutta la crosta terrestre. In tal caso dobbiamo distinguere dall'alto al basso tre grandi unità o «strati»:

*Direttore del Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R. - Bologna.

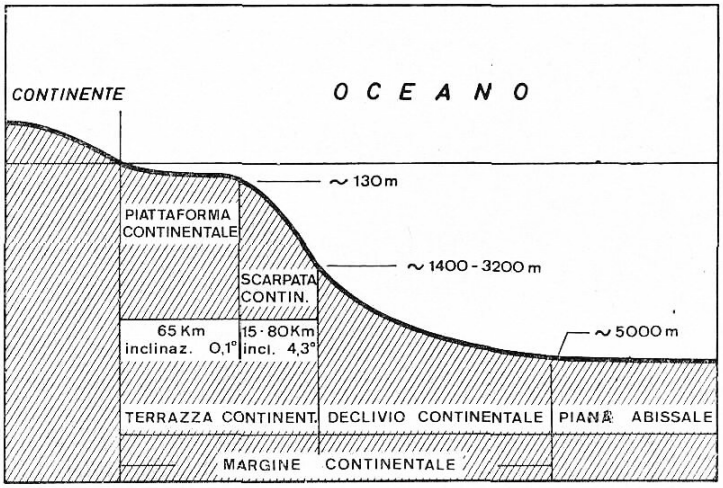

Fig. 1 - Schema delle unità morfologiche fondamentali dell'oceano.

sedimenti o *copertura sedimentaria* (di cui diremo), *crosta superiore* (costituita da rocce metamorfiche sialiche, cioè in prevalenza silico-alluminifere) *e crosta inferiore* (a rocce femiche o ultrafemiche, cioè in prevalenza silico-ferro-magnesifere). Senza entrare in particolari diremo che nei continenti e nella piattaforma continentale sono sempre presenti questi tre «strati» con spessore totale sempre superiore ai 30 km e talora fino a 60 km. Nelle piane abissali oceaniche invece si ha la cosiddetta crosta oceanica dove manca la crosta superiore sialica e lo spessore totale è di soli 6-7 km. In corrispondenza del declivio e della scarpata continentale si hanno croste semi-oceaniche o intermedie con la comparsa e il progressivo aumento verso terra della crosta superiore sialica (Fig. 2).

Dal nostro punto di vista minerario però possiamo fare in senso verticale una semplice bipartizione: *copertura sedimentaria* e substrato. La prima, talora spessa anche parecchi Km è costituita in superficie da fanghi e sotto da argille, sabbie, arenarie, marne, calcari ecc., cioè da rocce di antico deposito marino. Il *substrato* invece è rappresentato da rocce metamorfiche, granitiche e vulcaniche per lo più basiche, che a seconda delle zone rappresentano la crosta superiore o quella inferiore.

Dopo questo lungo preambolo e tenendo conto di questa ultima bipartizione, possiamo fare una classificazione di prima approssimazione

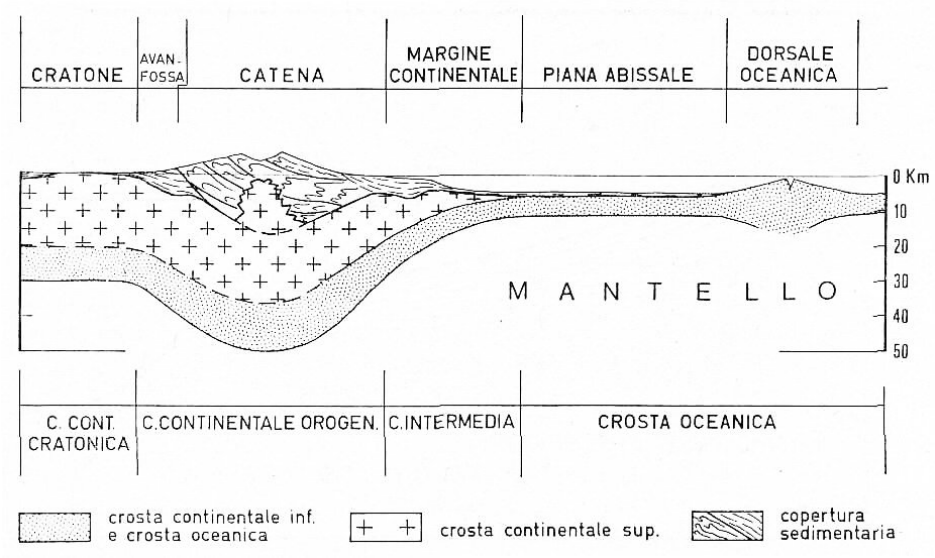

Fig. 2 - Schema delle unità morfologiche e crostali fondamentali dei continenti e degli oceani.

dei giacimenti di materie prime minerali ed energetiche ricavabili dal mare:

A - Giacimenti superficiali o affioranti sul fondo marino
B - » entro la copertura sedimentaria sottostante
C - » entro il substrato.

Questa classificazione (Fig. 3) più che alla genesi è legata alle possibilità e ai mezzi di sfruttamento dei vari minerali: raccolta diretta e sollevamento dal fondo per i giacimenti superficiali, estrazione in prevalenza mediante pozzi per i giacimenti nella copertura sedimentaria, sfruttamento mediante gallerie e perforazioni per quelli del substrato.

Scendendo a maggiori particolari possiamo dare lo schema riassuntivo in Fig. 4, circa le materie minerali estraibili dal fondo marino, la loro ubicazione e metodi di estrazione.

Naturalmente dato lo scopo della nostra riunione ci riferiamo non in generale a tutto il pianeta, ma quasi solo ai «fondi marini italiani», che a noi maggiormente interessano. Bisogna però intenderci su questo termine.

Come ognuno sa, ogni Paese esercita una sovranità completa sulle acque territoriali, il cui limite in Italia come in altre nazioni è stato

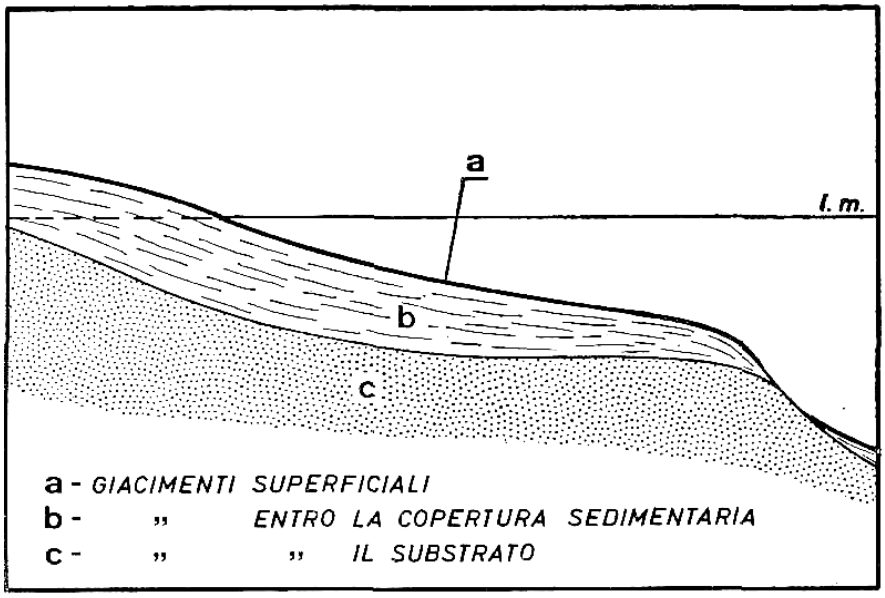

Fig. 3 - Classificazione generale dei giacimenti minerari marini.

TIPI GIACIMENTI	METODI ESTRAZIONE	MINERALI RECUPERABILI	UBICAZIONE PREVALENTE: SHELF	SLOPE	RISE	PIANA ABISSALE	DORSALI OCEANICHE	POSSIBILITA' MARI ITALIANI	POSSIBILITA' SFRUTTAMENTO
a SUPERFICIALI	RACCOLTA DAL FONDO E SOLLEVAMENTO	1 MINERALI DETRITICI O PESANTI							
		ORO	■					NO	
		CASSITERITE (STAGNO)	■					"	
		PLATINO	■					"	IN ATTO
		ILMENITE (TITANIO)	■					SI	O
		RUTILO (TITANIO)	■					SI	
		ZIRCONE	■					NO	
		MONAZITE (TERRE RARE)	■					(?)	IN VIA
		MAGNETITE	■					SI	
		GEMME (DIAMANTE, ZAFFIRO ECC.)	■					NO	DI
		2 MINERALI D' PRECIPITAZIONE CHIMICA							REALIZZAZIONE
		NODULI E CROSTE Fe-Mn				■	■	SI	
		FOSFORITI	■	■				SI	
		FANGHI METALLIFERI		■	■		■	SI	
		GLAUCONITE E ALTRI MIN.	■					SI	
		3 CARBONI (ANCHE IN b)							
		TORBA	■					SI	
		LIGNITE	■					NO	
		4 MATERIALI DA COSTRUZIONE							
		ARGILLE	■					SI	
		SABBIE E GHIAIE	■					SI	
		AMMASSI CONCHIGLIARI	■					SI	
b ENTRO LA COPERTURA SEDIMENTARIA	PERFORAZIONI	1 IDROCARBURI	■	■	■			SI	
		2 SALGEMMA	■	■	■			SI	IN ATTO FINO A 200 M IN VIA DI REALIZZAZIONE FINO A 2000 M
		SALI POTASSICI	■	■	■			SI	
		ZOLFO	■	■	■			NO	
		3. VAPOR D'ACQUA (ANCHE IN C)	■	■	■		■	SI	
c ENTRO IL SUBSTRATO	GALLERIE E METODI INDIRETTI	TUTTI I GIACIMENTI METALLIFERI E NON	■	■	■			SI	IN UN FUTURO LONTANO

Fig. 4 - Materiali minerali estraibili dal fondo marino, loro ubicazione e possibilità di sfruttamento.

portato a 12 miglia n. dalla costa. Già da circa 6 anni è in discussione presso l'ONU, lo stato giuridico delle aree marine al di là del limite delle acque territoriali. Tuttavia l'opinione prevalente fra tutti i Paesi rappresentati (opinione espressa anche all'ultima Conferenza di Caracas 1974) è di stabilire fino a 200 miglia dalla costa un'area economica sulla quale lo stato rivierasco ha la proprietà delle risorse minerarie, del fondo e sottofondo marino e per alcuni anche delle risorse biologiche, ossia l'esclusività della pesca. Nel Mediterraneo nessun paese può avere libere davanti a sé 200 miglia ma al massimo 120 miglia. Sarà perciò necessario stabilire delle linee mediane di demarcazione mediante accordi bilaterali come appare in Fig. 5, dove sono delimitate le aree marine su cui l'Italia potrà rivendicare la proprietà delle risorse minerarie del fondo e sottofondo marino e che intendiamo qui convenzionalmente come «fondi marini italiani». Essi coprono una superficie di circa 577,000 km^2, cioè il doppio di quella del nostro Paese. In Fig. 6 sono anche schematizzate le unità morfologiche fondamentali del Mediterraneo.

Vediamo ora quali sono le nostre conoscenze, probabilità e possibilità di accumuli minerari con particolare riguardo ai nostri mari.

A. GIACIMENTI SUPERFICIALI

Sono quelli direttamente affioranti sul fondo e costituiti da materiali sciolti che vengono raccolti mediante dragaggio del fondo con sistemi assai vari a seconda del materiale e della profondità. Quando quest'ultima è notevole si presenta il problema del sollevamento, che può avvenire mediante catene a tazze o secchi (analoghe alle nozie) o con l'aspirazione attraverso un tubo nel quale a una certa profondità (al massimo qualche centinaio di m) è iniettata aria compressa.

A_1 MINERALI DETRITICI o PESANTI

Si possono in senso lato, considerare giacimenti alluvionali, dove la concentrazione dei minerali pesanti in genere con d>4, avviene per cernita ad opera di correnti fluviali, moto ondoso e talora correnti marine che allontanano i componenti più leggeri. Si possono così concentrare minerali pesanti da sabbie, che derivano da degradazioni di rocce dove i minerali stessi erano molto dispersi e perciò inutilizzabili. Questi accumuli secondari si possono avere in terraferma entro alluvioni, su spiagge ma anche sulla piattaforma continentale.

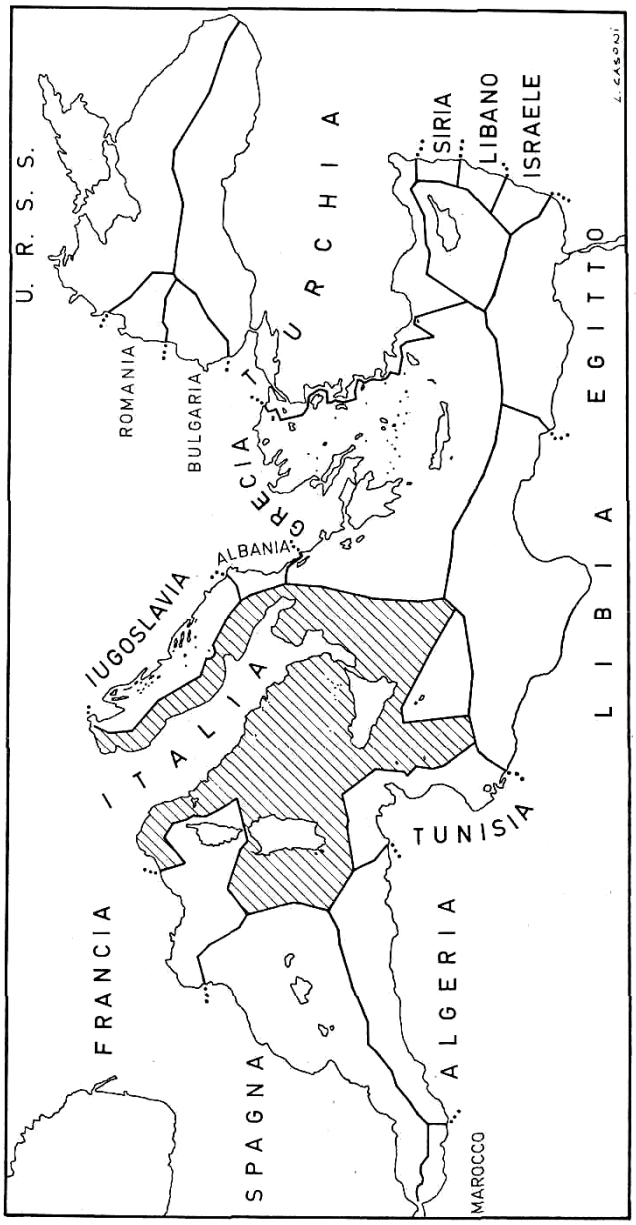

Fig. 5 - «Aree economiche» per lo sfruttamento minerario dei fondi marini spettanti ai paesi rivieraschi del Mediterraneo, secondo linee mediane di demarcazione.

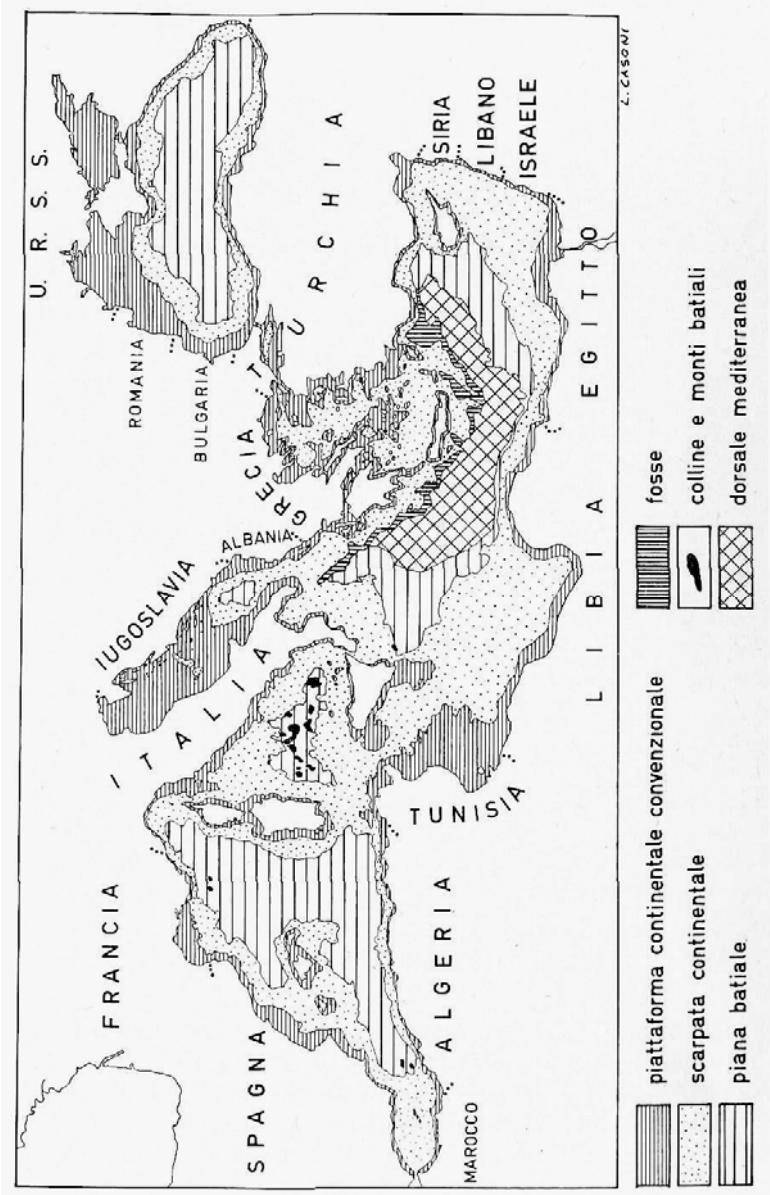

Fig. 6 - Unità morfologiche fondamentali del Mediterraneo.

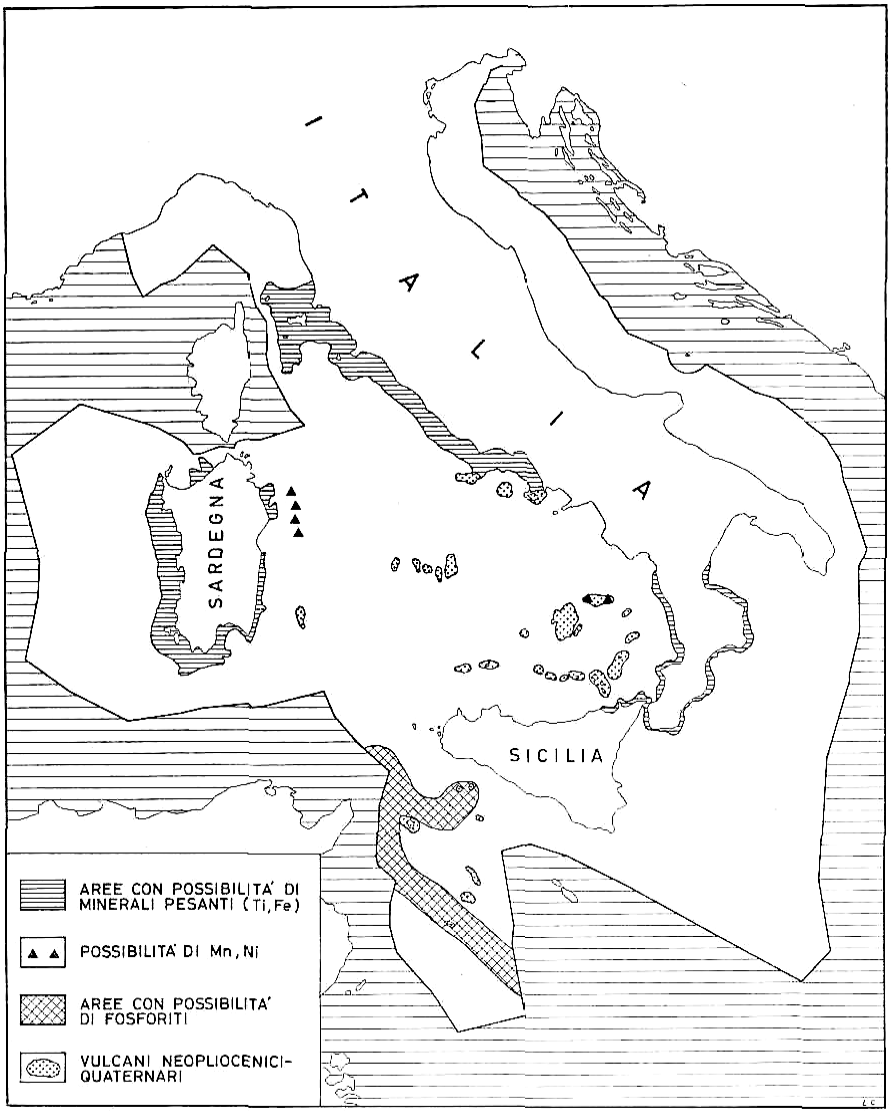

Fig. 7 - Possibilità di giacimenti superficiali nei «mari italiani».

Qui infatti si rinvengono spesso sabbie residuali depositate dai fiumi e dal moto ondoso durante gli abbassamenti eustatici del livello marino in concomitanza con le espansioni glaciali. In media tali depositi si trovano oggi fino ai 130-150 m di profondità e si sono originati durante l'ultima espansione glaciale (da 25.000 a 15.000 anni fa). Sfruttamenti in

atto da spiagge e piattaforme continentali si hanno per: oro (Alasca, Autralia), stagno (Inghilterra, Siam, Malacca, Indonesia), ilmenite e rutilo (Australia), diamanti (Sud Africa e Africa del SW), magnetite titanifera (Giappone) ecc. Per il nostro Paese esistono possibilità di accumuli solo al largo delle coste laziali, calabre e sarde per magnetite, ilmenite e rutilo.

A_2 MINERALI DI PRECIPITAZIONE CHIMICA o BIOCHIMICA

Si tratta di prodotti vari e di origine diversa e dibattuta, che si formano anche oggi sui fondi marini. Converrà perciò esaminarli separatamente.

Noduli manganesiferi suscitano oggi un notevole interesse non solo scientifico ma soprattutto industriale per l'elevato contenuto di metalli. Anche se la composizione chimica di questi noduli varia notevolmente si possono assumere come valori di larga media: Mn 24%, Fe 12%, Ni 0,9%, Ti 0,67%, Cu 0,53%, Co 0,35%, altri elementi minori 0,3%, Per il loro sfruttamento è stata già costruita una grande nave appositamente attrezzata (il Glomar Explorer del miliardario Hughes) ed è già in corso un programma industriale internazionale cui partecipano U.S.A., Gran Bretagna, Germania, Giappone e Francia. Data l'enorme riserva che tali noduli rappresentano (si parla addirittura di 2 trilioni di T) le esplorazioni in mare, lo sviluppo di nuove tecnologie e metallurgie e le ricerche economiche sono quanto mai intense anche in vista dell'impatto che massicce produzioni di Mn, Cu, Ni, Co, V, Ag, ecc. da questi noduli possono provocare sulle produzioni e utilizzazioni tradizionali. I noduli ferromanganesiferi sono abbondantissimi soprattutto nell'Oceano Pacifico ma frequenti anche in certe aree dell'Atlantico e dell'Indiano a profondità variabili da 100 a 7.000 m ma soprattutto fra 2.000 e 5.000 m. I tipici noduli manganesiferi oceanici mancano nel nostro Mediterraneo. Le nostre ricerche hanno però messo in evidenza concrezioni e croste manganesifere sui monti tirrenici. Su di uno di questi a profondità variabili fra 70 e 150 m di profondità sono state rinvenute sabbie calcaree con il 33% di Mn e circa 0,1% di Ni sul tout-venant.

Fosforiti. Esse sono note soprattutto in noduli, ma talora anche come sabbie e fanghi fosfatici. Estesi depositi sono noti al largo della California, Florida, Brasile, Perù, Cile, Ghana, S. Africa, Australia, N. Zelanda ecc., per lo più a profondità fra i 40 e 400 m, per molte centinaia di miliardi di t. Usualmente i tenori di P_2O_5 sono però

inferiori e anche largamente al 31% che nei giacimenti continentali rappresenta il limite inferiore per uno sfruttamento industriale concorrenziale. Mancano perciò finora esempi di utilizzazione di fosforiti marine anche se se ne studia la possibilità, soprattutto per quei Paesi che sono lontani dai luoghi di attuale produzione e nei quali i costi di trasporto incidono enormemente sul prodotto. Per quanto riguarda i mari italiani, forse solo il Canale di Sicilia può presentare qualche prospettiva, anche se la nostra vicinanza ai giacimenti nordafricani non invoglia una ricerca sistematica.

Fanghi metalliferi. Rappresentano la più importante mineralizzazione metallifera scoperta in questi ultimi anni nel Mar Rosso e nella dorsale medioatlantica ed estpacifica. Tali fanghi contengono elevate percentuali di Cu, Zn, Pb, Ag, Au, talora Hg e altri metalli. Per i depositi del Mar Rosso (valutati in circa 10 mil. di t. di metalli recuperabili) sono in corso ricerche per uno sfruttamento industriale che però presenta varie difficoltà. Dato che tali mineralizzazioni sono connesse a zone di distensione con vulcanesimo in atto o recente si possono presentare concrete possibilità di ritrovamenti nel M. Tirreno e nel Canale di Sicilia nelle zone adiacenti agli apparati vulcanici sottomarini in corrispondenza di grandi faglie regionali.

Glauconiti e altri minerali. Come è noto la glauconite è un silicato complesso che può aver interesse, sia pure molto scarso, per il suo contenuto in K e come materiale a scambio di base. Ritrovamenti molto modesti e privi di significato pratico si hanno su fianchi di alcuni monti tirrenici e sulla scarpata laziale-campana. È stata ventilata la possibilità di sfruttamento di barite, phillosite, resti organici, (denti e ossa di pesci), argilla rossa abissale (per i metalli, soprattutto Mn che contiene), fanghi ad elevato contenuto calcareo (per la preparazione del cemento). Fanghi silicei (per l'utilizzazione delle diatomiti), ecc. Si tratta però di depositi sempre a bassa concentrazione o antieconomici e di cui nel Mediterraneo non si ha notizia di accumuli apprezzabili.

A_3 CARBONI FOSSILI

Soprattutto torba si può rinvenire sulla piattaforma continentale; ma dato ìl suo scarso valore industriale, essa non è oggetto oggi di ricerca e tanto più di sfruttamento. In ogni caso, possibilità potrebbero esserci soprattutto nell'alto Adriatico.

A_4 MATERIALI DA COSTRUZIONE

In molte parti del mondo sono in atto sfruttamenti talora intensi di sabbie, ghiaie e ammassi conchigliari (Stati Uniti, Francia, Olanda, ecc.}. Tali materiali vengono ricavati per rilevati, ripascimento di spiagge, costruzioni stradali e per inerti di malte; in quest'ultimo caso si presenta anche il problema della dissalazione. Queste estrazioni risultano tuttavia convenienti dove nella vicina terraferma tali materiali mancano o sono costosi. Per il momento un tale problema non si presenta per il nostro Paese. Se in avvenire si presentasse (ad esempio nelle regioni costiere padano-venete), esso sarebbe risolvibile con le sabbie residuali del Nord e centro-Adriatico.

B. GIACIMENTI ENTRO LA COPERTURA

Si tratta di accumuli costituiti da fluidi naturali {idrocarburi e vapor d'acqua) o da minerali resi fluidi per fusione (zolfo) o soluzione (salgemma, e sali di K e Mg). La ricerca e lo sfruttamento avviene mediante pozzi perforati per centinaia o migliaia di m al disotto del fondo marino. Oggi però le possibilità di perforazione in mare sono limitate fra la costa e i 180-200 m di profondità mediante piattaforme semisommerse e ancorate al fondo, che potranno essere utilizzate anche più al largo fino a 500-600 m d'acqua. Per perforare pozzi industriali sotto acque più profonde saranno necessarie navi e stazionamento dinamico automatico; ma bisognerà attendere lo sviluppo della tecnologia, soprattutto per quanto riguarda la testa dei pozzi e le apparecchiature per lo sfruttamento, e il trasferimento e immagazzinamento dei fluidi. Si prevede tuttavia che entro 8-10 anni saranno possibili sfruttamenti in acque di almeno 2.000 m di profondità.
Non tutti i giacimenti saranno economicamente sfruttabili, ma solo quelli di rilevanti dimensioni, in quanto si prevede che i costì globali della ricerca e dell'estrazione siano 7-8 volte superiori rispetto a quelli dei giacimenti terrestri.

B_1 IDROCARBURI

Essi già oggi rappresentano circa il 90% del valore totale delle produzioni minerarie sottomarine. Anche se gli sfruttamenti, come si è detto, sono limitati alla piattaforma continentale attualmente le produzioni sottomarine rappresentano il 18% circa della produzione mondiale di

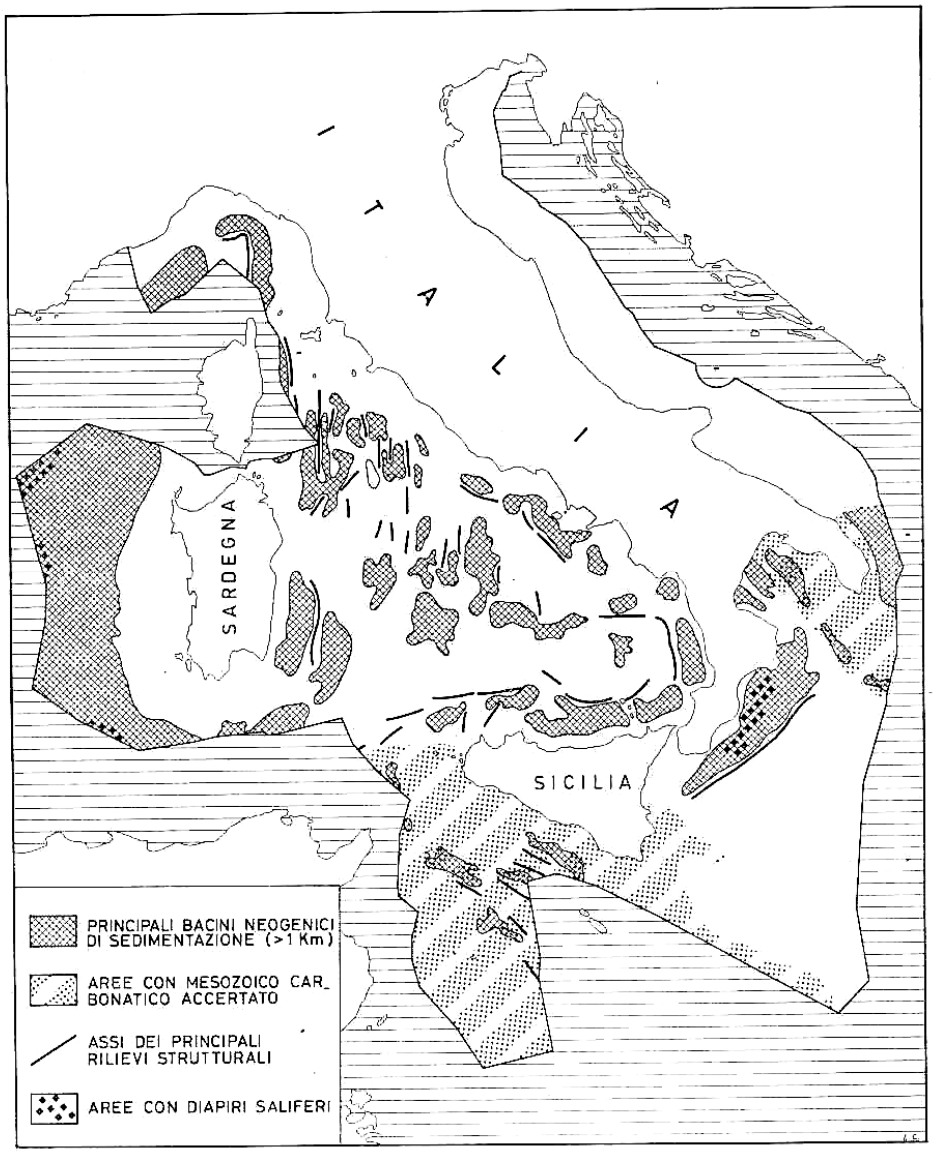

Fig. 8 - Possibilità di giacimenti entro la copertura sedimentaria nei «mari italiani».

petrolio e circa il 7% di gas. Si prevede che negli anni '80 tale produzione soddisfarà il 30-35% della domanda mondiale e supererà in valore tutte le altre produzioni del mare prese insieme (comprese la pesca e l'utilizzazione delle acque marine). I giacimenti di idrocarburi sottomari-

ni sono limitati al margine continentale; l'eventualità di accumuli nelle piane e fosse oceaniche è assai lontana e, anche nel casi più favorevoli, con potenziati del tutto subordinati. Tutta l'area mediterranea appartiene al margine continentale ed è considerata fra quelle più promettenti.

Per i giacimenti sottomarini d'idrocarburi valgono naturalmente gli stessi principi ben noti per quelli terrestri. Le potenziali aree petrolifere devono presentare: a) rocce madri {cioè sedimenti ricchi di sostanze organiche), b) rocce magazzino (porose e permeabili come sabbie, arenarie, calcari, dolomie), e) coperture (o rocce impermeabili sovrapposte come argille, marne, calcari compatti), d) strutture tettoniche o stratigrafi-che (capaci di determinare la migrazione e l'accumulo dei fluidi). Questi quattro parametri critici si realizzano nei grandi bacini di sedimentazione con spessore dei sedimenti superiore a un km. Le ricerche finora eseguite permettono già di individuare nei fondi marini italiani i grandi bacini neogenici di sedimentazione con spessori di sedimenti spesso enormi (da 1 a 4 km). Essi sono delimitati solo per spessori superiori ad un kilometro in fig. 8. Le ricerche future potranno solo accrescerne il numero e l'estensione. Escludendo l'Adriatico, essi coprono, per quanto conosciamo finora, una superficie di circa 130.000 Kmq circa, uguale cioè a 3 volte quella della pianura padana rispetto alla quale presentano analogie geologiche e di possibilità pratiche. Ma mentre nel Mar Tirreno probabilmente solo Ì terreni neogenico-quaternari offrono prospettive concrete, nel Mediterraneo occidentale possono -presentarsi anche grandi spessori di terreni paleogenici prospettabili; nel Canale di Sicilia, in Adriatico e nello Ionio occidentale possono avere notevole interesse anche i terreni prevalentemente calcareo-dolomitici del Mesozoico e Paleozoico.

Nei bacini neogenico-quaternari sono già state individuate numerose strutture o trappole favorevoli all'accumulo degli idrocarburi e cioè; anticlinali, faglie di compressione, condensazioni stratigrafiche (capaci di offrire chiusure stratigrafiche), anticlinali diapìrìche e diapiri veri e pro-pri; non si devono poi trascurare le strutture positive {Horst e anticlinori) che fanno da argine esterno dei bacini peritirrenici e periionici. I numerosi Horst del Canale di Sicilia e il grande pianoro della Puglia (corrispondente ad una anticlisi) possono costituire strutture favorevoli all'accumulo degli idrocarburi entro il Mesozoico o addirittura il Paleozoico.

Manifestazioni di idrocarburi con impregnazioni bituminose sono note in campioni prevalenti nelle formazioni del Quaternario, Pliocene e Messiniano. Tenendo conto delle conoscenze acquisite in mare ed in terra si può inoltre aggiungere che i terreni de Messiniano, del Raibliano e del

Permo-Carbonifero offrono buone caratteristiche di rocce madri.

Come si vede da questi brevi cenni i mari italiani presentano concrete e promettenti prospettive di idrocarburi. Ma l'ultima parola spetterà allo scalpello di perforazione quando saranno disponibili le tecnologie, capaci di trivellare al di là della piattaforma continentale.

B_2 ZOLFO E SALI EVAPORITICI

Essi sono associati nella medesima giacitura nei diapiri saliferi, che rappresentano le strutture più favorevoli per lo sfruttamento.
Produzioni di zolfo dalle rocce del cappello di diapiri sono in atto nel Golfo del Messico mediante il metodo Frasch (20% della produzione USA). È però molto dubbio (anzi forse da escludere) che i diapiri mediterranei possano presentare accumuli di S; l'elemento infatti come è noto compare da noi solo alla base della successione evaporitica.

Viceversa i nostri diapiri possono presentare concrete possibilità di sfruttamento di salgemma e di sali di K ed Mg, dei quali nel nostro paese esistono però specialmente per il primo enormi giacimenti. Non si può tuttavia escludere che per diapiri prossimi alla costa lo sfruttamento possa risultare economico. Non si dimentichi infine che i diapiri saliferi sono oggi considerati come la sede più adatta per l'immagazzinamento dei rifiuti radioattivi.

B_3 VAPOR D'ACQUA

Si può rinvenire sia entro la copertura sedimentaria sia entro il substrato vulcanico e metamorfico ed è connesso con esalazioni in atto da plutoni e vulcani. Anomalie locali più o meno estese della salinità e temperatura delle acque marine di fondo in corrispondenza di Graben e faglie distensive e in prossimità o in corrispondenza di apparati vulcanici quaternari, quiescenti o attivi possono indicare l'emissione di vapor d'acqua surriscaldato. Fenomeni del genere sono possibili nel M. Tirreno e nel Canale di Sicilia. Però alle ben note difficoltà di ritrovamento e captazione presenti in terraferma, si aggiungono quelle enormi derivanti dall'ambiente marino. Le prospettive di vapor d'acqua per energia geotermica sottomarina sono perciò per ora una possibilità assai lontana.

C. GIACIMENTI METALLIFERI NEL SUBSTRATO

Intendiamo tutti quei giacimenti entro rocce ignee, sedimentarie e metamorfiche che in terraferma sono sfruttati mediante pozzi e gallerie, più raramente mediante scavi a cielo aperto. Oltre 100 miniere sottomarine, mediante gallerie che si dipartono da isole o dalla terraferma, sono attive in Finlandia, Inghilterra, Scozia, Giappone, Canada, Australia, ecc. fino sotto 120 m d'acqua e a 8 km dalla costa. Tali sfruttamenti potranno anche aumentare nella piattaforma continentale, ma per lo più come estensione di giacimenti di terraferma. Ma perché si possa sviluppare una vera industria mineraria nel substrato del margine continentale ed eventualmente delle dorsali oceaniche è necessaria l'applicazione di nuove tecnologie. Anzitutto occorrono nuovi metodi di ricerca per l'individuazione, delimitazione e valutazione degli ammassi minerari, che non possono essere *sic et simpliciter* quelli seguiti in terra. Poi dovranno essere applicati nuovi metodi di estrazione. In casi particolari lo sfruttamento in galleria anche da isole artificiali può essere possibile, quando la roccia di tetto ha una sufficiente tenuta e la profondità delle acque sovrastanti è modesta. L'estrazione mediante pozzi, già in studio per giacimenti terrestri sembra però di applicazione più generale; in tal caso si dovrà ricorrere a una fratturazione della roccia (anche mediante esplosioni nucleari), poi a una lisciviazione o soluzione o attacco batterico dei minerali utili e il recupero di questi fluidi per il successivo trattamento. Ma in ogni caso si tratta di realizzazioni assai lontane, direi futuribili.

In ogni caso è evidente che nei mari italiani prospettive in questo campo si presentano sulla scarpata della Sardegna, della Calabria, dell'Arcipelago Toscano e su gran parte dei monti sottomarini tirrenici.

CONCLUSIONI

In conclusione per i fondi marini italiani si possono prevedere:
- ottime prospettive per giacimenti di idrocarburi soprattutto quando saranno sviluppate entro un decennio le tecnologie per grandi profondità marine.
- buone o discrete prospettive per Mn, Ni, Ti, Fe.
- mediocri prospettive per fosforiti, fanghi metalliferi, materiali da costruzione, salgemma e sali di K ed Mg, per l'esistenza a terra di giacimenti oggi molto più economici.

- prospettive assai lontane per giacimenti metalliferi nel substrato e sfruttamenti di energia endogena.

Possiamo perciò dire che in generale i mari italiani con la loro varietà offrono prospettive minerarie (forse) superiori di quelle medie degli altri mari.

Ed ora una considerazione più generale.

Indubbiamente nei fondi marini esistono enormi accumuli di materie prime di ogni genere, talora in elevate concentrazioni, spesso però in concentrazioni basse o molto basse rispetto ai costi attuali di estrazione. Perciò mentre alcuni parlano di immense ricchezze minerarie sottomarine, altri invece le giudicano con scetticismo.

Ciò dipende dal fatto che siamo abituati a valutarle col metro delle metodologie e tecnologie sviluppate in terraferma e con le condizioni attuali di mercato ancora basate su larghe disponibilità di giacimenti altamente produttivi in terraferma. Lo sviluppo di nuove tecnologie e il depauperamento dei giacimenti terrestri faranno certamente divenire economici e competitivi i giacimenti sottomarini e anche quelli terrestri a più bassa concentrazione. Per gli idrocarburi questo è già avvenuto, per Mn, Ni, e Co sta per avvenire. Sono convinto perciò che dobbiamo prepararci per il futuro e intensificare le ricerche e gli studi, che certamente ci riserveranno liete sorprese.

INTERVENTI E RISPOSTE

P. ZUFFARDI. - Complimenti per la chiarezza di questa che è la prima sintesi della situazione attuale e potenziale delle riserve minerarie sottomarine italiane. Desidero inoltre confermare quanto Selli ha detto a proposito dei fanghi metalliferi nel Tirreno: una grossa Società mineraria ha fatto ricerche alcuni anni or sono nella zona delle Eolie con un certo successo.

Gradirei sapere se il prof. Selli ha qualche notizia sulle riserve di gas della piattaforma continentale dell'Adriatico.

R. SELLI. - Anche sulla carta proiettata non sono riportati i giacimenti gassiferi dell'Adriatico in quanto le Aziende industriali non forniscono i dati.

ROBERTO FRASSETTO*

INTERAZIONE FRA ATMOSFERA, MARE E COSTE
CALAMITÀ E PREVISIONI
PROBLEMI INSOLUTI

Se si potessero osservare, nel loro insieme, le coste della penisola italiana, attraverso opportuni obiettivi che rivelassero i fenomeni in atto con una contrazione del tempo di mezzo secolo, si avrebbe una visione impressionante.

Si noterebbe come negli ultimi trenta anni si sono accumulate disordinatamente zone industriali., aree urbane e turistiche e porti di vari tipi, modificando il carattere originale delle coste e del mare con conseguenze non previste. I porti infatti si insabbiano, le coste si erodono, il mare si inquina, dalle foci i fiumi diffondono nel mare, con l'acqua dolce, liquame, detergenti e pesticidi modificando il carattere ecologico, la qualità e quantità dei prodotti della pesca e il carattere salutare o le bellezze naturali delle coste.

La degradazione dell'ambiente, ormai segnalata, rischia di incrementare esponenzialmente, per effetti naturali e di origine antropica, in modo quasi irreparabile se non si interviene immediatamente con una preparazione professionale.

Quale è il ruolo dell'oceanografo fisico in questo contesto? Esso è quello di conoscere e comprendere i fenomeni che dipendono dalla dinamica dei due fluidi geofisici: l'aria ed il mare nel loro insieme, al largo delle coste e lungo di esse, e di individuare e prevedere gli effetti che essi provocano con il loro continuo movimento.

I meccanismi di interazione aria-mare-costa che si estendono su scale di diverse dimensioni sono praticamente ancora una incognita soprattutto quando dalla loro conoscenza si vuole ricavare delle informazioni utilizzabili praticamente per la previsione e per la difesa dalle calamità naturali.

---

*Direttore del Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, CNR - Venezia.

Da questa conoscenza, insieme alla conoscenza degli aspetti qualitativi ed evolutivi fisico-chimici delle acque marine, dipenderà la capacità o meno degli enti responsabili governativi di gestire o sviluppare in. modo intelligente e responsabile sotto tutti gli aspetti possibili le coste italiane. Esse rappresentano un patrimonio per la salute, lo svago, la ricreazione, per l'industria della società moderna, per la produzione dell'energia, per l'acquacultura e la pesca e per le attività derivanti dai traffici marittimi.

Pertanto i piani di sviluppo futuri vanno programmati tenendo conto degli effetti indesiderabili che interventi, modifiche e sviluppi di origine antropica potranno produrre in termini di tempo brevi e lunghi interagendo con i processi evolutivi naturali.

Lo studio è interdisciplinare. L'oceanografo fisico-chimico, alla interfaccia con l'aria si associa allo studioso di meteorologia dinamica e alla interfaccia con la terra si associa all'ingegnere idraulico, al geologo, al geotecnico, in uno studio comune nel quale male si definisce il confine e la responsabilità di specialisti di ciascuna disciplina.

Il metodo di studio, ancora in fase evolutiva, comprende l'uso di metodi analitici per elaborare dati ed informazioni esistenti, la ricerca di soluzioni teoriche, la simulazione preliminare e solo- indicativa, dei fenomeni in modelli matematici di prima approssimazione e nuove misure organizzate che permettano, con una maggiore precisione dei dati in serie temporali, spaziali e sinottiche di affrontare una seconda fase di studio che porti a sua volta alla costruzione di un modello di seconda approssimazione.

Per gradi successivi si vuole avvicinarsi ad una rappresentazione e comprensione dei meccanismi naturali, includendo tutti i possibili fattori rappresentativi.

Affinamenti e precisione costano fatica ed uno sforzo di mezzi talvolta difficili ad ottenersi per questione di costi.

Esaminando gradualmente i vari problemi che si presentano osservando un fenomeno dall'origine fino ai suoi effetti, scendendo dall'atmosfera verso la costa, attraverso il mare, troveremo quanti quesiti insoluti esistono o quanto imprecisa è la conoscenza dei meccanismi che governano il fenomeno.

Meccanismi non compresi chiaramente rendono imprecise le parametrizzazioni dei fenomeni e la previsione delle condizioni statiche e dinamiche dell'atmosfera (pressione barometrica e venti), e degli effetti che queste forze hanno sulla superficie del mare che risponde oscillando e generando correnti che a loro volta sono condizionate dalla geometria del fondo; infine non è chiaro come si modificheranno a lungo termine i fondali sotto le forze dinamiche delle acque.

Flussi di energia dal mare all'aria e viceversa, che si manifestano in flussi di calore, di vapore e di momento; onde di vento, di marea, oscillazioni naturali (sesse), correnti termoaline, geostropiche, indotte dal vento o dalle onde con caratteristiche periodiche e aperiodiche richiedono ancora molti chiarimenti.

Processi di carattere estuarino alle foci dei fiumi, processi di rimescolamento delle acque dolci di origine meteorica, processi di erosione, ripascimento e di subsidenza delle spiagge e dei bassi fondali, sono tutti fenomeni grossolanamente individuati ma non compresi con sufficiente chiarezza per poter utilizzare l'informazione a scopo pratico-applicativo per interventi antropici validi per ragionevoli periodi di tempo.

La rugosità areodinamica delle superfìci, la stabilità atmosferica, lo «shear stress» sono parametri associati al vento in forma non chiarita.

Teorie contrastanti ed esperimenti non paragonabili fra loro indicano la varietà delle condizioni e dei metodi presentemente usati e la limitata validità delle misure che conducono a risultati di singole esperienze.

Uno dei punti deboli è il sensore, l'elemento che trasduce una variabile dell'ambiente in una informazione. Oppure l'uso di un solo parametro, incapace da solo, di rappresentare un andamento o una parte di un fenomeno. E quali sono le relazioni effettive nel tempo fra un parametro e l'altro o fra una equazione e la variazione di un aspetto del fenomeno studiato? Esse sono sempre approssimate. Dobbiamo perciò a priori stabilire per ciascun problema allo studio la precisione necessaria a definirlo con un sufficiente o possibile grado di approssimazione e stabilire i limiti di tempo e spazio entro i quali il risultato può essere ritenuto ragionevolmente valido.

Quando da una conoscenza approssimata o inesatta di un fenomeno si vuole parametrizzarlo per applicare un metodo idoneo a prevedere, contraendo il parametro tempo, l'evoluzione e lo sviluppo del fenomeno stesso, o il suo carattere in un momento X del futuro, i metodi analitici mostrano i loro molti difetti e molte equazioni si dimostrano insolvibili.

La previsione dello stato futuro di un fenomeno naturale è imprecisa per tre ragioni; non è possibile conoscere e simulare la condizione presente in modo perfetto, non è possibile ricavarne deduzioni senza

errori e la nostra immaginazione limitata difficilmente si pone il giusto quesito.

Quando il DDT fu usato come pesticida per la prima volta in Arizona e in California, nessuno si sarebbe chiesto se ne avrebbero sofferto i gusci delle uova dei pellicani nelle isole del Pacifico. Se il quesito fosse stato formulato sarebbe stato deriso ma probabilmente avrebbe potuto trovare una risposta. Il problema nacque quando l'esperienza rivelò il fatto compiuto. Lo stesso può accadere per tanti problemi che il futuro ci porrà in conseguenza delle nostre azioni di oggi. Si presenta sempre più frequente la necessità di prevedere queste conseguenze nel miglior modo possibile con una attenta e approfondita indagine del presente e del passato, con una correttezza scientifica e una coscienza della incertezza delle deduzioni.

Le dimensioni del conoscere non hanno limiti; esse vanno pertanto contenute nelle linee di pratiche finalizzazioni. Lo sforzo comune interdisciplinare degli studiosi del mare e dei suoi confini deve approfondirsi e migliorare qualitativamente concentrando lo studio su un problema alla volta.

Per questo sono necessari nuovi studiosi professionalmente ben preparati, molto paziente lavoro e soprattutto un istintivo desiderio di conoscere.

Un intero mondo su diverse scale da quella semiplanetaria alla microscala è aperto alla ricerca per equipe di numerosi studiosi di diversi istituti nazionali e stranieri uniti da un interesse scientifico comune, anche in questo appassionante particolare aspetto della scienza, quello dell'ambiente fisicomarino.

Allo scopo di illustrare un tipico problema, i metodi adottati per studiarlo e come necessariamente si è venuta sviluppando l'indagine in profondità e in estensione su scale sempre maggiori, presenterò alcuni risultati delle ricerche in corso a Venezia.

Venezia offre infatti un modello di studio interessante poiché raccoglie la maggioranza dei problemi della società moderna ed è soggetta ai pericoli di calamità naturali. La sua fragilità e l'importanza di salvarla come valore culturale per le prossime generazioni richiede un urgente intervento e perciò una intensa e precisa ricerca scientifica.

Il problema dell'acqua alta cioè delle inondazioni del Centro Storico per onde di bufera e maree eccezionali non può essere risolto con un esame dei fenomeni locali quando si vuole prevedere il fenomeno con anticipi utili (12-24 ore).

Per risalire dagli effetti alle cause, allo scopo di comprendere l'evolversi dell'intero fenomeno, si passa progressivamente ad osservare e studiare il fenomeno nella scala lagunare (50 km, fig. 1), nella scala dell'Adriatico (km 500, fig. 2) e successivamente nel Mar Ligure, nel Mar Mediterraneo {1.000 km, fig. 3) e nella scala semiplanetaria (5.000 e 10.000 km, %. 4).

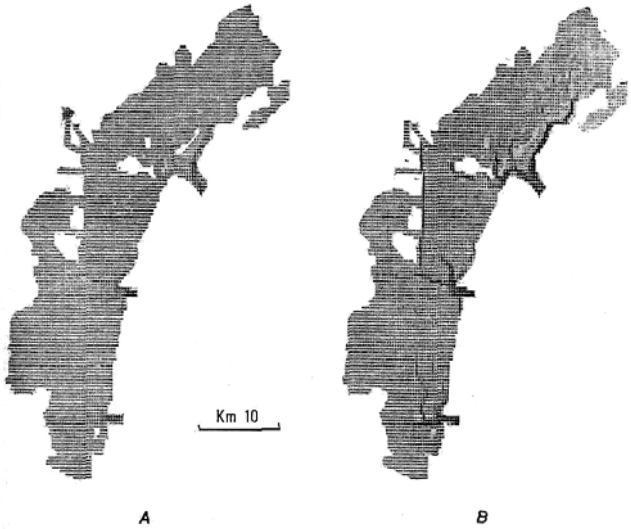

Fig. 1 - Campi di velocità in due fasi di una marea di quadratura (prevalenza della kl, componente diurna della marea astronomica). In A le parti scure indicano velocità di 10÷15 cm/sec e quelle chiare l÷2 cm/sec. In B le .parti scure indicano velocità di 50÷60 cm/sec e quelle chiare di 5÷10 cm/sec.

Sono stati sperimentati alcuni modelli matematici mono e bidimensionali (fig. 1) di prima approssimazione che simulano il fenomeno della propagazione della marea dalle 3 bocche di laguna nell'interno della laguna (che copre una superficie di 500 km quadrati circa) invadendo in media (calcolata su 20 anni) 70 volte all'anno le più basse zone del Centro Storico di Venezia (70 cm sul livello medio mare).

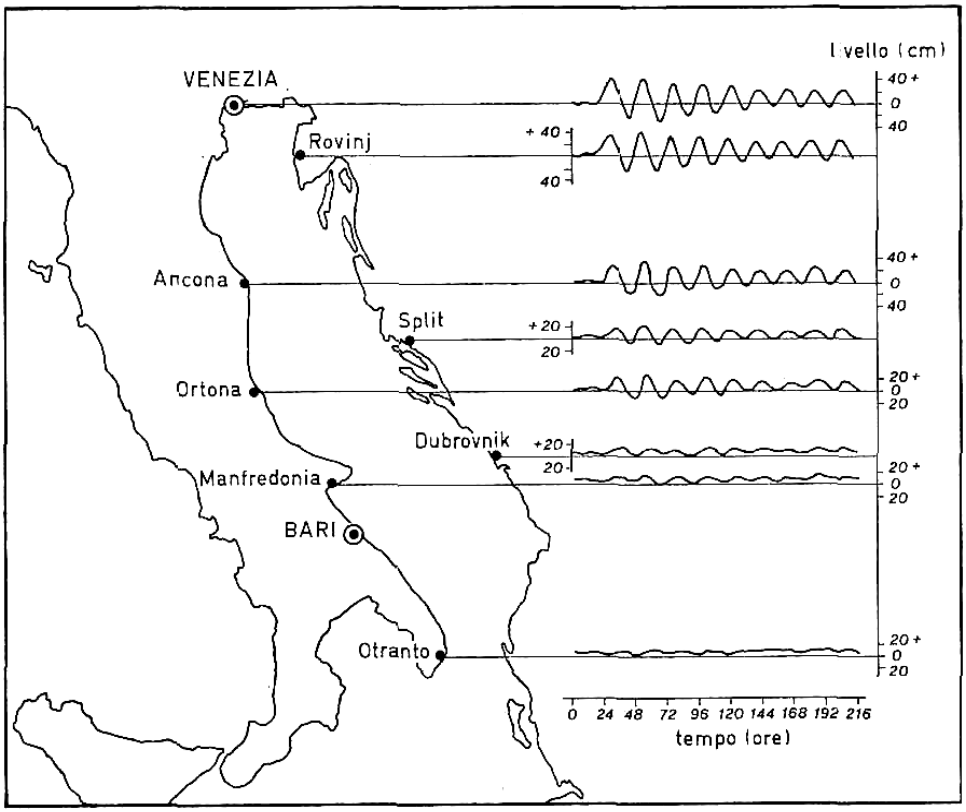

Fig. 2 - Ampiezze della oscillazione naturale fondamentale (sessa di 22 ore circa) in diverse località dell'Adriatico per un caso di acqua alta a Venezia.

Altri modelli numerici mono e bidimensionali sono stati studiati per comprendere il meccanismo di formazione dell'acqua alta simulando il responso dell'Adriatico (con una superficie di oltre 50.000 km^2) alle forze statiche (pressione barometrica) e dinamiche (vento) dell'atmosfera e alle forze gravitazionali (lunisolari).

Con questi modelli si è potuto parametrizzare il fenomeno semplificandolo al massimo per adottare un metodo di previsione rapido e pratico. Una previsione di 6 ore circa con scarti di pochi centimetri sull'altezza del livello di marea è stato messo a punto avvalendosi dei dati di pressione di 7 stazioni nell'Adriatico e della rete sinottica meteorologica italo-jugoslava che permette di calcolare il campo di pressione e da questo il campo del vento in varie zone dell'Adriatico e quindi l'altezza dell'acqua dovuta alle componenti meteorologiche. Da due stazioni mareo-grafiche collegate via filo telefonico con un sistema modem (Bari-Venezia)

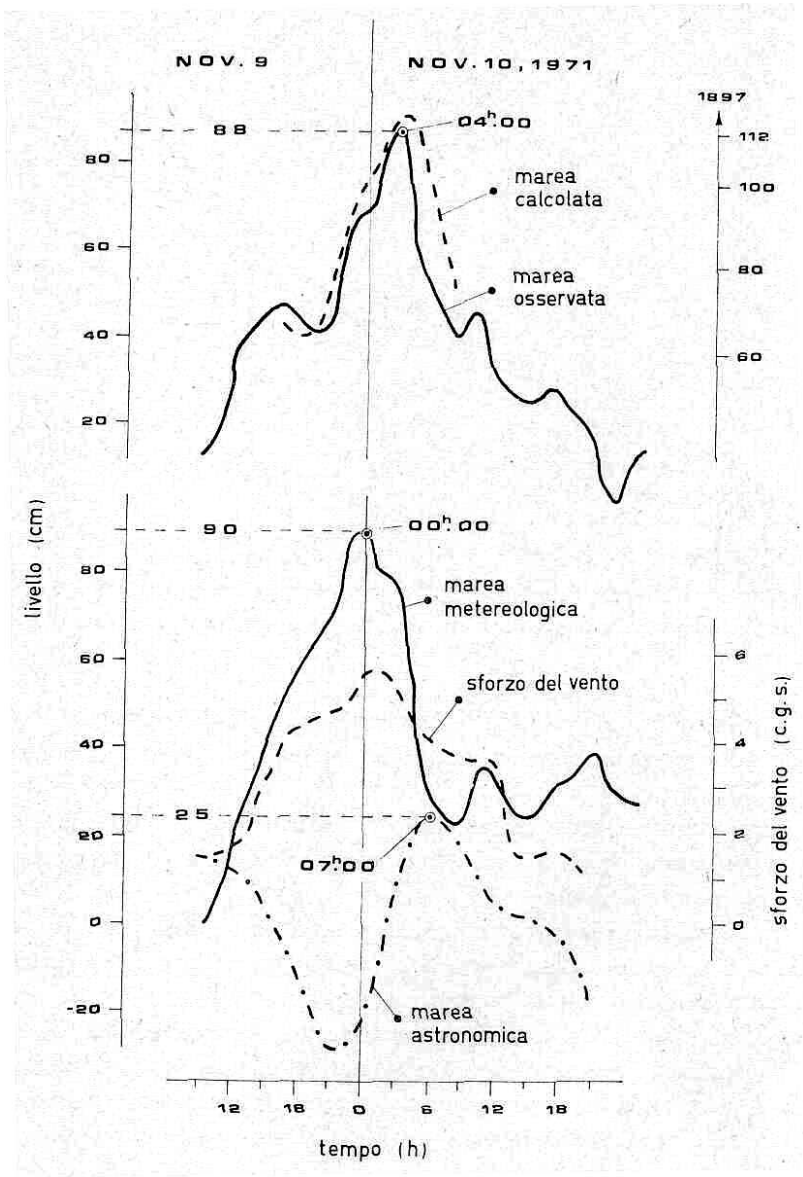

Fig. 3 - Nel diagramma superiore la marea calcolata è basata sul modello idrodinamico monodimensionale di A. Tomasin 1973. Nel diagramma inferiore lo sforzo medio del vento è stato calcolato dai dati di pressione; notare lo sfasamento fra marea astronomica e marea metereologica.

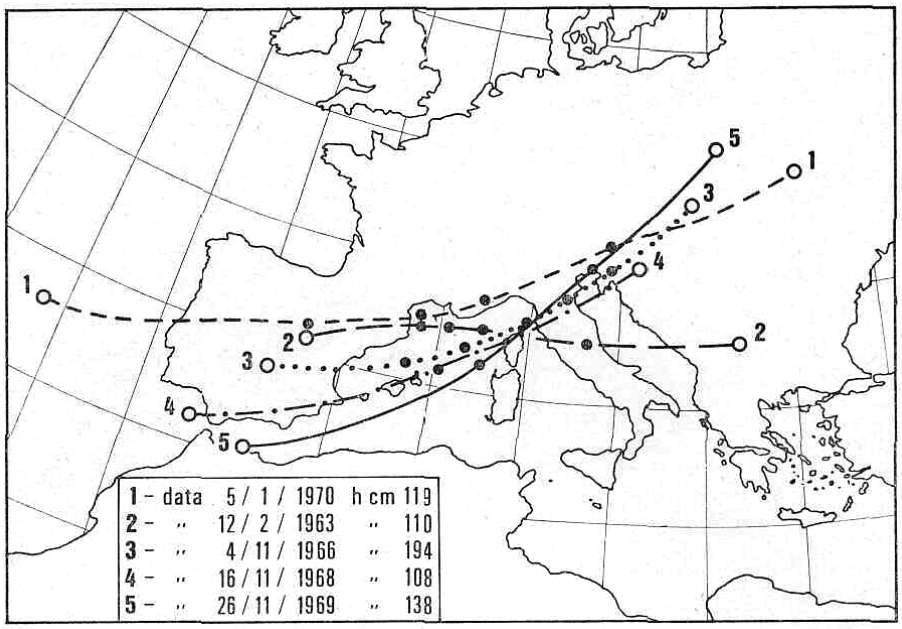

Fig. 4 - Traiettorie di perturbazioni metereologiche che hanno causato acqua alta a Venezia.

si controllano invece le fasi e le ampiezze delle oscillazioni naturali e di quelle della marea astronomica precedenti all'arrivo delle forze meteorologiche (Fig. 2 e 3).

Per prevedere oltre le sei ore è necessario osservare su più larghe scale l'evoluzione dei fenomeni atmosferici che possono generare onde di bufera e sesse nell'Adriatico.

Le perturbazioni atmosferiche che progrediscono dall'Atlantico verso oriente a velocità variabile fra i 20 e 80 km all'ora si modificano, scorrendo sulla complicata superficie orografica dell'Europa e sul caldo mare Mediterraneo, in modo complesso e non ancora chiaro {Fig. 4}.

Si studiano pertanto i regimi e scambi di energia del Mar Ligure e i modelli matematici che si avvalgono di superfici isentropiche per rappresentare la dinamica delle masse d'aria sull'Europa e intorno alle Alpi (Fig. 5 e 6).

Le masse d'aria stratosferica che scendono in forma di getto dalle quote dei 100 millibar fino alle quote delle superfici di 600-700 millibar quando si formano forti gradienti, sono deviate nel loro movimento, vicino al suolo, dalle scoscese catene di montagne europee generando

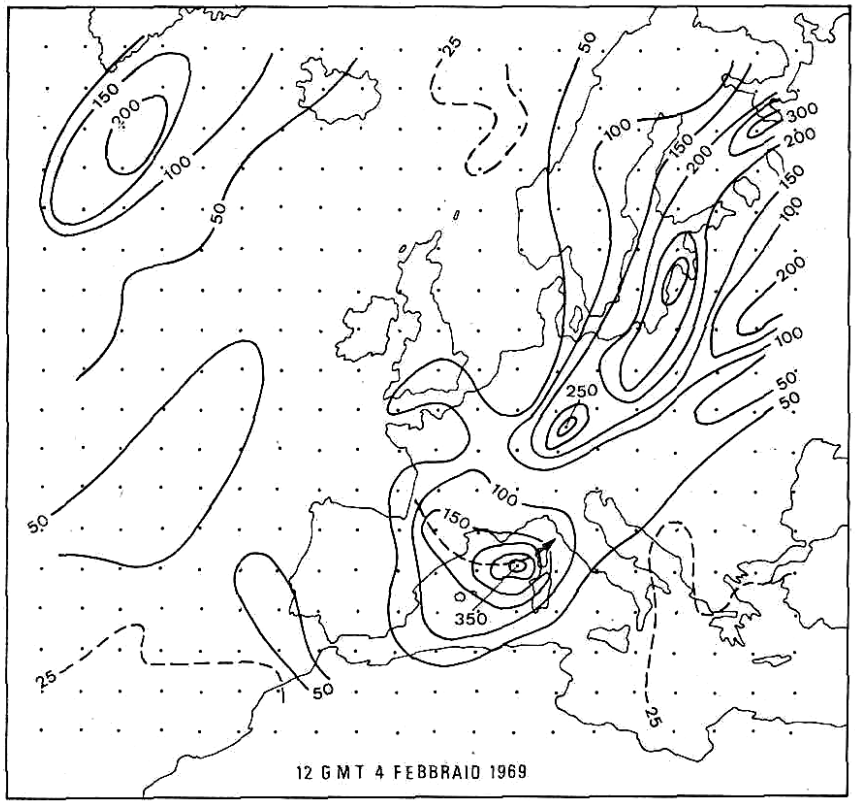

Fig. 5 - Coordinate isentropiche con un grigliato di 360 punti e una scala di 500 km per simulare le traiettorie delle particelle d'aria a bassa quota (TEBALDI, TREVISAN e ELIASSEN, 1973). Le isolinee corrispondono a superfici a temperatura potenziale di una condizione (OOGMT) del 4 febbraio 1969 alla seguente condizione (12 GMT) dello stesso giorno presentata in figura.

vortici e cicloni locali. Questi getti possono essere una delle cause delle ciclogenesi del. Mar Ligure che sono responsabili per circa il 30% delle acque alte a Venezia (Fig. 8).

Questo fenomeno di mesoscala meteorologica è stato individuato nelle sue linee principali ma richiede un intenso studio prima di poter essere simulato in modelli numerici praticamente utilizzabili per previsioni attendibili.

Tali rappresentazioni si prestano assai meglio delle comuni rappresentazioni isobariche al suolo e di quelle fino a 500 mb, (Fig. 7).

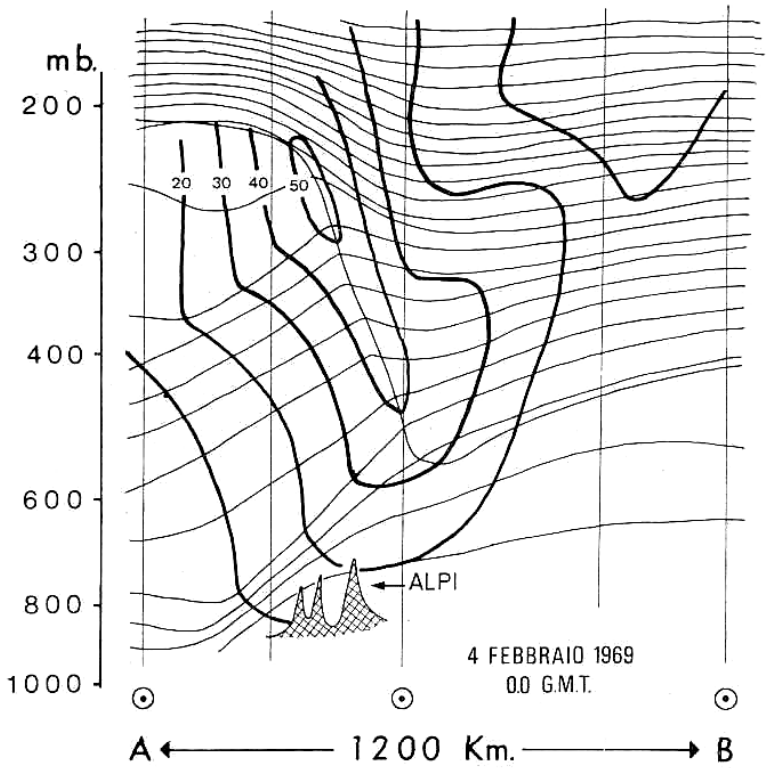

Fig. 6 - Sezione verticale delle linee di uguale temperatura potenziale e delle linee di uguale velocità (isotache) da 20 a 50 nodi (DANIELSEN e RIZZI, 1973) ricavate dal gradiente indicato nella mappa dei 500 mb da A e B di fig. 7. Il getto di aria stratosferica raggiunge la quota della catena delle Alpi (fra 700 e 1000 millibar) a velocità notevoli dando un impulso alle masse d'aria al suolo che vengono deviate dai rilievi orografici anche con generazione di vortici. Questo fenomeno è ritenuto uno dei fattori che contribuiscono alla ciclogenesi nel Mar Ligure.

In questo decennio su tutto il globo si effettuano studi meteorologici e oceanografici. Il progetto internazionale GARP (Global Atmospheric Research Program) con molti esperimenti che riguardano scambi di energia fra il mare e l'atmosfera porterà nuova luce, si spera, nella dinamica dell'atmosfera sul globo e permetterà un miglioramento nei metodi di previsione delle grandi perturbazioni. Un modesto contributo potrà essere dato dagli oceanografi italiani con osservazioni da reti di boe e con un intenso studio sul Mar Ligure Provenzale.

Altro quesito al quale si vuole trovare una risposta per la difesa di Venezia: quanto a lungo la sottile fascia costiera proteggerà la laguna dal mare?

Si stanno studiando modelli matematici di previsione, migliorando

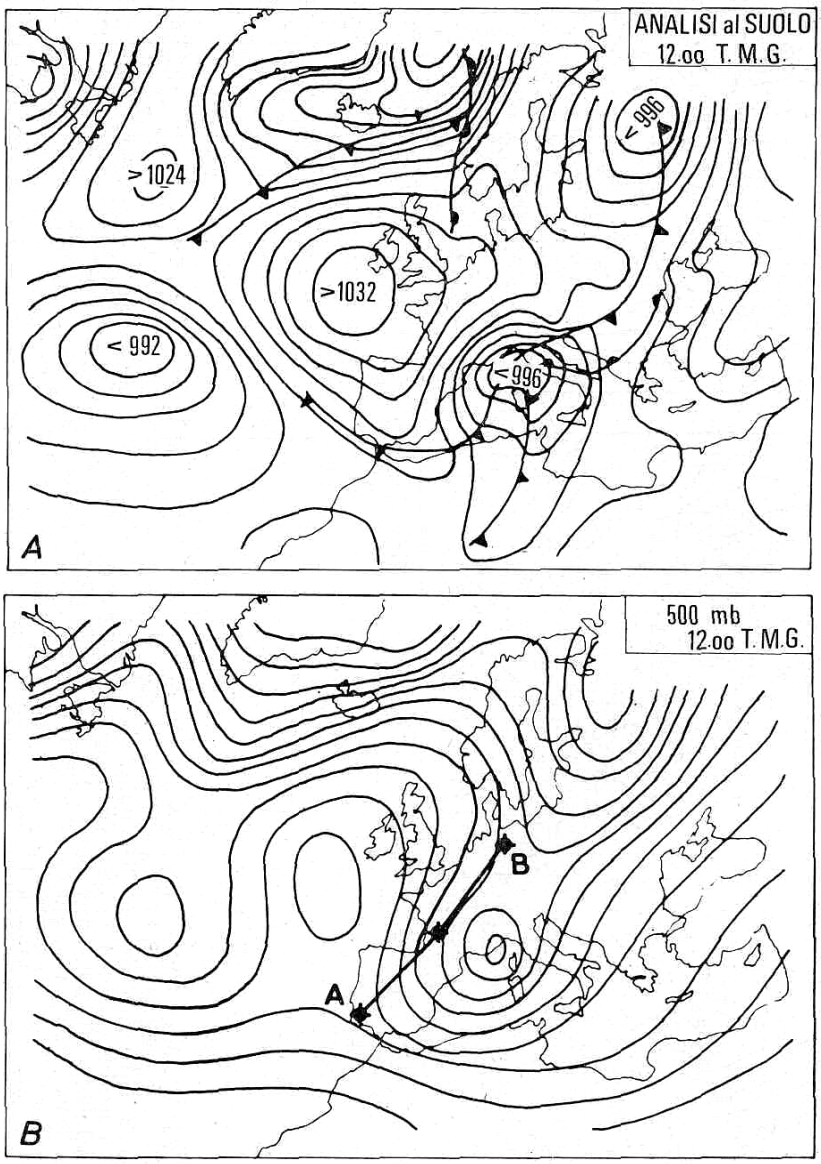

Fig. 7 - Isobare al suolo alle ore 12.00 di Grenwich del 4 febbraio 1969 e isolinee di 500 millibar in quota.

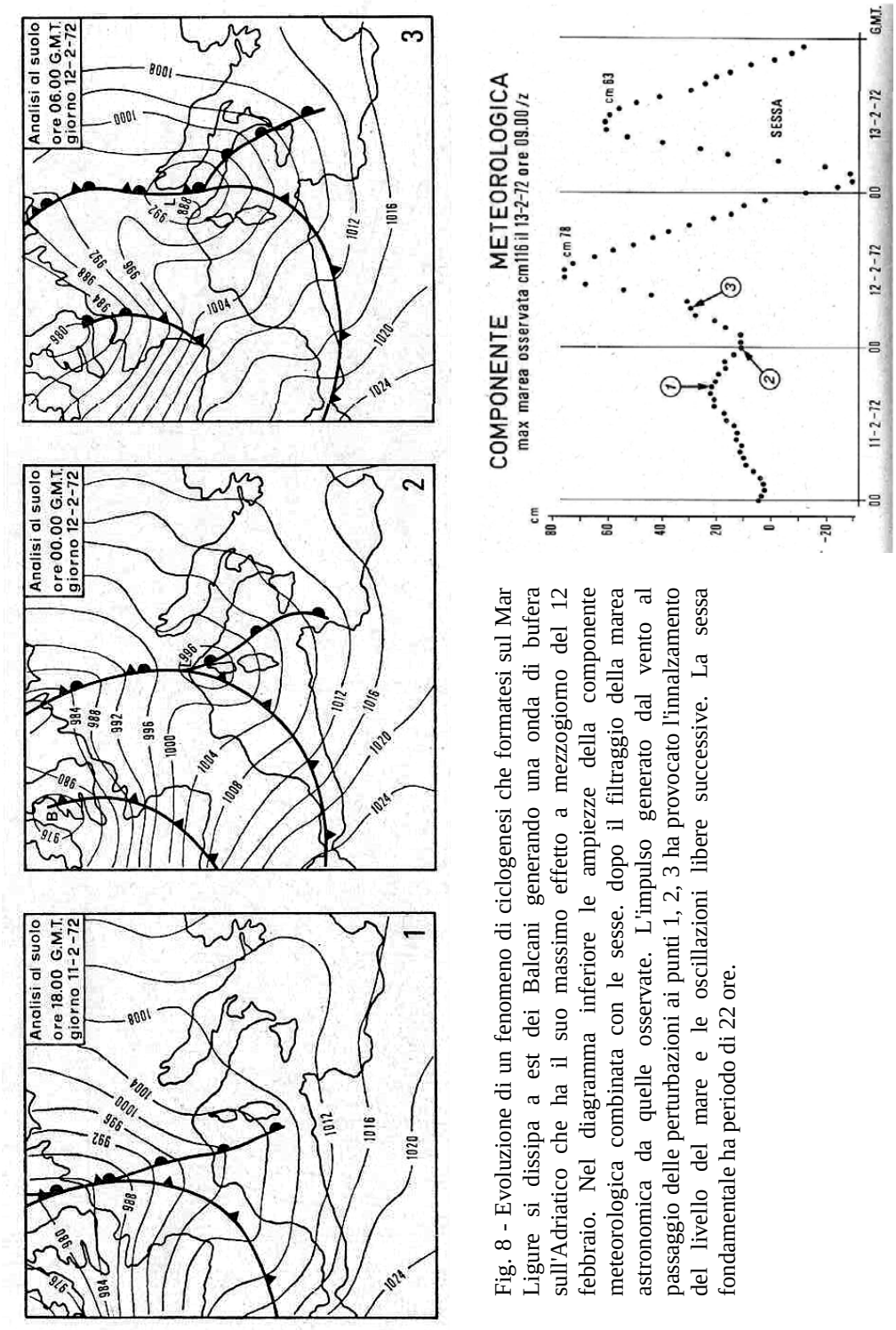

Fig. 8 - Evoluzione di un fenomeno di ciclogenesi che formatesi sul Mar Ligure si dissipa a est dei Balcani generando una onda di bufera sull'Adriatico che ha il suo massimo effetto a mezzogiorno del 12 febbraio. Nel diagramma inferiore le ampiezze della componente meteorologica combinata con le sesse. dopo il filtraggio della marea astronomica da quelle osservate. L'impulso generato dal vento al passaggio delle perturbazioni ai punti 1, 2, 3 ha provocato l'innalzamento del livello del mare e le oscillazioni libere successive. La sessa fondamentale ha periodo di 22 ore.

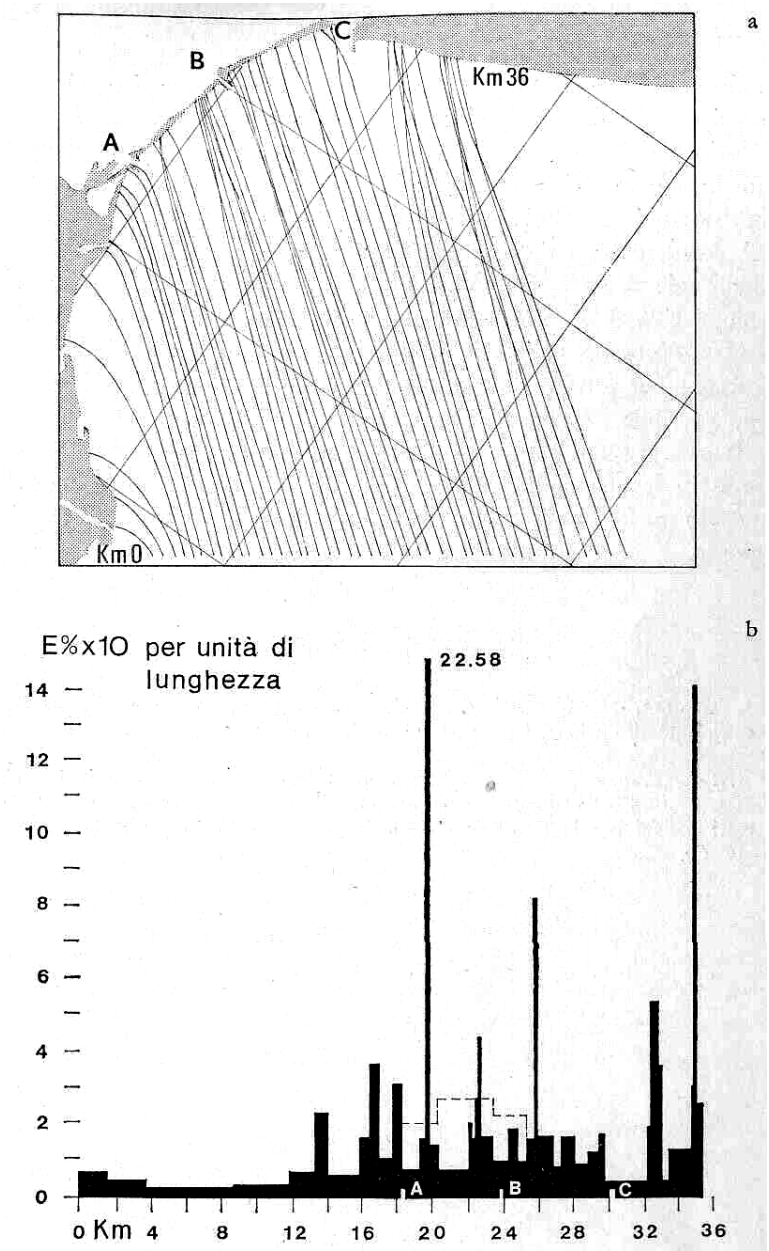

Fig. 9 - L'energia delle onde si propaga su fronti la cui direzione cambia in funzione della geometria del fondo concentrandosi su alcuni punti e riducendosi su altri punti della costa. Il diagramma «a» mostra, per onde di 9 secondi provenienti da 130° Nord, i «ray patterns» dell'energia mentre che in «b» si è quantizzata questa energia lungo la costa veneta dal Po (O km) fino al Cavallino (36 Km) (da RIZZOLI e BATTISTON, 1973).

metodi teorici, eseguendo molte misure con mezzi avanzati e col concorso di specializzati istituti italiani e stranieri per comprendere i meccanismi di circolazione delle acque, di generazione sviluppo ed effetto delle onde sotto lo sforzo dei venti variabili in tempo e spazio (Fig. 9), per comprendere i meccanismi di erosione e ripascimento e prevedere cosa potrà accadere fra un decennio, fra un secolo, fra un millennio. Non è irragionevole pensare che Venezia si possa salvare per un millennio, se l'uomo decide di volerla preservare e si pone all'opera. La scienza dal canto suo procede nelle sue indagini ed approfondisce l'indispensabile conoscenza per fornire l'informazione utile agli interventi, nel più breve tempo possibile.

Gli oceanografi sono per questo impegnati in frequenti campagne in mare e in laguna sulle tre navi del CNR (il Marsili, il Bannock e il d'Ancona) e lo studio dei modelli matematici progredisce di giorno in giorno.

INTERVENTI E RISPOSTE

L. TONOLLI. - Le fotografie del satellite Erts 1 potranno essere utili per rivelare con sufficiente risoluzione, i processi dinamici in mare?

R. FRASSETTO. - Le fotografie Erts sono utili per rilevare le variazioni stagionali della temperatura della superficie degli oceani. Tale tecnica si presta male per lo studio dei mari italiani per la loro scarsa risoluzione spaziale (5 Km) e della temperatura (0,5- 1°C).

LIVIA TONOLLI*

OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA O LIMNOLOGIA E OCEANOLOGIA?

Desidero anzitutto premettere che il titolo di questa relazione non vuole avere il benché minimo sapore polemico. Si tratta semplicemente di un quesito, al quale tenterò di dare qualche risposta.

È chiaro a tutti che lo studio dei mari e degli oceani presenta difficoltà molto maggiori che non quello delle acque interne e sarebbe puerile ricordarne qui le ragioni. Non si può però sottacere il fatto che l'approccio moderno a una indagine integrata sulla rete fluvio-lacustre è in condizione di dare utili indicazioni anche per lo studio degli ambienti marini.

Un'ottantina di anni fa, F. A. Forel, nella sua «*Monographie limnologique: Le Léman*» affermava: *«Océanographie et limnologie sont soeurs. Les champs d'étude de ces deux sdences sont andogues. Il s'agit de poser et de résoudre les questions intéressantes une vaste masse d'eau dormant et les ètres qui y vivent»,* concludendo infine che la *«limnologie est l'ocèanographie des lacs*».

Questo, sia ben chiaro, rappresenta la voce di un limnologo antico, anche se sorprendentemente moderno in alcune sue visioni di carattere generale.

La realtà è che, pur ammettendo che esistono profonde differenze tra raccolte d'acqua continentali e acque marine, sopra tutto concernenti le dimensioni e le variabili chimiche, fisiche, dinamiche, biologiche si possono ravvedere caratteristiche che permettono di stabilire un filo conduttore di un discorso comune.

*Direttore dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza (NO).

È necessaria una premessa: quando parlo di limnologia, mi riferisco in questa sede soltanto a laghi con superficie, profondità e bacino imbrifero consistenti, quali quelli appartenenti al distretto dei laghi marginali alpini. E quando, in questo contesto, parlo di oceanologia, intendo limitare il discorso al Mediterraneo italiano. In un certo senso, ne risulta una tendenza a sovrastimare le acque interne e a sottostimare l'ambiente marino.

Ciò ha però una sua duplice giustificazione: non è possibile anzitutto mettere a fronte laghi di piccole dimensioni con il mare; in secondo luogo, non è il caso di parlare qui di oceani, quando l'esperienza scientifica italiana è rivolta soprattutto allo studio del Mediterraneo.

Naturalmente, può essere considerato presuntuoso includere nello stesso discorso lo studio dei laghi e quello del mare; tuttavia, pur scusandomi di questa presunzione, cercherò di dimostrare come un'unificazione dell'approccio intellettuale, scientifico e tecnico della duplice tematica possa portare vicendevoli benefici allo studio dell'ambiente acquatico, sia esso salato o dolce.

Sia ben chiaro che non ho nessuna intenzione di volermi improvvisare oceanologa, ma piuttosto provarmi a delineare quale sia l'impatto del reticolo fluvio-lacustre sull'ambiente marino, e sopra tutto sulla sua piattaforma continentale.

In primo luogo, deve essere sottolineato che il peso idrologico dei laghi, in alcuni casi, è dominante rispetto a quello delle acque correnti. Riferendoci, in particolare, al bacino del Po, è chiara la incidenza su di esso dei grandi laghi marginali subalpini, che rappresentano, con i loro bacini imbriferi, circa un quarto dell'intero areale padano. Dal punto di vista idrologico, la portata globale media dei soli emissari dei laghi Maggiore, di Como, d'Iseo e di Carda costituisce circa un terzo di quella del Po.

Abbiamo cosi già introdotto in forma semplice e intuitiva i concetti di bacino imbrifero e di reticolo idrografico: il legame tra un lago e il suo bacino di drenaggio ha rappresentato, negli studi limnologici, una nuova era, che porta ad una visualizzazione dinamica e funzionale di ogni processo che si svolge in un lago.

Abbiamo dunque a che fare con un sistema composto da due entità tra di loro strettamente connesse: il lago e il suo bacino imbrifero. Ogni lago ha le sue proprie caratteristiche strutturali e funzionali, cui deve la sua «personalità», In particolare, questa gli deriva dalla storia e dalla morfometria del bacino lacustre, nonché dalle caratteristiche del bacino

imbrifero.

L'articolazione morfometrica di un corpo d'acqua di notevoli dimensioni richiede uno studio accurato, se si vogliono comprendere i rapporti tra bacino imbrifero e lago.

In quanto alla struttura geomorfologica, litologica, pedologica del bacino imbrifero, essa rappresenta, come è noto, la prima matrice delle caratteristiche chimiche delle acque che raggiungono il lago attraverso i suoi tributari e il dilavamento del bacino emerso. La concentrazione media totale dei sali e lo spettro ionico devono dunque essere sempre interpretati in rapporto con le variabili geologiche, climatiche, idrologiche del bacino: una valutazione, questa, in cui la meteorologia regionale giuoca una parte molto importante, cosi come l'interrelazione tra meteorologia (precipitazioni) e deflussi dal bacino drenante.

Il materiale alloctono che giunge al lago è disciolto e particellato, inorganico e organico, con rapporti quantitativi tra le une e le altre forme, che variano a seconda della qualità e dell'uso del suolo che fa parte del bacino emerso. I fiumi e i torrenti tributar! trascinano con una notevole vis a tergo tutto questo materiale nel lago, dove la velocità di corrente si spegne abbastanza bruscamente. È questo il meccanismo responsabile dell'intrappolamento da parte del lago di tutto ciò che gli deriva dal bacino imbrifero: il materiale sospeso sedimenta in tempi più o meno brevi in funzione delle sue caratteristiche strutturali e granulometriche; quello disciolto si diffonde rapidamente e viene per la massima parte utilizzato in processi biologici.

La valutazione del tempo di residenza dell'acqua in un lago è stata sino ad una decina d'anni fa basata sul rapporto tra il volume del lago e il volume delle acque emissarie. Questo significa che si era considerato il lago come un ampliamento di un fiume, trascurando completamente le stratificazioni di diversa origine che si realizzano in un corpo d'acqua ferma durante la maggior parte dell'anno. È ben noto, infatti, come in ogni lago si instaurino gradienti di densità, dovuti soprattutto alla stratificazione termica, che impedisce agli strati d'acqua profondi di venire a contatto con quelli superficiali e quindi di venire asportati dal lago con la stessa velocità di quelli più prossimi alla superficie.

Nei laghi profondi (350-400 m) del distretto lacustre sud-alpino, la morfometria del bacino sommerso e le caratteristiche meteorologiche dell'areale emerso determinano la profondità che può essere raggiunta dalla circolazione verticale (*overturn*), rendendo possibile cosi la superficializzazione delle acque profonde che sono sottratte al lago dall'emissario soltan-

to attraverso questo processo. Quando in un lago si raggiunge isotermia, e quindi isodensità, in inverni molto rigidi e con l'aiuto del lavoro del vento, si verificano una piena circolazione e un completo mescolamento di tutta la massa d'acqua. Questo evento non si verifica, però, ogni anno, ma soltanto, come si è detto poc'anzi, in concomitanza con particolari condizioni meteorologiche.

Queste premesse sollevano problemi di grande importanza. Quando non si ha olomissi, le acque profonde accumulano tutto il materiale organico e inorganico che deriva dalla pioggia dei residui della produzione biologica che si attua negli strati superficiali e dal materiale sospeso trascinato in lago dai tributari. Questo accumulo è tanto più notevole quanto più produttivo è lo strato trofotico, quanto più credibile o urbanizzato è il bacino imbrifero e quanto più lungo è il tempo di residenza dell'acqua nei laghi.

Negli ultimi vent'anni si è assistito a un sempre più rapido deterioramento dell'acqua dei laghi da un punto di vista chimico; a uno squilibrio nei processi produttivi, come risposta all'aumento degli ingressi in lago di sostanze nutritizie eutrofizzanti, nonché delle più svariate sostanze derivanti dall'attività umana, tra le quali trovano posto anche elementi e prodotti complessi, organici e inorganici, che possono essere fortemente dannosi.

Il bilancio idrologico, chimico e biologico di un lago, ripetuto in successione temporale anche abbastanza ravvicinata, rivela modificazioni spesso molto serie.

Sul Lago Maggiore, che è certamente il lago italiano per il quale si posseggono più numerose informazioni, è in corso da circa tre anni una ricerca che parte dallo studio delle variabili meteorologiche e idrologiche dei suoi principali bacini idrografici, geologicamente caratterizzati, passa attraverso l'analisi di una trentina di specie chimiche condotta nei venti-due principali tributari del lago, nonché dell'emissario, e infine attende allo studio dei diversi compartimenti, biologici e non, che costituiscono l'ecosistema lacustre.

La concentrazione per unità di volume d'acqua dei singoli immissari di ciascuna delle specie chimiche analizzate non ha grande significato, se non la si correla con i deflussi, vale a dire con le portate dei corsi d'acqua tributari, in modo da valutare il «peso chimico» con il quale ogni bacino idrologico, nonché il bacino imbrifero *in toto* grava effettivamente sul lago, con la precisazione che, quando si parla di bacino imbrifero, non bisogna dimenticare che non si tratta più di quello naturale, ma di una sorta di supporto ad insediamenti umani, con tutte le

conseguenze che questo comporta.

Mi siano concessi pochi minuti per fornire qualche informazione di dettaglio. Il Fiume Toce, uno dei maggiori tributali del lago Maggiore, di cui drena circa un quarto del bacino imbrifero, cioè una superficie totale emersa di 6.600 Km^2, con un bilancio idrologico medio annuo di 78 m^3/sec porta al lago circa 3.600 tonn/anno di azoto e 112 tonn/anno di fosforo. Questi nutrienti, evidentemente, si aggiungono a quelli che il lago ha già patrimonizzato in tempi lunghi, sopra tutto come potenziale di sostanza vivente.

È interessante ricordare che, per il Lago Maggiore, si posseggono dati chimici e biologici che risalgono nel tempo fino a una trentina di anni fa. Se, comunque, limitiamo il discorso soltanto agli ultimi quindici anni, possiamo constatare alcune modificazioni particolarmente significative già a livello dei sali di azoto (nitrati) e di fosforo (ortofosfati) disciolti: l'azoto è aumentato di 0,015 mg/litro e il fosforo di 0,012 mg/litro all'anno. Questi incrementi si sono esplicitati in una fertilizzazione del lago ed hanno avuto una consistente ripercussione sulla produzione algale, della quale diamo qui pochi valori significativi: nell'Agosto 1965 essa era di 142 mg C/m^3; nell'Agosto 1973 raggiungeva i 31,3 mg C/m^3 e nell'Ottobre dello stesso anno, infine, i 350 mg C/m^3.

Se gli apporti di nutrienti al lago non verranno contenuti nel prossimo futuro, la produzione algale aumenterà in proporzione e si assisterà ad un incremento di produzione dei successivi livelli trofici. Questo porterà una serie di pesanti conseguenze legate alla demolizione di una sempre maggiore quantità di sostanza organica che in parte rientrerà nel ciclo produttivo, in parte invece calerà al fondo parzialmente demolita, provocando nella colonna d'acqua, durante il processo di sedimentazione, nonché nei sedimenti stessi, una serie di fenomeni ben noti, il più importante dei quali si esplicita in un consumo progressivo di ossigeno.

Ma non è soltanto la massa d'acqua di un lago che merita attenzione. Altrettanto importante è lo studio dei sedimenti, i quali, arricchendosi progressivamente di sostanza organica derivante dalla sedimentazione, divengono sede di complessi processi microbiologici e chimici e possono rilasciare, in determinate condizioni fisiche e chimiche, soluti e gas, utilizzabili e tossici. I sedimenti, dunque, e l'acqua a loro sovrastante, rappresentano la sede di quei processi demolitivi che si contrappongono a quelli costruttivi caratteristici degli strati d'acqua più superficiali. Quanto più spinta è la produzione, tanto più vivace è la demolizione.

Non è il caso di insistere oltre sul processo di eutrofizzazione, che d'altra parte rappresenta una delle più gravi malattie di moltissimi corpi d'acqua lacustri in tutto il mondo.

Dal bacino imbrifero non entrano, però, nei laghi soltanto nutrienti, fertilizzanti, ma anche una serie di prodotti chimici che sono da considerare per lo meno indesiderabili. Essi non possono essere ricordati tutti, nemmeno per categorie; è questo un settore scientifico relativamente giovane, vastissimo e, proprio per questo, sottoposto a continue revisioni.

Mi limito ad accennare al relativamente modesto settore dei cosi detti metalli pesanti. A parte il fatto che, secondo me, non sono ancora valutabili in forma rigorosamente quantitativa gli effetti di questi elementi sugli organismi acquatici, quanto è sinora provato si può riassumere in due punti base: questi metalli, o i loro composti e complessi, sono per lo più adsorbiti alle particelle più piccole delle torbide trascinate dai corsi d'acqua nel lago e si ritrovano perciò, più che sotto forma di sali disciolti, nei sedimenti; esiste una capacità da parte di alcuni organismi, vegetali e animali, di concentrare questi elementi. Quest'ultimo è ormai un fatto provato, anche se non conosciamo ancora quale sia per molti di essi la «concentrazione critica» e il tempo di «esposizione critica», ambedue da correlare al concetto di «rischio». Nella «concentrazione critica», infatti, due problemi basali sono coinvolti: quello delle concentra-zioni critiche esterne e delle concentrazioni fisiologiche o interne, le quali ultime sono il risultato dell'esposizione all'agente presunto tossico per tempi più o meno prolungati, e dell'eventuale assunzione ed eliminazione di questo. Per alcuni elementi, quali il piombo, il cadmio, e sopra tutto il mercurio, sono già disponibili modelli che tengono conto, nella loro formulazione, delle variabili cui si è ora brevemente accennato.

Non vorrei, però, che si ritenesse conchiuso in questi brevissimi cenni quello che è oggi il campo d'azione di un limnologo. Almeno una, tra le interessanti imprese ora in corso, merita di essere ricordata: quella relativa allo studio della geofisica e della geochimica a livello dell'interfaccia sedimenti-acqua nei più grandi laghi al nord e al sud delle Alpi condotta da limno-geologi.

I risultati che deriveranno da tali ricerche potranno dare ultimissime informazioni sull'origine, la struttura, la storia, l'evoluzione e lo stato attuale dei maggiori laghi marginali alpini.

Abbiamo sinora preso in considerazione la massa d'acqua di un lago e i sedimenti. Ma torniamo ad un concetto dal quale eravamo partiti: l'influenza del bacino imbrifero sui laghi. Si è già detto che i bacini di

drenaggio non sono più, per la stragrande maggioranza dei laghi del mondo, ambienti naturali, ma che essi sostengono una popolazione umana tendente ad aumentare la propria densità relativa e, soprattutto, insediante-si lungo i tributari del lago con molte attività lavorative. Cosi, il peso del bacino imbrifero sui laghi si manifesta sotto due forme: con lo scarico a lago degli effluenti domestici (cosi chiamati eufemisticamente!), che sinora non subiscono alcun trattamento di depurazione e con l'immissione di sostanze di rifiuto che derivano prevalentemente dall'industria e in qualche caso dall'agricoltura.

Questo è il motivo che ha indotto il nostro Istituto ad integrare le ricerche sul Lago Maggiore con uno studio sulla organizzazione del territorio, vale a dire con una indagine di geografia umana, che è condotta naturalmente da, specialisti in collaborazione con nostri ricercatori. Il censimento della popolazione insediata nel bacino imbrifero, della sua dinamica, delle attività economiche, quali l'agricoltura, l'industria, il turismo darà, al termine di questa indagine, un quadro sinottico, che permetterà di valutarne l'incidenza globale sul sistema idrologico del bacino.

Arriviamo qui veramente al punto cruciale, che è poi quello della organizzazione territoriale. È inutile intonare geremiadi sul fatto che nel nostro Paese è mancata e manca tuttora una pianificazione del territorio, con indicazioni precise circa l'uso del suolo da preferire caso per caso. Bisogna prendere atto di questa situazione, che certamente è la più grave agli effetti della degradazione ambientale e, come termine ultimo, dell'acqua: «termine ultimo», non in una gerarchia d'importanza, ma in quanto essa rappresenta - sia fiume, sia lago, sia mare - il recipiente al quale perviene tutto ciò che deriva dal suolo e dall'uso che di quest'ultimo ha fatto l'uomo. E ometto deliberatamente di parlare dell'atmosfera, cosi come ho completamente trascurato i problemi igienistici legati agli effluenti domestici.

Se prendiamo, ora, in considerazione l'impatto dei bacini idrografici sui fiumi, il cui corso non sia interrotto da un lago, le cose devono essere viste in un'altra ottica, per il fatto che la corrente fluviale fa si che l'acqua, in una certa sezione del fiume, sia continuamente rinnovata, a differenza di quanto avviene nei laghi. Se la sorgente dell'immissione di effluenti di qualsiasi tipo è puntiforme, il trasporto a valle avviene tanto più rapidamente quanto più elevata è la velocità di corrente. La diffusione di tutti i soluti e ì sospesi, ivi compresi gli agenti inquinanti, crea, pertanto, a partire dal punto d'inquinamento, una diluizione. Garrett Hardin, nel suo libro «*Exploring new ethics for survival*» (1972) ironiz-

za sull'affermazione che «*The solution to pollution is dilution*». In realtà, la critica è corretta: un conto è la concentrazione di una certa specie chimica o il peso di materiale sospeso per unità di volume d'acqua, in un punto o in una sezione di un fiume, un conto è il carico totale che il corso d'acqua trasporta. Oggi, si dispone di strumentazione per analisi in continuo di certe caratteristiche fisiche e chimiche dell'acqua, ma bisogna ammettere che i risultati che si ottengono sono lontani dal comporre un quadro ecologico reale. La misura delle portate dovrebbe dunque essere compiuta su un gran numero di sezioni di ciascun corso d'acqua; ma mi rendo conto che ciò significherebbe chiedere l'impossibile al benemerito Ufficio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici.

È chiaro che le acque correnti rappresentano, oltre che una risorsa d'acqua d'immediata utilizzazione, un facile recapito di rifiuti. Questi rifiuti subiranno trasformazioni, è vero, ma in realtà, man mano che il fiume si avvicina al termine della sua corsa, sarà sempre più ricco di sostanze, alle quali l'acqua fa soltanto da diluente o da supporto. E cosi il suo carico di soluti e di sospesi arriva al mare.

Uno dei progetti del Programma «Man and Biosphere» dell'UNESCO ha identificato nella zona costiera marina uno dei punti di fondamentale importanza nell'ambito di una serie di problematiche relative allo studio delle risorse degli ecosistemi acquatici. Il litorale rappresenta, infatti, l'interfaccia tra terra e acqua e tra acqua dolce proveniente dal sistema idrologico terrestre e acqua salata marina.

Un Gruppo di «esperti» chiamati recentemente dall'UNESCO a discutere tale progetto hanno convenuto che le zone costiere marine richiedono una particolare attenzione, in quanto sono particolarmente vulnerabili a causa dell'influenza che l'uomo esercita su di esse.

La più importante caratteristica della piattaforma litorale è la sua alta produttività, che dipende largamente dai meccanismi di sequestro di sostanze organiche, la massima parte delle quali derivano dalle acque interne. I nutrienti sono sempre ad un alto livello di concentrazione, anche per gli intensi e rapidi processi di riciclo che si attuano in questi ambienti: un'alta produzione della frazione vegetale della comunità biologica ne è la diretta conseguenza. Questa elevata produzione primaria provoca un incremento di quella secondaria, che nell'ambiente marino costiero è di enorme importanza. È ben noto, infatti, che le zone litorali rappresentano fino ad una profondità che si aggira sui 200 metri, la sede della più intensa attività biologica, interessante anche l'economia ittica.

Spesso, però, a processi di questo tipo, se ne affiancano altri,

negativi, che complicano il funzionamento di questo delicato ecosistema. I fiumi che raggiungono il mare vi trasportano anche tutto il loro carico di sostanze indesiderabili, quali metalli pesanti, biocidi., ecc., derivanti dalle attività umane che si esplicano sul bacino di drenaggio.

È da sottolineare a questo punto che, alla base di ogni conclusione che si voglia trarre dallo studio di questo fragile ecosistema, deve essere posto un particolare accento sulla necessità di acquisire conoscenze di dettaglio sulle caratteristiche dinamiche della massa d'acqua: nulla si può dire, infatti, né sugli aspetti chimici e sedimentologici, né su quelli biologici senza avere informazioni, caso per caso, sui fenomeni di diffusione, correlati con le caratteristiche fisiche e dinamiche nella zona di interfaccia tra acqua dolce e marina e in quella più propriamente marina litorale.

Ritornando per un momento alla precedente descrizione della metodologia più moderna, e per ora l'unica, applicabile allo studio del sistema bacino imbrifero-lago, mi sembra chiaro che un corretto approccio per una indagine sulle condizioni ecologiche della piattaforma continentale marina potrebbe richiamarsi alle stesse premesse. In sostanza, la penisola italiana stessa, nella sua interezza, rappresenta il bacino imbrifero del mare che la circonda e l'origine di tutto ciò che le coste ricevono.

Non voglio entrare nei dettagli operativi di una ricerca di questo tipo, ma è opportuno sottolineare una necessità che è già sentita nello studio dei grandi laghi, e che si impone sempre più pressante per lo studio del mare. Mi riferisco alla indispensabilità di una stretta collaborazione tra specialisti in settori diversi, che si prefiggano uno scopo comune. Con questo, non intendo dire che questo tipo di approccio non sia già in parte realizzato in ricerche integrate anche per il mare. Ma perché non «sfruttare» anche i limnologi in questa prospettiva tendente ad affrontare alcuni problemi oceanologia in forma più globale?

Molti sono gli aspetti scientifici di comune interesse: la matrice della oceanologia e della limnologia è comune. Non importa se si ha a che fare con acqua salata o dolce, con ambienti grandi o meno grandi: i problemi sono gli stessi, sia quelli scientifici di base, che devono sempre essere considerati come fondamentali, sia quelli legati ai fenomeni di deterioramento dell'acqua e dei sedimenti. Fenomeni e cause sono comuni e forse i limnologi potrebbero dare una mano agli oceanologi nell'addestramento di giovani, che potrebbero iniziare la loro attività di ricerca su ambienti estremamente più modesti di dimensioni e perciò più «manegge-

voli», al fine di rendere più facile il loro inserimento in una équipe di oceanologi.

Esistono oggi alcune premesse che inducono a ritenere meno utopisti-che queste proposte. La nuova politica della ricerca del C.N.R., che dovrebbe esplicitarsi nell'avvio dei programmi finalizzati, potrebbe permettere agganci tra programmi, quali l'oceanografia, l'ecologia, la difesa del suolo, ecc.

Mi si potrebbe accusare, a questo punto, di essere troppo ottimista. È vero: oggi lo sono, ma forse per ragioni che nascono sopra tutto da un senso di profonda desolazione. L'acqua è il settore della biosfera più bistrattato: è un bene che appartiene a tutti, e perciò è considerato di nessuno. Sembra, dico «sembra», che si cominci a comprendere che la nostra ricerca, anche la più fondamentale e sofisticata, non è fine a se stessa, tua che è al servizio della collettività umana. Ma questo soltanto perché ci si sta avvicinando alla crisi dell'acqua.

Sono passati cinque secoli da quando Leonardo scrisse la «lauda dell'acqua», una felice fusione tra l'osservazione scientifica e la rappresentazione poetica nata dall'osservazione. Concedetemi di citarne qualche frase a chiusura di questa mia chiacchierata: «L'acqua è il vetturale della natura»; «Questa non ha mai quiete, insinochè si congiunge al suo marittimo elemento»; «Nulla quiete la riposa mai; niente ha da sé, ma tutto muove e piglia, e in tante varie nature si trasmuta, quanto son vari i lochi donde passa».

INTERVENTI E RISPOSTE

B. CESCON. - 1) È stato tentato un approccio modellistico allo studio del trofismo del Lago Maggiore?

2) Sono state misurate grandezze cinetiche (velocità di assimilazione, escrezione e rigenerazione dei nutrienti, ecc.)?

3) Si è cercato di valutare il «budget» dei nutrienti all'interfaccia sedimento-acqua? Eventualmente con quali risultati?

L. TONOLLI. - 1) Un approccio modellistico allo studio del trofismo del Lago Maggiore è stato tentato, con risultati «concettuali» tanto vaghi e approssimati che hanno dissuaso dal proseguire nel tentativo. Perciò si è deciso, dopo un approccio modellistico «compartimentale» su un lago di assai minori dimensioni, di applicare il modello, cioè il più realistico, anche ai diversi compartimenti dell'ecosistema Lago Maggiore. Per ora ci si limita ai bilanci idrologico e chimico.

2) Grandezze cinetiche sono state misurate sia nella produzione algale sia in quella microbica.

3) No, anche perché si dovrebbe conoscere con esattezza il «rilascio» di nutrienti dal sedimento all'acqua e il sequestro di nutrienti sotto forma di .sali insolubili da

parte del sedimento. Il Lago Maggiore è a questo scopo un corpo d'acqua troppo grande e variabile nei suoi diversi bacini.

R. SELLI. - Mi riferisco solo ad una frase della Signora Tonolli. Dal punto di vista delle finalità sarebbe pienamente giusto il collegamento fra quello che è suolo, acqua, reticolo idrografico, laghi, mare e cosi via. Posso quindi dire che da recenti dichiarazioni del Presidente del C.N.R. è emersa la volontà di creare, nell'ambito dei programmi finalizzati, il tema «Suolo» che riunisce la geodinamica, la difesa del suolo, la ecologia e l'oceanografia.

L. TONOLLI. - Mi rallegro per la riunione in grandi temi di programmi finalizzati così interdipendenti fra loro.

COMUNICAZIONI

ANTONIO LONGINELLI, GIANNI CORTEGGI, MAURO BARTELLONI, ELISA BENVENUTI, GABRIELE LEONE, TEODORO RICCHIUTO*

STUDIO ISOTOPICO DEI SOLFATI E FOSFATI DISCIOLTI NELLE ACQUE OCEANICHE. PRIMI RISULTATI DELLE CAMPAGNE GEOSECS

In questa nota vengono riportati i risultati ottenuti misurando la composizione isotopica dell'ossigeno nel solfato e nel fosfato disciolti in campioni di acqua oceanica, provenienti principalmente dall'Oceano Atlantico e dall'Oceano Pacifico, e raccolti nel corso delle spedizioni GEOSECS {Geochemical Ocean Sections) tra il 1972 ed il 1974.

I campioni di solfato sono stati separati mediante l'uso di colonne di resine scambia ioni {idrossido di zirconio), precipitati come $BaSO_4$ e ridotti con grafite ad alta temperatura in linee a vuoto spinto, secondo procedure già descritte (LONGINELLI e CRAIG, 1967; CORTEGGI e LONGINELLI, 1968; LONGINELLI e CORTEGGI, 1970) per ottenere CO_2 la cui composizione isotopica viene poi determinata mediante spettrometria di massa.

II fosfato in soluzione nell'acqua oceanica viene separato in situ mediante l'uso di fibre sintetiche impregnate di idrossido ferrico che si comporta da resina scambia ioni (KRISHNASWAMI et al., 1972). Il fosfato così adsorbito viene poi separato mediante attacco nitrico e purificato con una lunga e complessa procedura per ottenere poi un precipitato finale di $BiPO_4$. Non meno di una settimana di lavoro è necessaria per completare tale procedura e disporre del $BiPO_4$ che viene poi attaccato in linee metalliche ad alto vuoto con BrF_3 (LONGINELLI e NUTI, 1973). L'ossigeno del fosfato, liberato quantitativamente durante la reazione tra $BiPO_4$ e BrF_3, viene poi convertito a CO_2 per la sua misura allo spettrometro di massa.

*Laboratorio di Ecologia Nucleare, Università di Pisa.

Per quanto riguarda i valori di δO^{18} (SO_4^{-2}), cinque differenti profili dalla superficie al fondo hanno mostrato che la composizione isotopica del solfato (alle basse e medie latitudini) è assolutamente costante mostrando un valore medio di +9,45 ± 0,15 per mille contro lo standard SMOW (Standard Mean Ocean Water). Questo stato stazionario della composizione isotopica del solfato non è stato trovato ad alte latitudini, sia nell'Artico che nell'Antartico. In queste aree sono state rilevate variazioni della composizione isotopica del solfato sia nell'acqua subsuperficiale invernale sia (anche se non sempre) in acque profonde. Nel caso delle variazioni del δO^{18} (SO_4^{-2}) nell'acqua subsuperficiale invernale (sempre nella direzione di valori isotopici più negativi rispetto al valore medio sopra riportato) si è proposto, per tentare di spiegare l'origine delle variazioni stesse, un processo di questo genere. Durante la formazione del ghiaccio marino, nel corso della stagione invernale, è possibile che si verifichi un frazionamento isotopico di un certo rilievo quando, a temperature inferiori ai - 8°C, solfato sodico precipita dalle soluzioni concentrate rimaste all'interno del ghiaccio. Il ghiaccio marino sottrarrebbe quindi una certa quantità di solfato all'acqua in via di congelamento arricchendo il solfato in soluzione di ioni SO_4^{-2} isotopicamente leggeri. La possibilità che i valori isotopici rilevanti siano in qualche modo influenzati da attività batteriche e conseguenti frazionamenti isotopici di tipo biochimico è ritenuta piuttosto remota a causa delle bassissime temperature, spesso inferiori a 0°C, poco favorevoli ad attività metaboliche batteriche. Una possibile interferenza di attività di alghe in tale fenomeno non può essere scartata a priori e necessità di ulteriori studi per essere accettata o respinta.

Per quanto riguarda il fosfato, le misure effettuate lungo quattro profili dalla superficie al fondo nell'Oceano Atlantico e due nell'Oceano Pacifico, provano nuovamente che siamo di fronte ad un caso di stato stazionario isotopico, I valori di δO^{18} (SO_4^{-2}) sono infatti praticamente costanti a tutte le latitudini e profondità. Tuttavia sembra che i dati ottenuti per l'Oceano Pacifico siano sistematicamente più positivi, rispetto a quelli dell'Oceano Atlantico, di circa uno per mille. Ciò, nonostante il fatto che la composizione isotopica media delle acque del Pacifico sia sensibilmente più negativa rispetto a quella delle acque Atlantiche. Per allargare le nostre conoscenze, e cercare contemporaneamente di interpretare i dati ottenuti, abbiamo iniziato a misurare anche la composizione isotopica del fosfato nella sostanza organica dei pesci. Il range di variabilità trovato è piuttosto modesto (circa il due per mille) e la differenza tra i

valori medi del δO^{18} (SO_4^{-2}) nella sostanza organica e nell'acqua marina è di poco superiore al tre per mille. Sulla base dei dati fin qui ottenuti sembra ragionevole ammettere che i dati isotopici relativi al ciclo dei fosfati siano fortemente influenzati dal ciclo biologico del fosfato stesso. Per poter interpretare più in dettaglio i fenomeni isotopici che interessano il ciclo dei fosfati si sta ora misurando la composizione isotopica del fosfato nel plancton marino, il valore isotopico del fosfato all'equilibrio con l'acqua e la costante di tempo per lo scambio isotopico all'equilibrio fosfato-acqua. Questi dati, insieme ad altri che stiamo ora ottenendo, ci dovrebbero consentire di proporre una prima equazione per interpretare quantitativamente lo stato stazionario isotopico del fosfato oceanico.

LAVORI CITATI

LONGINELLI A., CRAIG H. (1967). *Oxygen-*l8 *variations in sulfate ions in sea water and saline lakes*. Science, 156, 56-59.

CORTEGGI G., LONGINELLI A. (1968). *Qxygen-isotope measurements of sulfate ions separeted from diluted solutions*. Earth and Planet. Se. Letters, 4, 325-327.

LONGINELLI A., CORTEGGI G. (1970). *Composizione isotopica dell'ossigeno nei solfati. Tecniche di misura*. Rend. Soc. It. Min. Petr., XXVI, 733-743.

KRISHNASWAMI S., LAL. D., SOMAYAJULU B.L.K., DIXON F.S., STONECIPHER S.A., CRAIG H. (1972. *Silicon, radium, thorium and lead in seawater; in-situ extraction by sinthetic fiber.* Earth and Planetary Se. Letters, 16, 84-90.

LONGINELLI A. NUTI S. (1973). *Revised phospbate-water isotopie temperature scale*. Earth and Planet. Se. Letters, 19, 373-376.

INTERVENTI E RISPOSTE

G. MACCHI. - Avete correlato le vostre misure con altri parametri in grado di caratterizzare le diverse masse d'acqua lungo l'intera colonna d'acqua? Ad esempio, nella stazione 84 si nota un'anomalia negativa delle acque profonde che potrebbe essere collegata con l'origine polare di quelle acque.

A. LONGINELLI. - Le misure di composizione isotopica del solfato sono state correlate con tutte le variabili misurate sugli stessi campioni (O_2, ε CO_2, alcalinità, salinità, silicati, fosfati, nitrati, ecc.). Si è potuto constatare che non esiste alcuna relazione evidente tra queste variabili e il δO^{18} (SO_4^{-2}). Tenteremo ora di individuare eventuali correlazioni fra la concentrazione in solfato il δO^{18} (O_2), il δO^{18} (H_2O), ecc. Cercheremo di studiare anche il possibile effetto della presenza di ricche flore a diatomee a diverse profondità. Comunque, la stazione in questione mostra dei minimi del δO^{18} (SO_4^{-2}) tra i 2.500 e i 4.500 metri di profondità, nella parte più settentrionale del Mare di Weddell. A queste profondità l'acqua dovrebbe essere essenzialmente costituita da acqua profonda atlantica che non può risentire degli eventuali fenomeni che si verificano nell'area antartica e che comunque non mostra alcuna variazione isotopica nel solfato a latitudini di poco inferiori.

GIUSEPPE MAGAZZÙ* - FRANCESCO CORIGLIANO**

RAPPORTI IONICI Ca/Cl E Mg/Cl CON LA PROFONDITÀ NEL MAR IONIO

Fra i maggiori costituenti l'acqua di mare, il Calcio è l'elemento mediamente abbondante che sembra aver mostrato le maggiori oscillazioni sia zonali sia con la profondità, in relazione alla teoria della costanza dei rapporti ionici (1). I motivi di tale comportamento negli strati superficiali possono essere individuati nell'utilizzazione biologica del Calcio, nei complessi equilibri dell'anidride carbonica e nell'apporto di acque fluviali. Negli strati profondi, con l'aumento della pressione e la diminuzione della temperatura, possono verificarsi fenomeni di sottosaturazione con conseguente solubilizzazione di carbonato di calcio, in dipendenza anche del differente valore del prodotto di solubilità e delle modificazioni polimorfe di quest'ultimo.

Dai risultati riportati in letteratura relativi alla quasi totalità degli oceani, mentre è stato possibile confermare le previste variazioni del rapporto Ca/Cl in dipendenza dei su esposti fattori negli strati superficiali, per le acque profonde non appare chiaramente convalidata l'ipotesi di un incremento del rapporto Ca/Cl con la profondità, a causa della esiguità di tale incremento (<1%) (2-5) e della diversa precisione dei vari metodi analitici adottati per la determinazione del Calcio.

Per il Mare Mediterraneo i risultati sono ancora più contrastanti: indicando alcuni (4) una diminuzione del rapporto con la profondità, altri (6) un lieve aumento.

Nel porre in programma uno studio estensivo per tutto il bacino del

*Istituto di Zoologia Università di Messina.
**Istituto di Chimica Analitica Università di Messina.

Mediterraneo, con la presente nota si rendono noti i primi risultati ottenuti nel Mare Ionio.

Materiali e metodi. - I campioni provengono da due diverse crociere oceanografiche; la crociera n. 23 del B/R «Colapesce» dell'Università di Messina in occasione della quale, nell'Agosto 1970, sono state effettuate 4 stazioni (profondità massima 2.000 metri) lungo la costa ionica della Sicilia; la crociera n. 24 della R/V «Knorr» della W.H.O.I. lungo una sezione compresa tra Augusta e l'isola di Kytira, in occasione della quale, nel Novembre 1971, sono stati raccolte due serie di campioni (stazioni 87 e 90, profondità massima 4.400 metri). Una terza serie di campioni è stata prelevata nella stazione n. 1746 (profondità massima 2.787 metri) nell'Oceano Atlantico in occasione della crociera n. 59 dell'Ottobre 1970 del R/V Atlantis II della W.H.O.I. Quest'ultimo profilo è riportato per confronto.

I campioni sono stati conservati fino al momento delle analisi in bottiglie di polietilene paraffinate all'esterno per minimizzare fenomeni di evaporazione.

Determinazioni analitiche. - La dormita è stata determinata con il metodo Volhard, analogamente al procedimento impiegato per la standardizzazione dell'*Eau Normale* di Copenhagen.

II Calcio è stato determinato con EGTA, secondo il metodo proposto da Culkin e Cox (4), da noi riadattato per consentire un apprezzamento visuale del punto equivalente e collaudato con analisi su campioni di acqua di mare artificiale.

Il Magnesio è stato ricavato sottraendo il Calcio e lo Stronzio (quest'ultimo calcolato assumendo la costanza del rapporto Sr/Cl=0,00042) alla somma degli equivalenti di calcio, magnesio e stronzio determinati per via complessometrica con EDTA (7).

Tutte le analisi sono state eseguite in doppio e, quando necessario, ulteriormente ripetute.

Risultati. - I valori dei rapporti Ca/Cl ed Mg/Cl sono riportati in Tab. 1. Essi sono stati raggruppati scegliendo 3 intervalli di profondità: il primo, 0-100 m, per acque di superficie, il secondo per profondità superiori a 100 me fino a 1.000 m ed il terzo per acque profonde oltre i 1.000 m e fino ad un massimo di 4.400 m. Accanto al valore medio del rapporto è riferito il numero di campioni analizzati .entro i suddetti

intervalli di profondità.

I risultati del rapporto Ca/Cl relativi alle coste siciliane sono sensibilmente differenti da quelli dello Ionio Centrale, mentre per il rapporto Mg/Cl la differenza tra i valori medi dei due gruppi di campioni è poco rilevante.

I risultati relativi alla stazione dell'Oceano Atlantico sono in accordo con quelli riportati da numerosi Autori per lo stesso Oceano. Confrontati con i risultati delle due zone dello Ionio qui esaminate, mentre si può notare un buon accordo generale per il rapporto Mg/Cl, per il rapporto Ca/Cl si evidenzia la corrispondenza coi soli valori dello Ionio Centrale.

Per quanto riguarda l'andamento dei rapporti con la profondità, il rapporto Ca/Cl risulta in entrambe le zone decrescente dalla superficie fino a 1.000 m e quindi in lieve, ma significativo aumento, da questa quota verso le maggiori profondità campionate; il rapporto Mg/Cl mostra un lievissimo, progressivo incremento con la profondità nella zona siciliana ed una sostanziale costanza per l'altra zona ionica. Tuttavia, oltre i 100 m, il rapporto può considerarsi praticamente costante fino alle massime profondità, mentre qualche deviazione è stata riscontrata soltanto nel primo strato.

TABELLA 1. - Confronto dei rapporti Ca/Cl e Mg/Cl con la profondità nelle acque del Mar Ionio.

Profondità (m)	Ca/Cl N. Mg/Cl N.	Ca/Cl N. Mg/Cl N.
0-100 100-1000 1000-4400	0,02258 14 0,06666 14 0,02246 18 0,06678 17 0,02266 2 0,06689 2 Coste Siciliane	0,02153 9 0,06660 8 0,02138 24 0,06648 22 0,02145 11 0,06649 11 Ionio Centrale

Discussione e conclusioni. - I valori medi del rapporto Ca/Cl ottenuti per le stazioni situate lungo le coste siciliane sono sorprendentemente più elevati di circa il 5% sia rispetto ai valori riportati per il Mare Mediterraneo (4,6), sia rispetto alla media mondiale (2). Una valutazione dei risultati per le singole stazioni indica che la stazione 1, situata all'imbocco sud dello stretto di Messina, mostra, almeno oltre i 100 m, dei valori vicini alla normalità (0,02166). La stazione 3, fissata a qualche miglio dal più importante fiume della Sicilia orientale (il Simeto), insieme

alle stazioni 4 e 5, collocate più a sud, ha fornito le punte più elevate.

Dai dati analitici è stato possibile, inoltre, rilevare che solo il Calcio ha subito un incremento di concentrazione, confermato anche da valori elevati dell'alcalinità specifica, mentre Magnesio e dormita sono del tutto normali, sia considerando i singoli parametri, sia il loro rapporto.

L'idrografia della zona, studiata in dettaglio fino al golfo di Catania (8), ha messo in evidenza l'esistenza di almeno due nuclei diversi di acqua: il primo superficiale, costituito da acque miste che si originano dal mescolamento delle acque tirreniche con quelle ioniche nello stretto di Messina e che fluiscono verso sud, il secondo profondo, costituito da acque di origine levantina fluenti sempre verso sud parallelamente alla costa siciliana.

Non è possibile, tuttavia, al momento attuale decidere se questo tipo di idrografia e/o l'influenza delle acque del fiume Simeto siano tali da modificare in modo così netto le dimensioni del rapporto Ca/Cl.

L'andamento di questo rapporto con la profondità conferma le osservazioni già riportate per le acque del Mediterraneo da Culkin e Cox (4), indicanti una sostanziale diminuzione dalla superficie fino a circa 1.000 m. A profondità superiori a 1.000 m e fino a 1.400 m, Mameli e Mesetti (6) hanno indicato un lieve incremento del rapporto. I nostri risultati coprono un arco di profondità molto maggiore e confermano il lieve, ma significativo, aumento osservato da questi ultimi.

Si può quindi concludere che anche nelle zone da noi esaminate nel Mar Mediterraneo si verifica un incremento del rapporto Ca/Cl con la profondità dello stesso ordine di grandezza di quello osservato in altri mari ed oceani. Tale fenomeno, tuttavia, si verifica soltanto ad elevate profondità dopo un precedente decremento, rispetto alla superficie, a quote intermedie (100-1.000 m).

BIBLIOGRAFIA

1. J.H. CARPENTER, D. E. CARRITT, Nat. Acad. Sci, Nat. Res. Coun. Publ. 600, 67 (1959).
2. J.P. RILEY, G. SKIRROW, «Chemical Oceanography» Vol. I, Acad. Press, 1965, p. 142.
3. S. TSUNOGAI et al Deep-Sea Res., 20, 711, (1973).
4. F. CULKIN, R. A. COX, Deep-Sea Res., 13, 789 (1966).
5. D.K. ATWOOD, P.N. FROELICH, W.F. KINARD, Limnol. Oceanog., 18, 771 (1973).
6. D. MAMELI, F. MOSETTI, Bol. Soc. Adriatica Sci. Trieste, 55, 27, 1967.
7. J.B. PATE, R.J. ROBINSON, J. Mar. Res., 19; 12 (1961).
8. G. GRANCINI, G. MAGAZZÙ, Mem. Bici. Mar. Ocean., 3, 27 (1973).

INTERVENTI E RISPOSTE

A. LONGINELLI. - In entrambi i profili mostrati in diapositiva si riscontra un minimo del valore Ca/Cl intorno ai 500 m di profondità. Avete spiegazioni da proporre? Mi pare che intorno ai 500 m di profondità, nello Ionio, sia nettamente rilevabile lo strato di acqua levantina che potrebbe essere ritenuto responsabile dei dati minimi rilevati.

MAGAZZÙ. - I) minimo del rapporto Ca/Cl è dovuto al fatto che, come ho detto nell'ultima parte del mio lavoro, in superficie la concentrazione del Ca risulta .superiore alla media (così ad es. nell'Atlantico e nel Pacifico). Cioè il minimo a 500 m in realtà non esisterebbe senza incremento del Ca verso la superficie.
Al momento disponiamo tuttavia solo dei dati, relativi al mare Ionio, ma sarebbe molto interessante fare i campionamenti anche nel basso Tirreno e nel Canale di Sicilia dove l'acqua levantina si trova a profondità relativamente più bassa.

RICCARDO MUZZARELLI*

DETERMINAZIONI DI TRACCE DI METALLI IN ACQUA MARINA

La presente comunicazione riguarda nuovi metodi di determinazione di rame, vanadio e molibdeno di acqua marina.

Il concetto di base di questi nuovi metodi è l'abbinamento di una tecnica analitica strumentale molto sensibile con una tecnica cromatografica rapida e selettiva.

La spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione su grafite e compensatore al deuterio offre la possibilità di dosare rapidamente questi metalli preconcentrati su piccolissime colonne di chitosano. In particolare, l'atomizzatore di grafite consente di dosare vanadio e molibdeno che non sono atomizzabili nella fiamma, perché formano ossidi; la preconcentrazione su chitosano consente di eliminare il sale con un'operazione di pochi minuti su un'aliquota di acqua marina piuttosto piccola. Il chitosano, d'altra parte, essendo un poliaminozucchero è particolarmente indicato per un trattamento termico, in quanto i suoi fumi sono tali da permettere il corretto funzionamento del compensatore al deuterio, non contenendo zolfo e anelli aromatici.

Il chitosano è stato attentamente valutato dal punto di vista dell'applicabilità al campo dell'oceanografia chimica, e è stato caratterizzato come polimero chelante in una trentina di pubblicazioni.

Infatti, è il caso di ricordare che gli equilibri chimici nell'acqua marina non sono così facilmente spostabili come nelle soluzioni artificiali e pertanto non si possono direttamente applicare alle acque marine i dati ottenuti su soluzioni. Per indagini fatte da altri Autori, oltre che da me

*Istituto di Biochimica, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università di Ancona.

stesso, è noto che i traccianti radioattivi non vanno in equilibrio con le forme chimiche dei rispettivi isotopi presenti naturalmente nell'acqua di mare, se non dopo periodi molto lunghi; è quindi impensabile di spostare questi equilibri nei pochi minuti richiesti da una cromatografia rapida. Per esempio, il rame è presente nell'acqua marina in varie forme inorganiche che comprendono idrossidi, carbonati e cloruri, oltre che organiche principalmente a opera di acidi umici.

È pertanto necessario prevedere un trattamento preliminare semplice dell'acqua di mare per porre il rame in forma ionica, tale cioè da essere immediatamente complessata dal polimero chelante. Sono quindi da rivedersi i dati ottenuti da altri Autori che hanno applicato il metodo di Riley basato sull'uso della resina Dowex A-100, perché essi hanno arbitrariamente assunto che essa fosse in grado di spostare facilmente gli equilibri naturali a favore della fissazione del rame sulla resina, mentre tuttora non esiste in letteratura nessuna dimostrazione sperimentale di questa ipotesi.

Secondo il mio metodo, l'acqua marina, filtrata, viene trattata con presolfato e acido solforico per distruggere le forme complesse del rame; dopo aver riportato il pH a 5,5 l'acqua può essere passata su una colonnina da 200 mg di chitosano. In seguito la colonna può essere estrusa, omogeneizzata mediante sospensione in alcol, e dopo essiccazione, si può prelevare una frazione da 10 mg per l'analisi. In alternativa, si può fare l'eluzione del rame con acido solforico. La concentrazione del rame nel medio Adriatico, acqua superficiale, è stata trovata di 6,05 p.g Cu l^{-1} ± 0,56. Lo stesso dato è stato ottenuto con la resina Dowex A-100 su acqua trattata, mentre su acqua non trattata si è avuto 1,20 ± 0,25.

Per la fissazione di vanadio e molibdeno è invece sufficiente acidificare l'acqua marina a pH 4,0 e 2,5 rispettivamente, per mettere questi ossianioni in condizioni di reagire istantaneamente con il chitosano per la formazione di ossisali di chitosano. Il molibdeno può essere dosato su campioni d'acqua da 10-50 mi passati su colonne da 500 mg di chitosano. Le concentrazioni trovate nell'acqua marina sono di 0,71 ± 0,09 µg V l^{-1} e di 10,42 ± 0,13 µg Mo l^{-1}.

I principali vantaggi di questi nuovi metodi sono i seguenti:

* rapidità e semplicità delle operazioni, non richiedendosi altro che un'acidificazione dell'acqua filtrata;
* minimi rischi di contaminazione dei campioni;

* possibilità di operare a bordo di natanti;
* conservabilità dei campioni sigillati dentro alle stesse colonnine, per analisi dilazionate;
* possibilità di analisi replicate (fino a venti) per uno stesso campione;
* minima manualità e possibilità di automazione delle letture analitiche;
* lo stesso metodo si applica a tessuti animali e vegetali.

I dettagli di questi metodi sono descritti nelle pubblicazioni:

R. A. A, MUZZARELLI, «Natural Chelating Polymers», Pergamon Press, Oxford, 1973.
R. A. A. MUZZARELLI and R. ROCCHETTI, Analytica Chimica Acta, 64, 371-379 (1973).
R. A. A, MUZZARELL: and R. ROCCHETTI, Analytica Chimica Acta, 69, 35-42 (1974).
R. A. A, MUZZARELLI and R. ROCCHETTI, Analytica Chimica Acta, 70, 283-289 (1974).

ARISTEO RENZONI*

INFLUENZA DI PETROLI SU ORGANISMI MARINI

Fra le sostanze inquinanti che si riversano nell'ambiente acquatico primeggiano gli idrocarburi, poiché il notevole incremento nei consumi degli ultimi 40 anni ha portato ad un aumento prima impensato di prodotti (greggio e derivati) trasportati per via marina e fluviale. La richiesta di greggio nel mondo raddoppierà nel giro di pochi decenni e aumenterà così il suo trasporto per mare dai luoghi di estrazione a quelli - spesso lontani - di raffinazione e consumo; le perdite di greggio durante il trasporto, l'eliminazione di una piccola, ma costante, quantità di idrocarburi non combusti da tutti i motori che solcano i mari ed infine Ì prodotti di scarico delle raffinerie determinano un costante aumento della concentrazione di quei composti nelle acque.

Il petrolio greggio ha una composizione estremamente complessa e variabile a seconda della località di raccolta e della sua età al momento dell'analisi. La componente di gran lunga preponderante è rappresentata dagli idrocarduri, raggruppabili fra i paraffinici ,(o alifatici), i naftenici (o cicloparaffine) e gli aromatici. Fra i primi due gruppi ed in modestissima misura fra i componenti non idrocarburici vanno ricercate le sostanze idrosolubili (Nelson-Smith); fra gli aromatici, la componente più tossica.

Gli esperimenti da me condotti negli ultimi anni riguardano lo studio della tossicità delle frazioni idrosolubili di alcuni petroli e derivati (da soli o misti a detergenti) nei riguardi dei gameti, embrioni e larve di alcune specie marine.

I più recenti dati si riferiscono a ricerche condotte su due bivalvi

*Istituto di Anatomia Comparata, Università di Siena.

(*Mulinia lateralis, Crassostrea virginica*) prendendo in esame petroli greggi provenienti da tre località: Nigeria (Bonny), Kuwait e Alaska (Prudhoe Bay). I risultati sono così sintetizzabili :

a) le frazioni idrosolubili dei tre petroli esaminati presentano una tossicità, variabile con la concentrazione, nei riguardi del processo di fecondazione, dello sviluppo dell'embrione e della sopravvivenza della larva: tossicità piuttosto modesta alla concentrazione più bassa (0,01 ml/1), evidente alle due concentrazioni intermedie (0,1 e 1 ml/1) e molto marcata alla massima concentrazione usata (10 ml/1);

b) la struttura maggiormente influenzata dalla presenza delle sostanze tossiche nell'acqua, al momento della fecondazione, risulta lo spermatozoo;

c) la tossicità si manifesta a carico dell'organismo in tutte le fasi dello sviluppo ed in particolare a carico dell'accrescimento delle larve dallo stadio di veliger alla metamorfosi;

d) la tossicità delle frazioni idrosolubili nell'acqua durante lo sviluppo embrionale provoca la comparsa di forme anomale, che, provviste di ciglia, riescono a nuotare e a sopravvivere per alcuni giorni, ma non sono in grado di raggiungere lo stadio di veliger;

e) la tossicità si manifesta infine con la comparsa di veliger vivi, ma incapaci di nuotare e con un velo oltremodo estroflesso oltre il margine valvare esterno, qualora i campioni fin dall'unione dei gameti siano tenuti in acqua con le tre concentrazioni più elevate di petroli;

f) la frazione idrosolubile del greggio nigeriano (Bonny) si è rivelata la più tossica fra i tre petroli esaminati.

Le conclusioni che si possono trarre dalle presenti ricerche, da quelle riferite in altre occasioni, nonché dal confronto fra i nostri dati con quelli di altri autori possono così riassumersi:

a) il petrolio greggio ed alcuni suoi derivati allorché raggiungono l'ambiente acquatico in conseguenza di incidenti a petroliere, di scarichi di acque di lavaggio di quelle, di perdite durante le operazioni di carico e scarico ecc. o dopo miscelazione con acqua di mare in laboratorio, cedono una quantità di sostanze idrosolubili, variabile con la composizione chimica del petrolio e con le condizioni chimico-fisiche del bacino nel quale si è venuto a riversare;

b) in laboratorio la quantità di sostanza che passa in soluzione nell'acqua dipende oltre che dalla composizione chimica del petrolio, dal periodo intercorso fra la sua estrazione e la sua analisi, ma anche e soprattutto (Wells, Rice) dal metodo di estrazione della frazione idrosolu-

bile (lunga o breve agitazione, forte o leggera, separazione completa od incompleta delle due fasi, ecc.);

c) gli effetti tossici di queste sostanze una volta giunte nell'acqua si manifestano su molteplici attività dell'organismo e più precisamente su quella fotosintetica, su quella riproduttiva, sullo sviluppo e sopravvivenza embrionale o larvale, sul movimento ed in definitiva sulla maggior parte delle attività vitali;

d) le frazioni idrosolubili hanno una diversa tossicità nei riguardi dei rappresentanti di specie diverse e talora concentrazioni molto tossiche per alcune specie lo sono modestamente per altre;

e) l'esistenza di considerevoli differenze fra i reperti ottenuti da vari autori sono imputabili non solo alla diversa sensibilità degli organismi saggiati, alla natura ed età del petrolio, ma anche e soprattutto alla metodica di estrazione in laboratorio delle frazioni idrosolubili.

Considerata la disparità di reperti usando ora composti diversi, ora specie diverse, ora l'una e l'altra e la conseguente irriproducibilità dei reperti si rende necessaria la messa a punto di metodiche standard per l'estrazione della frazione idrosolubile, nonché il reperimento di una o più specie che, in grado di adattarsi in laboratorio e compiere cicli vitali, possano rappresentare un materiale idoneo per accurati studi di tossicità. È su tali organismi che si potrà valutare la tossicità del petrolio e dei suoi derivati, nonché si potranno individuare quelle frazioni che, una volta nell'organismo, vengono degradate e quelle invece che vi si andranno accumulando per poi entrare nella catena alimentare.

IRENEO FERRARI, CARLO BELLAVERE,
LAMBERTO CAMORRI, MARTA CATELLANI*

RICERCHE LIMNOLOGICHE IN UN LAGO APPENNINICO IN CONDIZIONI DI COPERTURA GHIACCIATA

Queste ricerche sono state condotte su un lago appenninico di origine glaciale, il Lago Santo Parmense (1507 m s.l.m., area circa 8 ha, profondità media 11,3 m, profondità massima 22,5 m) durante i mesi della copertura ghiacciata di due anni successivi, 1973 e 1974. Lo studio della evoluzione stagionale dei vari parametri limnologici in questo periodo è stato fatto, ovviamente, tenendo conto anche dei dati raccolti in. situazioni di acque aperte. Il lago di montagna, durante la copertura ghiacciata, tende ad assumere le caratteristiche di un sistema chiuso: si riducono gli scambi energetici e materiali con l'esterno, la luce diventa il fattore limitante la produzione primaria, le basse temperature rallentano fortemente la velocità dei processi metabolici. Si determinano, in sostanza, condizioni favorevoli a una analisi delle interazioni tra i fattori da cui dipende il metabolismo lacustre. L'analisi di serie pluriennali di dati offre poi l'opportunità di valutare, per anni diversi, i diversi modelli di evoluzione stagionale dei vari parametri durante l'inverno. Tali differenze non dipendono solo dalla vicenda meteorologica invernale ma anche dai livelli di produttività biologica nei mesi delle acque aperte.

Sono stati effettuati sei sopralluoghi al lago dal gennaio all'aprile 1973 e quattro dal gennaio all'aprile 1974. Nel corso di ogni sopralluogo, dopo aver rilevato lo spessore dei vari strati di ghiaccio e neve, da una stazione fissata in corrispondenza della massima profondità, sono stati prelevati con bottiglie di Ruttner campioni di acqua per le analisi chimi-che e in particolare per la determinazione della clorofilla-a, campioni di

* Laboratorio di Ecologia, Istituto di Zoologia dell'Università di Parma.

fitoplancton e campioni di zooplancton. I prelievi sono stati effettuati a sette diverse profondità, dalla superficie fino allo strato prossimo ai sedimenti. Lo zooplancton è stato raccolto anche con rete lungo l'intera colonna verticale. Prelievi di macrozoobenthos sono stati raccolti con benna Ekman a diverse profondità al di sotto dei -7 m. Nel 1974 si è proceduto all'incubazione in bottiglie chiare e scure di campioni d'acqua per la stima della produzione fitoplanctonica, con il metodo dei ^{14}C.

I principali risultati emersi dalle ricerche condotte nel 1973 riguardano l'andamento da gennaio ad aprile dei vari parametri analizzati (FERRARI, BELLAVERE e CAMURRI, 1973, L'*Ateneo Parmense*, 9, 3: 1-20). Lo spessore della copertura ghiacciata è in aumento da gennaio a marzo, in aprile è ancora di circa 1 m. I valori medi delle concentrazioni di O_2 e del pH mostrano un trend decrescente da gennaio ad aprile. In questo stesso periodo si osserva un aumento dell'alcalinità totale e delle concentrazioni dei nutrienti algali, in particolare dei nitrati. Nettissima, da gennaio ad aprile, è la diminuzione dei valori medi di concentrazione dei pigmenti fotosintetici e dei valori di biomassa algale. Lo zooplancton è caratterizzato da una notevole stabilità: la specie dominante di questa biocenosi è Eudiaptomus intermedius. Lo zoobenthos raccolto a -20 m è per lo più rappresentato da Oligocheti con punte di biomassa (in peso fresco) di oltre 1 g/m^2.

L'analisi dei dati raccolti nell'inverno 1974 mostra un quadro solo in parte concordante con quello emerso dalle ricerche dell'anno precedente. Da gennaio ad aprile le concentrazioni di O_2 decrescono nettamente soprattutto al di sotto dei -10 m. Analogo è il *trend* osservato per il pH. Le concentrazioni medie di PO_4 -P sono in aumento da gennaio (2,3 µg/l) a marzo (3,6 µg/l), mentre in aprile sono sui 3 µg/1. Anche i valori medi delle concentrazioni dei nitriti dopo un picco in marzo (115 µg/l) si riducono a 89 µg/l in aprile. Da gennaio a marzo sono in diminuzione sia le concentrazioni medie di clorofilla-a (da 8,3 a 0,7 mg/m^2) sia i valori di produzione primaria (da 5,3 a 4,0 mg C $ass/m^2/4h$). In aprile si osserva una ripresa dei valori medi sia di clorofilla-a (6,8 mg/m2) sia di produzione primaria algale (oltre 20 mg C $ass/m^2/4h$). Contenuto di clorofilla-a e assimilazione di carbonio sono massimi, in tutte le serie, negli strati più superficiali della colonna d'acqua. Lo zooplancton raccolto nell'inverno 1974 si caratterizza, oltre che per i valori stabili di abbondanza di *Eudiaptomus intermedius*, per la presenza fino a marzo di cospicui insediamenti di Cladoceri (*Daphnia longispina* e *Bosmina longirostris*). È stata notata la tendenza per tutte le

popolazioni zooplanctoniche appartenenti alle specie suddette ad occupare preferenzialmente gli strati profondi e in particolare lo strato più prossimo al sedimento. Il macrozoobenthos è stato studiato dal punto di vista della composizione sistematica e della distribuzione spaziale. Per quanto riguarda l'evoluzione stagionale delle abbondanze e delle biomasse, queste sembrano presentare un *trend* crescente, soprattutto se si rapportano ai valori del periodo precedente il rigelo autunnale. Dal confronto tra i risultati delle ricerche del 1974 e quelli ottenuti con le ricerche dell'anno precedente emergono sostanzialmente due fatti:

1) nella prima parte dell'inverno (da gennaio a marzo) si osserva un diverso equilibrio tra produttori del fitoplancton e altre biocenosi lacustri. Nel 1974 si hanno, in questo periodo, valori di clorofilla-a cosi come di biomasse fitoplanctonicbe nettamente più bassi di quelli riscontrati nel 1973, mentre decisamente più elevati sono i valori di abbondanza dello zooplancton. È da notare anche la migliore ossigenazione delle acque sotto il ghiaccio nel primo anno di ricerche;

2) nell'aprile del primo anno si ha una situazione prettamente invernale; nell'aprile 1974 lo spessore della copertura ghiacciata è ridotto a non più di 20-30 cm e si nota una intensa attività fotosintetica soprattutto negli strati d'acqua più superficiali.

I risultati delle ricerche suggeriscono, anche attraverso confronti con lo stato di altri laghi di alta quota indagati da altri autori, alcune considerazioni sullo stato attuale del L. Santo e sulla possibile evoluzione delle sue caratteristiche trofiche, accelerata dall'impatto di attività umane presenti nel bacino contribuente.

(Ricerche eseguite col contributo N. CT73.00565.04 del Consiglio Nazionale delle Ricerche).

ALBERTO TOMASIN*

RICERCA SULLE ONDE DI BUFERA (STORM SURGES) NELL'ADRIATICO

Lo studio delle maree nell'alto Adriatico, dove si raggiungono le massime escursioni del Mediterraneo, si è rapidamente sviluppato negli ultimi anni, stimolato dalla preoccupazione per le inondazioni. La ricerca ha condotta alla formulazione di modelli matematici in grado di spiegare con buona precisione i fenomeni osservati e di divenire altresì strumenti di previsione.

Le due fondamentali cause motrici delle maree sono le forze astronomiche originate dai moti del sistema sole luna terra, che causano movimenti regolari delle acque, e le forze di origine meteorologica, che si presentano con l'irregolarità ben nota dei fenomeni atmosferici. È utile precisare che i tipi principali di azione meteorologica sul mare sono due: la spinta del vento, che com'è facile dimostrare da luogo ad effetti tanto più vistosi quanto meno profondo è il mare, e la pressione atmosferica differenziata sulle varie zone, che tende ad aumentare il livello marino in corrispondenza delle depressioni. Gli spostamenti delle masse liquide determinati dalle predette forze possono essere osservati sia misurando direttamente i movimenti dell'acqua, cioè le correnti, sia rilevando le variazioni del livello marino in diversi punti. Inutile dire che quest'ultimo tipo di misura, effettuato sulle coste, è di gran lunga più facile e diffuso, e conseguentemente quello che fornisce la più abbondante raccolta di registrazioni.

Nel caso dell'Adriatico vi è scarsissima interferenza, a quanto si osserva, tra i fenomeni marcali di origine astronomica e meteorologica.

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

Una curva di marea si può quindi vedere come la somma di due curve indipendenti, di origine diversa. Poiché le maree astronomiche sono ormai note con buona precisione, è possibile isolare nella registrazione il contributo meteorologico e quindi analizzarlo separatamente. Su questo verteranno le successive osservazioni. Un altro fatto particolarmente vistoso nell'Adriatico è dato dalle sesse, ovvero oscillazioni libere del mare che permangono anche per molti giorni dopo che il mare è stato per cosi dire forzato da una condizione meteorologica violenta. Infatti nella registrazione di livello (specie se depurata della marea astronomica) in conseguenza di una tempesta si riscontra spesso un forte aumento di livello (onda di bufera o storm surge) seguito da oscillazioni di periodo prossimo alle 22 ore, che vanno lentamente smorzandosi ([1]).

Per una descrizione soddisfacente e per una possibile previsione dei fenomeni in questione è possibile ricorrere alle equazioni che descrivono la dinamica del mare sotto l'azione delle forze meteorologiche. Nelle espressioni matematiche i termini che misurano l'azione del vento e la dissipazione dell'attrito si fondano inevitabilmente su parametri empirici. I modelli matematici di questo tipo forniscono descrizioni della realtà talmente soddisfacenti da permettere buone previsioni assai utili nel caso d'inondazioni (le «acque alte» di Venezia) ([2]). Poiché ciò permette di ritenere che non vi siano rilevanti aspetti oscuri nella dinamica di questi fenomeni, si è impostata una ricerca che si prefigge due finalità: da un lato il miglioramento della stima dei succitati parametri empirici; dall'altro la messa a punto di una nuova tecnica di previsione. Questa indagine mira a stabilire per via statistica la risposta del livello marino alle diverse sollecitazioni atmosferiche. Si intende qui risposta nel senso di funzione o curva di risposta, ovvero, data una certa azione di origine meteorologica, l'evoluzione del livello marino che in conseguenza si può osservare ad un certo mareografo (Venezia, nel nostro caso). Le possibili forze possono essere originate da venti o gradienti di pressione, e non vi è motivo di pensare che esse siano uniformi su tutto l'Adriatico, per questo, operando necessariamente alcune scelte soggettive nella descrizione numerica dei fenomeni, si è diviso il mare in sette zone in ciascuna delle quali il campo di pressione viene interpolato con una funzione bilineare delle coordinate geografiche (ossia un piano, geometricamente). Ciò definisce per ogni

([1]) Sur la dynamique de la mer Adriatique ecc., AKTEGIANI et al., Rapp. Conim. inter. Mer Médit., 21, 4, 181.

([2]) A computer simulation ecc., TOMASIN, Comp. Phys. Comm. 5, 51.

zona un gradiente (rappresentativo dell'effetto della pressione) ed il quadrato di un gradiente .{che sarà pensato proporzionale allo sforzo del vento). Una data condizione meteorologica è descritta, nel presente schema, da ventotto parametri (sette zone, due tipi di forze, due componenti lungo gli assi). Sarebbe desiderabile ottenere la funzione di risposta di ciascuno di questi, pensato come unico attivo (irrealisticamente) per un tempo determinato. Essendo essi fortemente correlati, la trattazione statistica è poco agevole.

Conviene allora ricorrere alla nota tecnica delle componenti principali ([3]) che per questo caso possiamo cosi descrivere. Una certa situazione meteorologica viene presentata come somma di un certo numero di situazioni tipiche (le componenti principali), definibili numericamente esigendo che siano statisticamente incorrelate. Da questo criterio puramente numerico risultano definite situazioni che rispecchiano talvolta i « tipi di tempo » ben noti per l'Adriatico (tempo di scirocco, tempo di bora), rendendo in questo caso particolarmente accessibile all'intuizione il citato metodo delle componenti principali (vedi figure la e lb).

Si è tacitamente fatto un uso estensivo della indipendenza sopra notata tra marea astronomica e meteorologica, ammettendo parimenti indipendenti le risposte delle varie sollecitazioni meteorologiche. Tutto sembra confermare la correttezza dell'assunzione.

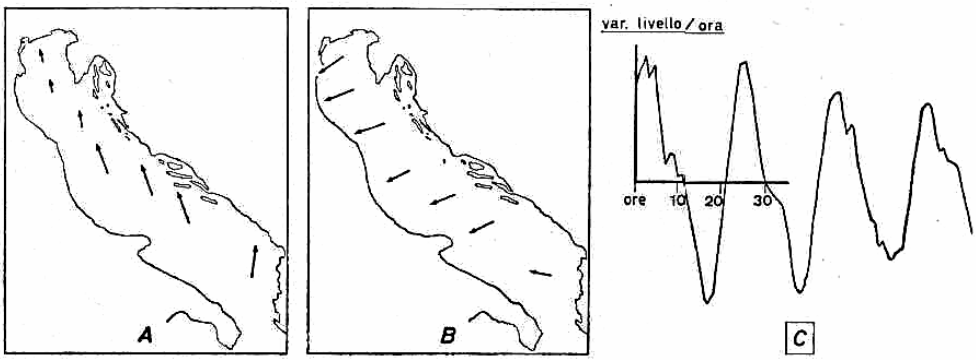

Fig. 1 - A, Direziona e intensità (in unità arbitrarie) del vento nella prima componente principale (tipico tempo di scirocco). - B, Direzione e intensità del vento nella terza componente principale (tipico tempo .di bora). - C, Curva di risposta (derivata) relativa alla prima componente principale (variazione di livello marino) osservata a Venezia, messa in evidenza per via statistica.

([3]) Multivariate statistical methods, MORRISON, McGraw-Hill.

Con una semplice procedura numerica è facile ottenere la risposta relativa a ciascuna componente principale, e dal loro complesso, volendo, la risposta a ciascuno dei ventotto parametri.

Si può vedere in figura le la risposta al tipo più rilevante (come frequenza e intensità della risposta); cioè il tempo di scirocco. Le forze meteorologiche agiscono «a gradino», ovvero si immaginano attivate indi ritenute costanti. Com'era da attendersi, la risposta mostra le caratteristiche «sesse» con cui l'Adriatico continua ad oscillare anche molti giorni dopo l'impulso determinato dal «gradino» meteorologico.

La ricerca sta ora proseguendo per l'acquisizione completa delle curve di risposta e la loro utilizzazione sia per il fine direttamente legato alla previsione che per lo studio dei diversi aspetti dell'azione del vento, come sopra enunciato.

La presente ricerca è condotta presso il Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse del C.N.R. in Venezia, nell'ambito delle ricerche sulla dinamica dell'Adriatico condotte in collaborazione col Centro di Ricerca IBM di Venezia, con l'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia, con il Servizio Meteorologico dell’Aronautica. Nel citato Laboratorio, la collaborazione del cap. Aldighieri e del sig. Ruggeri è .stata particolarmente valida.
Notizie preliminari sul presente lavoro sono state presentate al secondo congresso dell'EGS, Trieste, Settembre 1974.

MYRL C. HENDERSHOTT* - PAOLA MALANOTTE RIZZOLI**

UN MODELLO MATEMATICO DELLA CIRCOLAZIONE TERMOALINA DEL MARE ADRIATICO

Alla luce di dati recenti (Trotti 1970) si riesamina il suggerimento (Zoré-Armanda 1963) che l'evaporazione nella stagione invernale determini le proprietà dell'acqua del bacino Nord-Adriatico.

L'analisi delle mappe di temperatura, salinità, densità sia per l'Autunno '65 che per l'Inverno '66, rende evidente la formazione di acqua molto densa durante l'Inverno nella parte settentrionale a bassa profondità; questa massa d'acqua sembra muoversi, con diluizione moderata, verso Sud lungo la costa Italiana, sotto uno strato di acqua più leggera dovuta all'afflusso fluviale.

Per quanto riguarda la distribuzione verticale delle proprietà, nella parte settentrionale del bacino temperatura, salinità, densità sono considerevolmente omogenee, sia nell'Autunno '65 che nell'Inverno '66, eccetto che in stazioni molto vicine alla costa dell'Italia o dell'Istria. Inoltre, durante l'Inverno '66, l'omogeneità verticale delle suddette proprietà è completa anche nelle sezioni meridionali; con profondità superiori a 200 m, sezioni che mostrano un'ancor notevole stratificazione nell'Autunno '65.

L'aumento della densità della massa d'acqua Nord-Adriatica fra Autunno ed Inverno, suggerisce che l'evaporazione fu molto intensa durante il periodo intercorrente. Volendo riferire in modo quantitativo il comportamento delle grandezze idrografiche a quello del campo meteorologico, sono stati esaminati i dati meteorologici relativi al Mare Adriatico per il suddetto periodo. Si può allora notare l'esistenza di una notevole diversi-

*Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego.
** Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, C.N.R., Venezia, Italia.

tà nella mappa della pressione media mensile a livello del mare per il Gennaio '66 paragonata alle analoghe mappe per il Novembre, Dicembre '65 e Febbraio '66. In queste ultime, il flusso d'aria sull'Adriatico è dominato da aria marittima di origine Atlantica, mentre nel Gennaio '66 il flusso medio proviene dal quadrante Nord-Est. L'aumento dell'evaporazione e del conseguente raffreddamento viene perciò correlato colla massiccia ingressione di aria molto secca e fredda dall'Europa Centrale direttamente sull'Adriatico, fenomeno che ebbe inizio il 5 Gennaio '66 e durata di 15 giorni circa.

Usando le osservazioni meteorologiche, sono stati quindi valutati lo «stress» del vento, la velocità areale di evaporazione E, ed il calore ceduto per conduzione Q_c . Per E e Q_c sono state usate le formule globali di Jacob. Nel calcolare la velocità di evaporazione E, tuttavia, non si può fissare la temperatura superficiale del mare T ad un valore prefissato e costante, poiché l'effetto dei cambiamenti di quest'ultima sulla velocità di evaporazione stessa è notevole. Si deve invece predire la temperatura del mare T, a partire dall'evaporazione passata, per poter stimare l'evoluzione successiva dell'evaporazione stessa. La temperatura superficiale del mare T, la velocità di evaporazione E, e la densità della massa d'acqua p vengono quindi predette simultaneamente nella transizione dall'Autunno all'Inverno.

L'effetto dell'evaporazione e del conseguente raffreddamento è auto-limitante: inizialmente la temperatura del mare è elevata, ed i flussi di evaporazione e raffreddamento notevoli. Questi ultimi diminuiscono man mano che la temperatura del mare si abbassa, cosicché ulteriori ingressioni di aria secca e fredda avrebbero un effetto molto minore dell’ingressione iniziale.

Prendendo come ipotesi fondamentale l'osservata omogeneità verticale delle grandezze idrografiche in Inverno, è stato costruito un modello matematico bidimensionale, in quanto integrato sulla coordinata verticale, per poter studiare l'importanza relativa che l'evaporazione, l'afflusso fluviale e lo scambio coll'Adriatico Sud hanno nel determinare i campi di velocità e densità nella parte settentrionale.

I risultati non sono estremamente sensibili a variazioni realistiche della velocità di scambio colla parte Sud del bacino. L'afflusso fluviale è molto importante nello stabilire gradienti di densità, e quindi notevoli correnti geostrofiche, nella regione sottocostiera.

L'interno del bacino è dominato dagli effetti dei flussi energetici alla superficie di separazione aria-mare (evaporazione-raffreddamento). Tutti

gli esperimenti numerici realizzati col modello evolvono in modo estremamente analogo, e, per tutti, i campi finali di densità e di trasporto hanno una notevole similarità. Inoltre, il campo finale di densità è in rimarchevole accordo con quello desunto dalle mappe costruite coi dati della crociera Inverno '66.

All'inizio del calcolo numerico, l'evaporazione aumenta rapidamente, ed il campo di densità, dopo circa 10 giorni di evoluzione temporale, mostra la forte tendenza delle isopicne a seguire parallelamente le isobate, tranne molto vicino alla costa dove l'afflusso fluviale diminuisce marcatamente la densità. Col proseguire dell'evaporazione, e del conseguente raffreddamento, si ha la formazione di una regione di acqua densa centrata nella parte Nord del bacino, con una «coda» che si estende verso Sud lungo i fondali a bassa profondità antistanti la costa occidentale. Dopo circa 20 giorni, i risultati gradienti di densità hanno prodotto una circolazione antioraria nei 2/3 settentrionali del bacino. Questo flusso non è semplicemente un'estensione a Nord del flusso imposto come condizione al contorno all'estremità meridionale aperta, e che regola lo scambio coll'Adriatico Sud.

Infatti il flusso determinato da questo scambio risulta infine completamente separato e distinto dal flusso a circolazione antioraria dominante nella parte settentrionale. Di conseguenza, l'evoluzione dei campi di densità e di trasporto tende ad essere, nella parte Nord, completamente separato ed indipendente dalle condizioni di scambio coll'Adriatico Sud.

RENZO DAZZI* - MARIO TOMASINO**

MODELLI MATEMATICI PER IL DELTA DEL PO
(IL CUNEO SALINO)

La costruzione di una centrale termoelettrica di grande capacità produttiva (2640 MW iniziali) è prevista nel delta del Po (Porto Tolle). La scelta della località è stata dettata da motivazioni sia economiche che sociali: da un lato per contribuire alla industrializzazione della zona, da sempre economicamente depressa, dall'altro sulla base del fatto che il delta è la zona di convergenza delle acque raccolte da poco meno del 24% del territorio nazionale e pertanto in grado di soddisfare completamente il fabbisogno idrico di un tale impianto.

L'installazione è prevista sul ramo principale del delta (ramo di Pila), a 5 km dal mare, con due opere di presa e due di restituzione sul fiume e in una vicina laguna. Il raffreddamento della centrale prevede il prelievo di una portata variabile da 80 m3/sec fino a 320 m3/sec quando l'impianto sarà completato.

La portata media annua del Po a Pontelagoscuro (l'ultima stazione di osservazione prima delle diramazioni del delta) è di $\approx$1500 m^3/sec; la portata del ramo di Pila, dove sarà situata l'opera di presa sul fiume, si riduce a circa il 50%. La portata naturale di questo ramo è quindi dello stesso ordine di grandezza dei prelievi previsti: di conseguenza la possibilità di una modificazione del regime fluviale causata dall'impianto non è a priori escludibile. Per investigarne e predirne i possibili effetti è stato dapprima realizzato un modello numerico idrodinamico monodimensionale, in grado di simulare il comportamento del delta del Po da

* C.N.R., Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, Venezia.
** ENEL, D.S.R., Centro Ricerca Idraulica e Strutturale, Venezia.

Pontelagoscuro al mare (92 km di lunghezza dell'alveo principale e 160 km di rami laterali). Questo modello ha dato ottimi risultati (1, 2) nella riproduzione di eventi con portate di Pila normali ed eccezionali (fino a 6.000 m^3/sec), ma si è rivelato manchevole per portate inferiori a 500 m^3/sec, particolarmente nei periodi sigiziali (escursione di marea in mare di circa 80 cm).

Le campagne di misura eseguite in questi periodi mostrano la presenza di correnti di ritorno e la formazione di un cuneo salino all'interno del fiume; le correnti d'acqua dolce e salata sono ben distinte e la stratificazione è molto elevata; il cuneo salato penetra al disotto dell'acqua dolce spingendosi all'interno fino ad oltre 10 km dalla foce. Per queste ragioni il modello monostrato fornisce risultati scadenti per basse portate fluviali, essendo le sue ipotesi di lavoro troppo diverse dalla realtà.

Si è così intrapresa la costruzione di un modello matematico (3) in grado di riprodurre le modalità dell'acqua marina nel fiume, al fine di dare risposta ai problemi di mantenimento della qualità dell'acqua coinvolti nella probabile modificazione del comportamento del cuneo salino, i cui effetti e danni si possono brevemente riassumere:

EFFETTI	DANNI
1) Modificazioni ambientali	Distruzione di plancton e pesci
2) Penetrazione di acqua salata negli acquiferi	Danni agricoli e compattazione dei sedimenti
3) Aumento della velocità di sedimentazione	Necessità di dragaggi

L'evidenza della stratificazione ha consentito di trattare il moto fluviale rappresentandolo mediante 2 strati omogenei di densità diverse e considerando impermeabile la superficie di separazione tra acqua dolce e salata. I due strati possono interagire solo trasmettendosi reciprocamente variazioni di quantità di moto (per attrito) ed effetti di pressione idrostatica.

Le equazioni idrodinamiche ricavate sulla base di queste assunzioni sono risolte numericamente con un procedimento alle differenze finite.

Gli aspetti completamente originali del calcolo numerico sono:

1) L'uso di due differenti passi spaziali (1 km per lo strato d'acqua dolce; 200 m per lo strato salato) che permettono, simultaneamente, una buona descrizione delle onde interne (la cui velocità di propagazio-

ne è di gran lunga inferiore a quella delle onde esterne) e l'impiego di passi temporali di integrazione (fino a 100 sec) sufficientemente grandi e quindi più economici.

2) La semplice descrizione del moto della testa del cuneo, ottenuta facendola sempre corrispondere liberamente ad uno dei punti del reticolo spaziale di integrazione.

Il modello che è stato verificato su eventi reali, li ha riprodotti con un'ottima approssimazione e ha posto altresì in rilievo la scarsa importanza del coefficiente d'attrito fra i due strati nel determinare, in condizioni di moto non permanente, la lunghezza di penetrazione del cuneo salino.

(1) DAZZI R. e TOMASINO M. (1973), *Modello matematico per lo studio di un estuario o delta*, L'Energia Elettrica n. 8, p. 477-486.

(2) TOMASINO M. e DAZZI R., *Il modello matematico del Delta del Po*. In stampa su L'Energia Elettrica.

(3) DAZZI R. e TOMASINO M. (1974), *Mathematical model of salinity intrusion in the Delta of the Po river*, Proceedings della 14a International Conference on Coastal Engineering. Copenhagen 24-28/6/74.

LUIGI CAVALIERI*

MISURE DI ONDE DALLA PIATTAFORMA OCEANOGRAFICA «ACQUA ALTA»

La teoria lineare delle onde è ben nota e generalmente accettata come sufficientemente valida per la maggior parte delle pratiche applicazioni. Ciononostante, quando si eseguono in mare precise misure delle velocità orbitali e delle fluttuazioni di pressione a diverse profondità, i risultati suggeriscono la presenza di sensibili differenze dalla teoria lineare. Tali differenze si manifestano per lo più nel senso di un'attenuazione con la profondità maggiore di quella teorica.

Oltre che da un punto di vista teorico le differenze, dell'ordine di alcuni percento, sono di pratico interesse quando ci si trovi a lavorare in condizioni estreme. La ragione è che alcuni effetti, quali per esempio le forze esercitate dalle onde su un pilone, dipendono dal quadrato a da una potenza maggiore della velocità delle particelle d'acqua.

Ciò giustifica l'attuale interesse per il problema e l'ampio sforzo sperimentale in mare aperto. Un dubbio di validità nasce quando, osservando i risultati da differenti esperimenti, si trova che le differenze fra di esse sono dello stesso ordine di grandezza della correzione che . ci si potrebbe aspettare di apportare alla teoria lineare. DRAPER (1) e TSYPLUKHIN (2) hanno trovato un'attuazione circa il 16% maggiore di quella teorica, mentre MUNK 1963 (3) ha riferito di un ottimo accordo fra teoria ed esperimenti. KAWANABE e TAGUCHI (4), usando tre traduttori di pressione a differenti profondità, hanno trovato che i risultati, riportati alla superficie mediante la teoria lineare, differivano almeno del ,10%. ESTEVA e HARRIS (5) riferiscono di un miglior accordo con la teoria lineare, ma

*Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, C.N.R., Venezia.

hanno verificato sperimentalmente una nuova difficoltà prevista teoricamente da BATTJES (6)e da MEI e CHU (7): fra oscillazioni di pressione e superficie si manifesta una differenza di pressione che aumenta lentamente con la profondità e più sensibilmente con la frequenza.

La distribuzione dei risultati sperimentali suggerisce che l'attenuazione non dipende solo dalla frequenza e dalla profondità, ma in realtà altri fattori devono essere presi in considerazione.

Oltre al fenomeno fisico in sé, due fatti devono essere considerati. Primo, le tecniche di analisi usate per i dati sperimentali sono un fattore cruciale per il richiesto ordine di approssimazione. Queste tecniche sono state largamente migliorate negli ultimi anni. Secondo, l'apparato strumentale deve essere scelto accuratamente per evitare ogni influenza sul fenomeno che si vuoi misurare.

La disponibilità da parte del «Laboratorio per lo studio della dinamica delle grandi masse» del C.N.R., Venezia, di una piattaforma oceanografica >8 miglia al largo della costa di fronte a Venezia, ha fornito la possibilità di eseguire una serie di misure con un notevole miglioramento in paragone ai precedenti esperimenti. La piattaforma, su una profondità di 16 m, è fornita di energia e permette a 4 persone di vivere a bordo per periodi sufficientemente lunghi. Sostenuta da 4 gambe metalliche, la struttura comporta un rumore molto limitato sui dati sperimentali. Sostenuti da un solido supporto e sotto continua sorveglianza, gli strumenti operano soddisfacentemente anche in estreme condizioni di mare.

Durante le due passate stagioni è stata ottenuta una notevole mole di dati. I parametri misurati comprendono l'altezza d'onda in superficie, le oscillazioni di pressione e il campo di velocità orizzontale ad una profondità scelta, variabile con continuità. Oltre ai diversi spettri, questi parametri permettono la valutazione dell'effettiva attenuazione con la profondità della pressione e della velocità. Permettono altresì la determinazione dello spettro direzionale del moto ondoso, ovverosia la distribuzione sui 360° di provenienza dell'energia presente ad ogni frequenza dello spettro.

Sperimentalmente non ci si ritiene ancora in grado di dare risultati definitivi. Si ritiene tuttavia di poter affermare quanto segue: 1) fin .tanto che le onde non raggiungono condizioni estreme, per quanto riguarda la pressione la teoria lineare è applicabile con errori inferiori al 10%; 2) effetti di non linearità si manifestano anche con un mare modesto (forza 3-4); 3) il campo orizzontale di velocità presenta differenze dalla teoria lineare assai più sensibili; 4) si manifesta l'effetto di sfasamento

fra oscillazioni di pressione e di superficie. Tali punti verranno approfonditi nel corso dei prossimi esperimenti.

REFERENCES

[1] DRAPER L. - *Attenuation of sea waves with depth*, La houille Blanche, 12, 926-931, 1957.
[2] TSYPLUKHIN V. F. - The result of instrument study of wave attenuation with depth, 833-839, Oceanology, 5, 1963.
[3] MUNK W. H. et al. - 1963, Phil. trans. R. Soc-, A, 255, 505-584.
[4] KAWANABE Y., K. TAGUCHI - On simultaneous observations of waves with three pressure type wave recorders suspended from a single buoy, Kobe marine observatory, 1968.
[5] BATTJES J.A. - Refraction of water waves, Journal of the Waterways and Harbors Div., Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 94, 1968, pp. 437-450, n. WW4.
[6] MEI C.C., V. CHU - Slowly varying Stokes waves, Journal of Fluid Mechanics (1970).
[7] ESTEVA D., D.L. HARRIS - Comparison of pressure and staff wave gage records, Proceedings of the 12th Coastal Engineering conference, September 1970, Washington, D.C.

INTERVENTI E RISPOSTE

A. DE MAIO. - Trovo di particolare interesse l'accoppiare la misura dell'onda con il correntometro per individuare la direzione del moto ondoso che è una delle misure attualmente più .difficili da effettuare.

CAVALIERI. - Queste misure presuppongono una .strumentazione particolare quale un correntometro elettromagnetico, peraltro ora in commercio.

RAIMONDO SELLI, PAOLO COLANTONI,
AUGUSTO FABBRI, SERGIO ROSSI,
A. MARIA BORSETTI, PAOLO GALLIGNANI*

APPUNTI DI GEOLOGIA MARINA DELLO STRETTO DI MESSINA

Durante la Crociera JOTI 72 sono stati raccolti numerosi dati sulla geologia di una vasta area comprendente lo Stretto di Messina, parte del Tirreno meridionale e parte dello Ionio settentrionale. Tale area si estende tra 38°40'-37°30' Lat. N e tra 15°15'-16°15' Long, E. L'esecuzione di una batimetria di grande dettaglio ha permesso di riconoscere cinque unità fisiografiche principali, che da N a S sono:

a) *Mar Tirreno meridionale*. Comprende la parte orientale del Bacino di Gioia. Vi predominano fondali morfologicamente regolari con pendenze intorno a 1°, incisi da alcuni canyons, di cui almeno due sono attivi (C. di Mesima e di Gioia).

b) *Valle di Scilla*. Rappresenta l'accesso N allo Stretto. Dalla soglia di quest'ultimo essa scende con direzione WSW-ENE fino ad un piccolo bacino davanti a Palmi (profondità 400 m circa). Sotto i 200 in di profondità ha un fondo ampio e sub-pianeggiante; sopra i 200 m e fino alla soglia è invece morfologicamente molto irregolare ed accidentata.

c) *Soglia dello Stretto di Messina*. È una fascia di bassi fondali (profondità media 100 m circa) morfologicamente molto tormentati con numerose piccole depressioni e rilievi.

d) *Valle di Messina*. Rappresenta l'accesso S allo Stretto. Dalla soglia ai 200 m di profondità il fondale è molto ripido ed accidentato; a maggiore profondità il fondo della valle è ampio e declina dolcemente verso S fino ai 400 m. I fianchi sono incisi da brevi canyons soprattutto dal lato calabro.

* Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R., Bologna.

e) *Mar Ionio settentrionale*. Comprende dei fondali che dalla Valle di Messina e dalle coste calabra e siciliana scendono con inclinazioni sempre accentuate fino alla piana batiale ionica. Questa unità è attraversata per tutta la sua lunghezza dal corso sinuoso del grande Canyon di Messina, che si individua al limite meridionale della Valle omonima. In esso confluiscono numerosissimi canyons minori, per la maggior parte attivi, che scendono lungo le scarpate calabra e siciliana. Le nostre ricerche dimostrano che il «Messina cone», supposto nella zona da alcuni AA, non esiste.

Sulla base delle caratteristiche desunte dalle registrazioni ecografiche di alta (EDO 12 kHz) e bassa (EDO 3,5 kHz) frequenza, di campionature e di fotografie del fondo sono stati individuati 15 tipi diversi di fondali, che possono essere riuniti in 4 gruppi principali. Essi sono:

a) *Fondali sordi irregolari*. Sono sempre accidentati e di natura rocciosa. Le accidentalità variano in altezza da 30 m («pinnacoli») a meno di 2 m. Sono costituiti da arenarie, paraconglomerati e concrezioni biogene. Occupano quasi completamente la soglia e gli accessi morfologicamente più elevati allo Stretto e sono soggetti ad erosione da parte delle forti correnti.

b) *Fondali sordi o semisordi ad iperboli*. Sono anch'essi accidentati, ma si distinguono dai precedenti per accidentalità con ampiezza maggiore dell'altezza e possono essere definiti « fondali ondulati ». Sono costituiti da sedimenti di diversi tipi: argille e sabbie fini (Valle di Messina e Mar Ionio settentrionale) e sabbie medie e grossolane che formano onde di sabbia di varie dimensioni (1= 75-210 m, h 2-9 m) ampiamente distribuite in tutta l'area dello Stretto (Valle di Scilla, soglia, Valle di Messina). Si tratta di fondali con sedimenti in movimento, la cui dinamica è controllata dalle correnti di fondo. Localmente è possibile individuare sulle registrazioni a 3,5 kHz il substrato sul quale si muovono le onde di sabbia.

c) *Fondali sordi o semisordi lisci*. Sono privi di ogni asperità e sono costituiti da roccia, ghiaia o tutt'al più da sabbia grossolana. Si estendono immediatamente a N ed a S della soglia. Nella maggior parte dei casi si tratta di fondali con erosione antica o ancora in atto particolarmente evidente dove le riflessioni nel sottofondo sono troncate obliquamente dalla superficie corrispondente al fondo marino attuale. I processi di erosione e di rimozione dei materiali fini dai depositi ghiaiosi debbono essere avvenuti soprattutto nel passato (Pleistocene sup. ed Olocene), quando il livello marino era più basso di quello attuale e le correnti dello

Stretto dovevano essere molto più intense di oggi. Anche la bimodalità dei sedimenti dimostra l'esistenza di due distinti processi di sedimentazione.

d) *Fondali con riflessioni nel sottofondo*. Le riflessioni sono continue, parallele o subparallele e caratterizzano tutta la fascia di penetrazione nel sottofondo (circa 50 m) dell'ecografo a 3,5 kHz. I fondali sono lisci o a grandi ondulazioni (le maggiori sono alte 70 m ed ampie 2.600 m) e sono costituiti da fango. Si estendono con grande continuità nel Bacino di Gioia e nello Ionio settentrionale. Essi sono caratterizzati da un'attiva sedimentazione di tipo turbiditico e di tipo normale in assenza di forti correnti di fondo.

In sintesi, nello Stretto di Messina la natura dei fondali varia gradualmente e simmetricamente rispetto alla soglia. Cioè su di essa e sulle testate delle Valli di Scilla e di Messina c'è roccia; seguono ghiaia, sabbia grossolana, media e fine e da ultimo fango (loam e silt argilloso). Questa distribuzione è strettamente legata alla velocità delle correnti antiche ed attuali ed all'assetto fisiografico dello Stretto, da cui evidentemente dipendono le correnti e la loro velocità. Infatti, come dimostrano le misure dirette e quelle calcolate dalle caratteristiche granulometriche dei sedimenti, le correnti di fondo raggiungono la velocità massima (4,8-5,3 nodi) sulla soglia e soprattutto nei tratti meno profondi di essa e rallentano rapidamente fino a velocità di 1 nodo sia verso N che verso S. La direzione generale di tali correnti è parallela all'asse dello Stretto, pur presentando numerose variazioni locali legate alla morfologia tormentata dei fondali ed all'andamento delle linee di costa; il senso come è noto si inverte quattro volte al giorno.

L'unità fisiografica del Mar Ionio settentrionale, solcata da numerosi canyons attivi, è caratterizzata da un'intensa sedimentazione a componente prevalentemente turbiditica, come dimostrano le carote prelevate. Le turbiditi variano in spessore da alcuni centimetri ad oltre 200 cm e sono particolarmente frequenti e sottili nelle carote provenienti dall'argine sinistro (parte calabra) del Canyon di Messina. Qui la loro frequenza, calcolata sulla base di considerazioni sedimentologiche, è di un evento ogni 100 anni; sulla base invece delle indagini micropaleontologiche è di un evento ogni 60 anni. Tali ordini di frequenza sono analoghi a quelli ottenuti dallo studio statistico dei movimenti sismici nell'area in esame, dove, con buona approssimazione, si può supporre che solo i terremoti :on I>IX possano provocare correnti torbide. Eventi del genere sembrano verificasi una volta ogni 100 anni.

INTERVENTI E RISPOSTE

L. CAVALERI. - Desidererei sapere le dimensioni delle onde di sabbia rilevate sul fondo con l'eco-sounder.

R. SELLI. - La loro lunghezza d'onda varia da 75 a 210 metri e la loro altezza da 2 a 9. A queste onde sono sovrapposti dei «ripples» la cui lunghezza d'onda è dell'ordine dei 10 cm.

PAOLO COLANTONI*

MORFOLOGIA E SEDIMENTAZIONE RECENTE NEL CANALE DI SICILIA

II Canale di Sicilia, cioè il tratto di mare compreso tra la costa meridionale della Sicilia e le coste africane della Tunisia e della Libia, è caratterizzato nel complesso da fondali a modesta profondità che costituiscono una divisione tra i bacini occidentale ed orientale del Mediterraneo.

Da un punto di vista morfologico questo tratto di mare appartiene interamente allo zoccolo continentale. In esso è possibile riconoscere estese zone di piattaforma continentale (siciliana e africana) divise tra loro da una scarpata continentale che presenta profondi bacini chiusi, monti sottomarini e banchi poco profondi. L'ampia zona centrale, nella quale sono presenti bacini profondi fino a 1.600-1.700 m, è in comunicazione con i mari adiacenti attraverso due soglie profonde rispettivamente solo 410-500 m (verso il Tirreno) e 510-600 m (verso lo Ionio). Queste soglie condizionano gli scambi idrici tra i due bacini del Mediterraneo. Attraverso il Canale di Sicilia fluisce infatti in superficie verso il Mar Ionio l'acqua di origine atlantica penetrata da Gibilterra e sotto di questa scorre, verso occidente, l'acqua calda e salata che si origina nel bacino orientale.

Il Canale di Sicilia presenta quindi estese zone a *bassa profondità* e *bacini chiusi* ed è percorsa da *forti correnti*. Il quadro della sedimentazione attuale al largo pertanto è notevolmente complesso.

Una importanza particolare hanno i numerosi banchi poco profondi presenti sulla piattaforma e fuori da essa. I banchi sono infatti soprattutto le zone di produzione e di accumulo di importanti formazioni bio-detri-

*Laboratorio per la Geologia Marina del C.N.R., Bologna.

tiche. Su di essi sono diffuse le aree generatrici di sedimenti biogeni fra cui: 1) LE PRATERIE SOTTOMARINE ed in particolare le distese di *Posidonia* che si sviluppano a debole profondità (1-40 m circa) ed intrappolano fra i rizomi un sedimento grossolano bio-detritico che deriva dai popolamenti autoctoni e parautoctoni delle piante (si tratta generalmente di frammenti di Molluschi, Foraminiferi, Ostracodi, Briozoi, Echinodermi, Alghe, ecc.); 2) FONDI CORALLIGENI che formano dei calcari cavernosi e porosi che rivestono gli affioramenti rocciosi oppure induriscono dei fondi mobili con incrostazioni fino a profondità talora di 100 m. Gli organismi responsabili di queste costruzioni e cementazioni sono principalmente le alghe calcaree (*Pseudolithophyllum*, *Lithothamnion*, *Neogoniolithon* e *Mesophyllum*), cui si associano Briozoi, Policheti, Celenterati e Spugne. Nei vacui di questi calcari poi frequentemente si accumulano degli elementi alloctoni come gusci di Molluschi, Foraminiferi e frammenti rimaneggianti (extraclasti). Altri depositi derivano invece dall'erosione

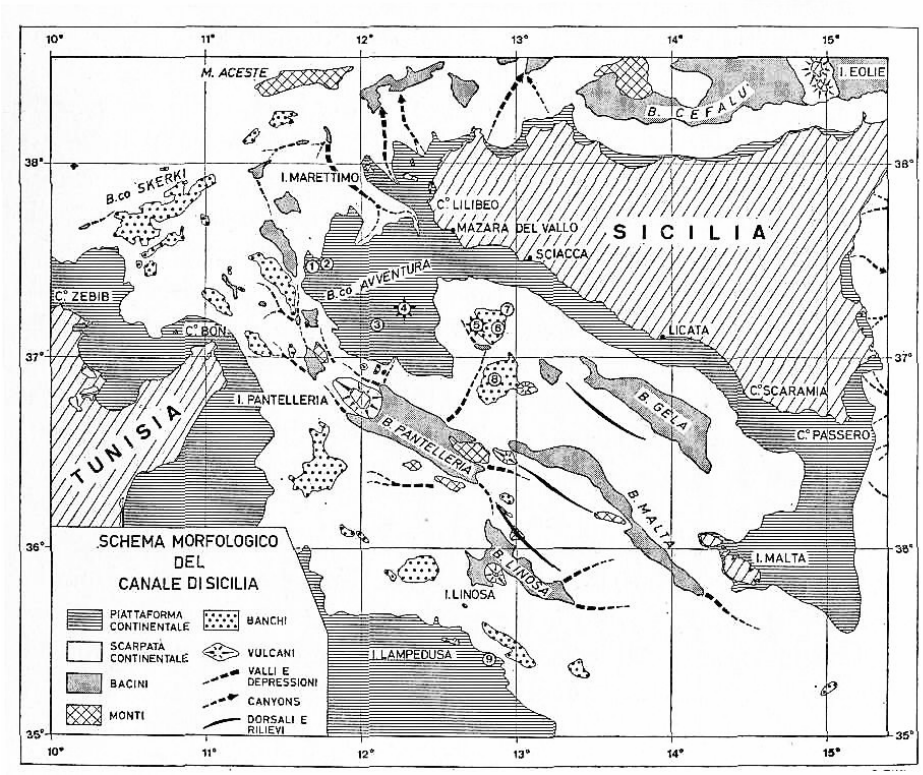

Fig. 1 - Schema morfologico del Canale di Sicilia.

del materiale così generato cui si associano elementi detritici di provenienza litorale. Sui banchi del Canale di Sicilia è ampiamente rappresentata una facies riconducibile ad una biocenosi dei fondali detritici costieri e derivante dall'erosione di coralligeno. Essa è costituita da noduli e concrezioni algali - dovute soprattutto a *Neogoniolithon*, *Lithophyllum* e *Lithothamnion* che formano degli ammassi rotondeggianti ma molto irregolari delle dimensioni di diversi cm. Queste concrezioni sono note con il nome di «*algal balls*» e più spesso come «*pralines*» e sono caratteristiche dei fondali percorsi da forti correnti.

Il quadro della sedimentazione sui banchi è anche complicato dalla presenza di molto materiale detritico antico riconducibile ad erosioni e depositi legati al glacioeustatismo. Quasi tutti i banchi del Canale di Sicilia emersero infatti durante la regressione wűrmiana e sono pertanto diffusi depositi litorali e tanatocenosi diverse.

Nelle scarpate, sui fianchi dei monti e dei bacini sono diffusi invece PRECIPITATI CARBONATICI, Si presentano sotto forma di calcilutiti compatte, grigio-giallastre con frequenti vacui e inglobanti spesso resti organogeni fra cui più frequenti sono Foraminiferi, Coralli, Molluschi e Serpulidi. Questi sedimenti carbonatici sono a loro volta ricoperti da una patina nerastra di ossidi di Fe e Mn e formano crostoni spessi fino a 20-30 cm e più. Sono stati raccolti a profondità comprese tra 283 m e 1.336 m in generale su tutti i fondali rocciosi privi di sedimentazione detritica attuale.

La sedimentazione detritica al largo è rappresentata infine principalmente da FANGHI ARGILLOSI OCRACEI. Si tratta di un sedimento siltoso-argilloso soffice di colore giallo ocraceo o bruno che occupa il fondo dei bacini. Il contenuto biogeno è rappresentato esclusivamente da resti di organismi planctonici fra cui più abbondanti sono Foraminiferi, Nannoplancton e Pteropodi che rispecchiano la composizione del plancton attuale. Non sembrano presenti sul fondo dei bacini i Foraminiferi bentonici mentre sono stati trovati in abbondanza in profondità nel sedimento campionato con le carote. Questo potrebbe forse indicare un certo deficit di ossigeno dovuto agli scarsi ricambi idrici delle acque di fondo, ricambio che deve invece essere stato più attivo nel passato.

In conclusione, nel Canale di Sicilia sono presenti i tre tipi fondamentali di sedimentazione: *biogena*, sui banchi e sulla piattaforma; chimica, sulle pendici esposte alle correnti e *detritica fine*, sul fondo dei bacini. Uno studio approfondito richiede l'apporto di specialisti diversi e quindi questo problema, anche visto dal punto di vista geologico, è un esempio dell'interdisciplinarietà e collaborazione necessarie nello studio dei mari.

INTERVENTI E RISPOSTE

A. DE MAIO. - Vorrei sapere qualche cosa sull'inversione della circolazione idrica nel Canale di Sicilia e quanto si sa di nuovo dopo il lavoro di Wust. Annuncio inoltre la prossima pubblicazione dei risultati delle campagne Dectra nel Canale di Sicilia.

P. COLANTONI. - L'inversione della circolazione idrica di cui ho parlato è una vecchia ipotesi formulata da diversi AA. per spiegare la distribuzione di alcune faune quaternarie. Essa si sarebbe verificata in corrispondenza dell'abbassamento eustatico legato alle glaciazioni ed è stata da me ricordata per spiegare Io scarso ricambio idrico attuale all'interno dei bacini più profondi, ricambio che doveva invece essere più attivo durante l'ultimo glaciale e post-glaciale, come dimostrano i Foraminiferi bentonici. Lo schema di Wűst è comunque tutt'ora validissimo.

Attendo infine la pubblicazione dei vostri dati.

PAOLO GATTO* - PAOLO PREVIATELLO**

SIGNIFICATO STRATIGRAFICO, COMPORTAMENTO MECCANICO E DISTRIBUZIONE NELLA LAGUNA DI VENEZIA DI UNA ARGILLA SOVRACONSOLIDATA NOTA COME «CARANTO»

In base ai numerosi sondaggi geognostici eseguiti nell'area veneziana sono stati ricostruiti lo sviluppo, l'assetto e il significato stratigrafico dell'orizzonte di argilla sovra-consolidata nota come «caranto». Poiché questo rappresenta un paleosuolo posto alla sommità della serie pleistocenica, esso costituisce, anche se discontinuo, un livello guida ben caratteristico che definisce la transizione ai soprastanti sedimenti olocenici.

La possibilità di considerare in un'area relativamente vasta la variazione delle serie tardopleistocenico-oloceniche ha consentito di ricostruire a grandi linee le vicende paleogeografiche che hanno interessato il territorio negli ultimi 6.000 anni circa; le ipotesi verificate anche da documentazioni geofisiche e dai risultati di una analisi statistica del comportamento meccanico di questo sedimento, sono confermate dalle analogie paleogeografiche riconosciute nel Ravennate.

Gli Autori ipotizzano che nel territorio esaminato si siano succeduti due ambienti lagunari separati da un ciclo palustre continentale: uno antico del primo Olocene, ridotto arealmente, e quello attuale più esteso. Entrambi sarebbero stati sensibilmente condizionati nel loro sviluppo dalla morfologia preesistente.

Inoltre dall'assetto batimetrico del caranto è stato possibile trarre alcune considerazioni sullo sviluppo della subsidenza in epoca olocenica. Il fenomeno sembrerebbe essere legato anche all'avvento delle acque saline ingressive e al conseguente collasso di sedimenti pleistocenici più fini che ne venivano a contatto.

*«Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse» del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Venezia, Reparto Geologico.

**Istituto di Costruzioni Marittime e Geotecnica dell'Università di Padova.

INTERVENTI E RISPOSTE

L. TOMADIN. - Esistono analisi petrografiche e sedimentologiche su questo sedimento?

P. GATTO. - Esistono le analisi chimiche di Bonatti, le prove geotecniche di Matteotti, le analisi termodifferenziali di Matteotti e diffrattometriche di Bonatti che qualificano il Caranto una illite di origine continentale.

LUCIANO TOMADIN*

ORIGINE E DISPERSIONE DEI MINERALI ARGILLOSI NEL MARE TIRRENO

Nei sedimenti superficiali del Mare Tirreno sono state distinte cinque zone caratterizzate da particolari associazioni di minerali argillosi.

Un elevato contenuto di illite e di clorite ad alta cristallinità è tipico della «zona sarda» lungo la scarpata orientale della Sardegna e della «zona calabrese» sulla scarpata continentale prospiciente le coste calabresi. La «zona siciliana» si estende a nord della Sicilia e comprende la provincia vulcanica delle Eolie, mentre la «zona napoletana» interessa i sedimenti circostanti le isole vulcaniche del Golfo di Napoli. In entrambe queste zone è caratteristica la presenza di abbondante smectite. La «zona centro-tirrenica» comprende i sedimenti della piana batiale con un alto contenuto di caolinite.

Le mappe di distribuzione dei principali minerali argillosi forniscono elementi utili per indagare sulla loro provenienza ed origine. La stretta relazione esistente tra distribuzione areale dei minerali argillosi e morfologia del bacino tirrenico consentono di studiare la dispersione dei materiali pelitici. Dati mineralogici e sedimentologia, indicano chiaramente che illite e clorite sono in prevalenza detritiche. Le principali aree di provenienza di questi minerali sono ad Ovest le rocce cristalline della Sardegna e della Corsica e ad Est le rocce cristallino-metamorfiche della Calabria e della Sicilia orientale.

La caolinite tirrenica è dovuta solo in parte ad apporti fluviali; la fonte principale è costituita dalle aree di deflazione Nord-Africane (dove la caolinite prevale sugli altri minerali argillosi), dalle quali viene convo-

*Laboratorio di Geologia Marina del C.N.R., Bologna.

gliata dai venti meridionali entro il bacino tirrenico. Le elevate percentuali di smectite riscontrate nelle due classiche province vulcaniche tirreniche confermano indirettamente la formazione di smectite autigena per almirolisi di prodotti ialoclastitici.

Le correnti superficiali ed intermedie del bacino tirrenico hanno una circolazione di tipo ciclonico che potrebbe spiegare la tendenza della smectite a concentrarsi nella parte centrale della piana batiale. Le dimensioni assai ridotte delle particelle di smectite favorirebbero una dispersione dovuta soprattutto al movimento dell'acqua di superficie ed intermedia. La distribuzione della caolinite nella piana batiale indica anch'essa una probabile ripresa dei materiali eolici ad opera delle correnti marine. Al contrario la dispersione dell'illite e della clorite nei sedimenti sembra legata principalmente ad un trasporto sul fondo ad opera di correnti torbide.

INTERVENTI E RISPOSTE

N. DELLA CROCE. - La circolazione del Mar Tirreno è molto complessa e penso abbia uno scarso potere di trasporto di sedimenti.

L. TOMADIN. - La circolazione che ho indicato è praticamente costante nel corso dell'anno e, anche se la sua capacità di trasporto è certamente modesta, dobbiamo tener conto delle piccole dimensioni delle particelle di cui parliamo.

G. MAGAZZÙ. - II circuito antiorario che lei ha indicato è abbastanza instabile e spesso talora si inverte. Quali sono comunque le dimensioni dei granuli di cui si parla?

L. TOMADIN. - La circolazione superficiale e intermedia interessa sempre un volume d'acqua notevole. Il range di dimensioni della caolinite va da 0,3 a 4 μ e quello della montmorillonite da 0,02 a 0,2 μ.

BRUNO SCHREIBER*

DATAZIONE ASSOLUTA DI STRATIFICAZIONI RECENTI DEL SEDIMENTO MARINO PER MEZZO DEI RADIOISOTOPI DEL FALLOUT

Con l'avvento dell'«era atomica» sono stati immessi nella biosfera alcuni elementi radioattivi prima non esistenti che hanno compenetrato tutti i cicli biogeochimici. La relativa facilità con cui possono essere identificati ha permesso di affrontare e risolvere una quantità di problemi che i tradizionali metodi di indagine andavano faticosamente chiarendo. Vorrei illustrare brevemente in questa nota come da ricerche sulla distribuzione verticale della radioattività artificiale in sedimenti marini costieri sia emersa la possibilità di una datazione assoluta dei vari strati e, di conseguenza, della valutazione della velocità di deposizione annuale.

Se si rappresenta la distribuzione verticale. della radioattività dei sedimenti riportando in ascissa il valore dell'attività e in ordinata la profondità dello strato, si ottengono «curve stratigrafiche» che possono essere confrontate con l'andamento del fallout nella zona interessata oppure, in caso di contaminazione dovuta a centrali nucleari, con quello degli scarichi controllati dall'impianto.

È possibile in tal modo individuare tre metodi per la valutazione della velocità di sedimentazione : 1) nei periodi in cui l'apporto del fallout si può considerare relativamente costante, il decremento con la profondità nella colonna di sedimento dell'attività artificiale può essere comparato alla curva di decadimento teorico della quantità assoluta di un determinato radionuclide presente nel primo strato; 2) quando invece il fallout varia sensibilmente nell'arco di brevi periodi, si può ricorrere all'evoluzione della curva stratigrafica confrontando l'andamento dell'attivi-

*Istituto di Zoologia dell'Università di Parma.

tà di campioni prelevati in tempi successivi; 3) più in generale, prendendo in considerazione ampi periodi di tempo, si può utilizzare la comparazione dei picchi della curva stratigrafica e della corrispondente curva del fallout radioattivo.

Analizziamo brevemente i risultati dell'applicazione di tali metodi a campioni di sedimento prelevati nel Mar Ligure-Tirreno:

1) Le analisi radiochimiche dei primi strati di sedimento hanno messo in evidenza che il ^{144}Ce è il maggior responsabile dell'attività beta totale. Supponendo che l'apporto del fallout sia costante in anni successivi, si può costruire la curva di decadimento della quantità di ^{144}Ce presente nel 1° strato e confrontarla con il decremento in profondità dell'attività beta totale del sedimento. È così possibile determinare che, mentre la curva teorica di decadimento tende a zero dopo sette vite medie circa, il contenuto di ^{144}Ce non più apprezzabile con la semplice misura dell'attività beta totale (zero sperimentale) viene raggiunto dopo un periodo di quattro vite medie, cioè in circa 3 anni. Poiché tale zero sperimentale è risultato chiaramente visibile in tutte le curve stratigrafi-che dello stesso periodo a una profondità di 3-4 cm sotto la superficie del sedimento, è stata valutata una velocità di deposizione di circa 1 cm/anno.

2) L'osservazione delle curve stratigrafiche di campioni prelevati in tempi successivi ha permesso di stabilire che il massimo di .attività artificiale presumibilmente attribuibile al picco di fallout del 1963, è spostato a una certa profondità nei campioni di sedimento del 1965. Dall'ampiezza di tale massimo e dal suo approfondamento nella colonna di sedimento è stato possibile stabilire che in 2 anni è avvenuta la deposizione di uno spessore di 2 cm.

3) II metodo della comparazione dei picchi assomma in sé tutti i fenomeni comprensivi della variabilità del fallout e della deposizione successiva di strati e fornisce una visione generale di ciò che è accaduto in un più ampio periodo di tempo. Per confrontare le due curve, quella stratigrafica dei valori dell'attività del sedimento e quella del fallout della zona considerata fin ordinata i tempi), abbiamo scelto come origine il primo strato di sedimento e il corrispondente anno di prelievo rispettivamente. Variando opportunamente le scale dei tempi e delle profondità, è possibile far coincidere i picchi più significativi delle 2 curve; ad un determinato periodo di tempo nella curva del fallout corrisponderà cosi un determinato spessore di sedimento nella curva stratigrafica. È stato possibile in tal modo stabilire una corrispondenza fra tempi e spessori che ha confermato 1 cm/anno come valore della velocità di deposizione.

La nostra interpretazione della distribuzione verticale della radioattività artificiale nei sedimenti marini come conseguenza della sedimentazione «coeva» di particelle di argilla e radionuclidi da fallout trova conferma in numerose altre osservazioni. Queste riguardano la valutazione del Cesio scaricato dalle centrali francesi nel Rodano e il suo reperimento nei sedimenti del Delta, che confermano i valori assoluti da noi riscontrati. Inoltre nei bacini di sedimentazione degli effluenti dal Centro Nucleare di Oak Ridge si è riscontrato un sincronismo fra i rilasci datati di alcuni nuclidi con i picchi di radioattività reperibili nei carotaggi.

LUIGI CAROBENE* - ANTONIO BRAMBATI*

CRITERI PER LO STUDIO MORFOLOGICO QUANTITATIVO DELLE SPIAGGE

Le indagini sulla dinamica di una spiaggia, possono essere effettuate solo attraverso la quantificazione dei processi che si vogliono definire. Detti processi risultano dalla interazione di più fattori. La morfologia di una spiaggia (intesa convenzionalmente come espressione di reazioni alle sollecitazioni dell'ambiente: situazione mareografica, meteorologica, granulometria del sedimento disponibile, morfologia dei fondali al largo, ecc.) rappresenta uno degli aspetti preminenti nell'analisi delle interazioni dei fattori che concorrono al regime delle spiagge. Se da un lato oggigiorno si dispone di parametri ben definiti per quantificare alcuni fattori (parametri e coefficienti granulometrici; direzione, altezza, lunghezza dell'onda; direzione e forza del vento, ecc.), dall'altro manchiamo di parametri caratterizzanti gli aspetti morfologici di una spiaggia, se non a livello qualitativo. Tenuto presente inoltre, che sotto un profilo morfologico, la spiaggia è una entità instabile, suscettibile cioè di continue modificazioni, si rende -quanto mai necessario definire i parametri morfologici che la caratterizzano per poter seguire la sua evoluzione nel tempo al variare di altri parametri. Della spiaggia emersa e sottomarina sono note le definizioni delle varie entità morfologiche: dune, berme, battigie, barre, ecc. Di esse vengono proposti i parametri caratterizzanti (Fig. 1).

I parametri sopraelencati, oltre a quantificare le varie entità morfologiche di una spiaggia, sono suscettibili di elaborazioni statistiche (distribuzioni di frequenza, correlazioni, ecc.) capaci di caratterizzare la morfologia di una spiaggia, quindi di correlazioni con altri parametri quali ad es.

*Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università degli Studi di Trieste.

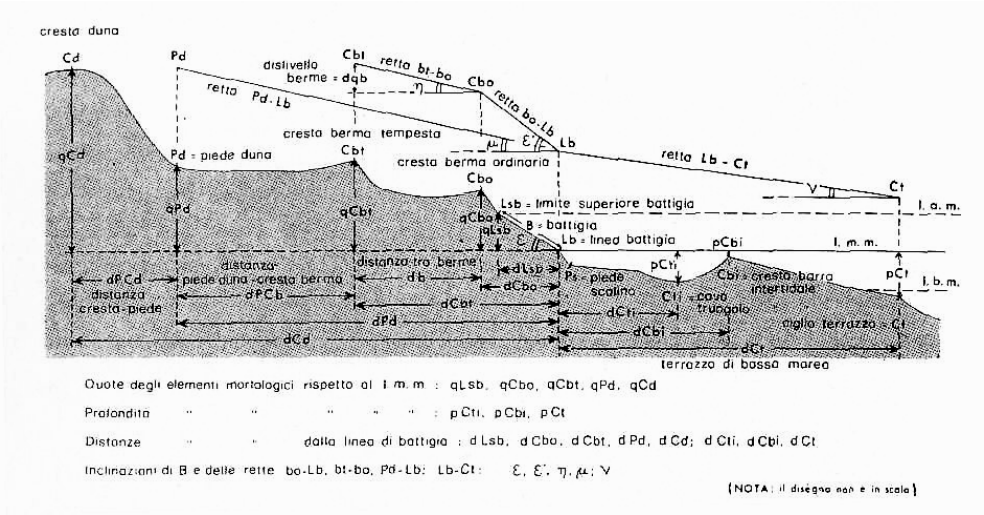

Fig. 1- Schema per lo studio della morfologia della spiaggia emersa e intertidale.

SPIAGGIA EMERSA (Fig. 1)

A) *Distanze*
1) dalla linea di battigia e *quote* rispetto al l.m.m.:
— del limite superiore della battigia
— della cresta delle berme ordinarie e di tempesta
— della cresta e del piede della duna
2) dal piede della duna:
— della cresta della duna
— della cresta della berma di tempesta
3) tra le creste delle berme

B) *Pendenze*
— della battigia
— della retta: cresta della berma ordinaria - linea di battigia
— della retta: cresta della berma idi tempesta - cresta della berma ordinaria
— della retta: linea di battigia - piede della duna

quelli che caratterizzano il moto ondoso (lunghezza e altezza delle onde, periodo, direzione, ecc.).

Partendo ora dal presupposto che i caratteri morfologici di una spiaggia siano l'espressione di reazioni alle sollecitazioni dell'ambiente, ne deriva che attraverso l'analisi morfologica quantitativa, si può risalire ai caratteri dinamici dell'ambiente (caratteristiche del moto ondoso, correnti di riva, ecc.) una volta che gli stessi siano stati quantificati e definiti attraverso i parametri convenzionali. Di conseguenza si potrà risalire alle

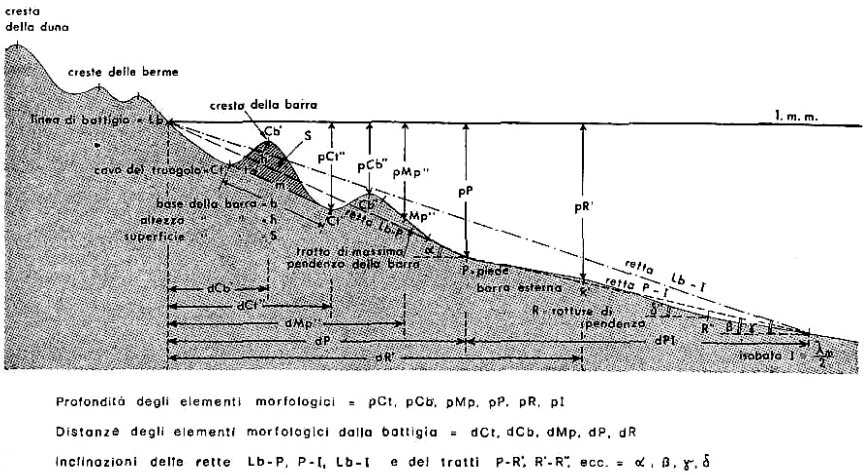

Fig. 2 - Schema per lo studio della morfologia della spiaggia sottomarina.

SPIAGGIA SOTTOMARINA (Fig. 2)

A) *Distanze*

1) dalla linea di battigia e profondità rispetto al l.m.m.:

— del cavo dei truogoli

— della cresta delle barre

— del punto intermedio del tratto di massima .pendenza dei fianchi delle barre

— del piede della barra più esterna

— delle rotture di pendenza del fondale

— del punto corrispondente alla profondità in cui mediamente inizia l'azione del modo ondoso: $^1/_2\lambda m$ (- 8 m nella fig. 2)

2) dal piede della barra più esterna del punto corrispondente alla profondità di $^1/_2\lambda m$

B) *Pendenze*

— della retta: linea di battigia - piede della barra più esterna

— della retta: piede barra più esterna - punto corrispondente alla profondità di $^1/_2\lambda m$

— della retta: linea di battigia - punto corrispondente alla profondità di $^1/_2\lambda m$

— della retta tra due rotture di pendenza consecutive

— del tratto di maggior pendenza dei fianchi delle barre

C) *Forma e caratteri dette barre*

— schiacciamento: rapporto base/altezza delle barre (b/h)

— asimmetria: rapporto tra i due segmenti definiti sulla base dall'altezza calata dalla cresta della barra .(m/t)

— superficie della sezione trasversale delle barre

D) *Caratteri d'insieme*

— numero delle barre e forma del profilo rispetto alla retta linea di battigia -punto corrispondente alla profondità di $^1/_2\lambda m$: profilo concavo, convesso, rettilineo, ondulato.

N.B. - Qualora la spiaggia sottomarina presenti un terrazzo di bassa marea, va misurata la sua ampiezza e r parametri delle entità morfologiche che esso presenta vanno studiati separatamente secondo i criteri sopra esposti.

cause e al significato delle variazioni morfologiche accertate attraverso la correlazione morfologia-mareografia-sedimento, ecc. Questa correlazione rappresenta il primo presupposto per l'identificazione e la quantificazione delle cause che sono all'origine dei processi erosivi e deposizionali, I criteri di cui sopra sono stati positivamente applicati alle spiagge dell'Adriatico settentrionale. I risultati relativi saranno oggetto di una prossima pubblicazione.

INTERVENTI E RISPOSTE

M. CIABATTI. - Vorrei sapere quali sono i coefficienti di correlazione delle rette di regressione illustrate nelle diapositive per poter avere valutazioni del grado di' significatività delle correlazioni tra i parametri.

CAROBENE. - I coefficienti sono variabili nei vari diagrammi e in questo momento non ho a disposizione i dati richiesti.

MARCO BONDESAN* - RENZO DAL CIN*

PRIMI DATI SULL'EVOLUZIONE MORFOLOGICA E LA DISTRIBUZIONE DI SEDIMENTI NEL TRATTO DI COSTA TRA VOLANO (FE) E LA FOCE DEL SAVIO (RA)

Vengono esposti i primi risultati di uno studio morfologico e sedimentologico della zona costiera compresa fra Volano (FE) e la foce del Savio (RA). Esso ha avuto come punto di partenza l'esecuzione di profili batimetrici perpendicolari alla linea di costa e distanti fra loro circa 2 km. Lungo detti profili sono stati prelevati campioni superficiali di sedimento sulla prima duna, sulla spiaggia, in battigia, e ad ogni metro di profondità fino all'isobata -6 m. Per avere dati di confronto con situazioni batimetriche precedenti, detti profili sono stati fatti coincidere con quelli eseguiti per conto del C.N.R. nel 1968.

Per quanto riguarda l'evoluzione geomorfologica è possibile mettere in evidenza una notevole concordanza fra le variazioni intervenute in costa e quelle riscontrate nei fondali sottoposti all'indagine.
Così fenomeni di decremento, di varia entità, sono riscontrabili sia nella spiaggia emersa che nei fondali delle zone prossime alle foci fluviali, con l'eccezione del tratto corrispondente allo sbocco del Bevano.

Nel tratto ferrarese l'evoluzione riscontrabile può essere in larga misura attribuita alla direzione del trasporto longitudinale dei sedimenti, che si realizza prevalentemente da Sud verso Nord. Tale trasporto, per effetto dei moli di Portogaribaldi, riesce a beneficiare la zona del Lido degli Estensi, ma non le zone situate più a settentrione, ove il bilancio fra il materiale che arriva e quello che viene allontanato dal mare risulta, di conseguenza, negativo. Appaiono probanti, a questo riguardo, i fenomeni di evoluzione negativa osservati tra Portogaribaldi e il Lido degli Scacchi.

*Istituto Geologico dell'Università di Ferrara.

Presenta invece una certa stabilità la zona di Volano, probabilmente a causa del fatto che qui, per la vicinanza della penisola del delta padano, è assai scarso il materiale che viene allontanato e si gode, per contro, del beneficio dell'apporto solido del Po e dei materiali provenienti da Sud per trasporto longitudinale.

Per la zona prossima alla foce del Reno l'evoluzione riproduce quella riscontrabile in tutti i rilievi dell'ultimo secolo, e pare inserirsi in un generale fenomeno di crisi del vecchio apparato deltizio che, 100 anni fa, sporgeva di oltre 1 km a levante della costa attuale.

Questa crisi si inscrive d'altronde in un quadro generale documentabile in tutta la costa ravennate di tendenza all'erosione di tutti i tratti sporgenti del litorale e di imbonimento, sia pur meno marcato, di quelli a falcatura concava, quadro che è tipico dei regimi caratterizzati da predominanza del mare sull'azione costruttrice dei fiumi.

Possono esser così spiegati anche i fenomeni di evoluzione negativa riscontrati da Punta Marina alla foce dei Fiumi Uniti, come quelli riscontrati alla foce del F. Savio. Per contro i ripascimenti delle spiagge e gli incrementi dei fondali più prossimi alla costa osservati nella zona della foce del Bevano possono esser considerati effetto della ridistribuzione dei materiali provenienti dai tratti di litorale più sporgenti.

Nelle grandi linee l'evoluzione della linea di costa e dei fondali verificatasi dal 1968 al 1971 è dunque in armonia con l'evoluzione registrata durante l'ultimo secolo, e in particolare conferma che negli ultimi tempi i fenomeni erosivi hanno subito una forte accelerazione, il che coincide, tra l'altro, con una diminuzione generale dell'apporto solido dei corsi d'acqua, di cui si hanno dati soprattutto per il Reno e per il Savio.

Per quanto riguarda i primi risultati di carattere sedimentologico è stato ottenuto l'andamento della percentuale di pelite (<0,06 mm) (e di conseguenza della sabbia, non esistendo depositi più grossolani), ricavato dall'analisi granulometrica di 220 campioni, lungo la fascia costiera compresa fra la prima duna e l'isobata - 6 m. Considerando tutti i 26 profili presi in considerazione, il valore mediano della percentuale di pelite nei vari punti di campionatura è risultato il seguente: dune = 0,43%; spiaggia = 0,58%; battigia = 0,30%; -1 m = 0^86%; -2 m = 2,21%; -3 m = 6,17%; -4 m = 6,41%; -5 m = 7;80%; - 6 m = 16,01%. In generale la pelite si mantiene al di sotto del 30%. Fanno eccezione i profili compresi fra Volano e il lido di Pomposa. Le forti percentuali (anche il 90% alle isobate - 5 e - 6) qui riscontrate sono chiaramente da porsi in

relazione con una componente in direzione WSW della dispersione del materiale in sospensione portato dai vari rami del Po e principalmente dal Po di Goro, e anche con il più basso livello di energia riscontrabile in questo tratto di costa, che per certi aspetti presenta caratteristiche intermedie fra quelle di una spiaggia aperta e quelle di una baia.

Nel complesso la distribuzione delle peliti è legata soprattutto alla presenza di foci fluviali più che ad altri fattori (ad esempio antropici). Infatti, oltre che nella zona in prossimità del delta del Po, le maggiori quantità di materiale fine si riscontrano in vicinanza della foce del Reno, soprattutto, e delle foci dei Fiumi Uniti, del Bevano e del Savio. La dispersione dei loro sedimenti in sospensione avviene perciò anche secondo direzioni più o meno parallele alla costa. Queste componenti della dispersione sembrano essere orientate sia verso sud che verso nord, con una certa prevalenza in quest'ultima direzione. La presenza delle foci dei suddetti -fiumi, in particolar modo dei Fiumi Uniti, del Bevano e del Savio, non influiscono tuttavia notevolmente e per lungo tratto sul rapporto pelite/sabbie nella fascia costiera esaminata soprattutto a causa del loro attuale debole apporto solido.

In quasi tutti i profili, andando verso il largo, l'aumento della quantità di peliti presenta alcune «anomalie» interessanti. Infatti la mediana delle percentuali (vedi più sopra) mostra un incremento forte e progressivo fino all'isobata -3; dalla -3 alla -5 l'incremento è assai basso, mentre è molto forte dall'isobata -5 alla -6. Più in particolare si nota come soprattutto alle isobate -4 e -5 (e assai più raramente alla -3 o -6) ci siano dei minimi relativi di pelite rispetto ai massimi assoluti della -6 e a massimi relativi delle isobate -2 e -3. Queste «anomalie» non possono essere spiegate ammettendo la presenza alle profondità di -4 e -5m di depositi di età e origine diverse rispetto a quelli più verso terra o più al largo, e neppure con particolarità morfologiche dei fondali o con locali fenomeni erosivi. In realtà sembra esistere o essere esistita fra le isobate -4 e -5 una fascia di maggiore energia in cui è stata impedita o contrastata la sedimentazione delle particene portate in sospesione. L'ipotesi che a questo punto delle ricerche ci sembra più accettabile è che la suddetta fascia corrisponda alla zona dei frangenti (area di alta energia) delle mareggiate invernali e primaverili, i cui effetti sulla granulometria dei sedimenti non sono stati completamente mascherati o cancellati nel successivo periodo estivo.

Non è tuttavia completamente da escludere l'ipotesi dell'esistenza, in corrispondenza di quelle isobate, di correnti, permanenti o temporanee, parallele alla costa.

ENNIO COCCO*

VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA ALTO IONICA (DA CAPO SPULICO A PUNTA RONDINELLA) NEGLI ULTIMI 100 ANNI

II litorale Alto Ionico è una fascia costiera con andamento sud ovest-nord est, lunga un centinaio di km; essa rappresenta la porzione nord occidentale del Golfo di Tarante.

Il tratto meridionale costituito da coste alte, è caratterizzato da ampie sinuosità i cui apici corrispondono talora a piccoli apparati deltizi originati da fiumare o a complessi litoidi. Le zone collinari e montuose che sottendono il litorale rappresentano le propaggini orientali dell'Appennino calabro-lucano. L'ampiezza delle spiagge, tipicamente ciottolose, si aggira sui 30-40 m. Dal punto di vista composizionale questo tratto è caratterizzato da un'alta percentuale di frammenti litici (75%) nei confronti del quarzo (20%) e dei feldspati (5%).

Il tratto settentrionale, costituito da coste sabbiose a tratti ciottolose, ha andamento rettilineo ed è sotteso dalle piane alluvionali formate dai corsi d'acqua che scendono sia dall'Appennino (Sinni, Agri, Cavone, Basento e Bradano) sia dai rilievi murgiani (Lato, Lenne, Patemisco e Tara). La spiaggia ha ampiezza compresa tra pochi metri e varie decine di metri, ed è limitata verso l'entroterra da fasce acquitrinose (zona meridionale) o da cordoni dunari con altezza massima di 18 m (zona settentrionale). Dal punto di vista composizionale questo tratto è caratterizzato da una progressiva diminuzione, precedendo verso nord est, della percentuale di frammenti litici (30%) rispetto al quarzo (50%) e ai feldspati (20%). Da segnalare la presenza di frammenti di serpentinite a nord e a sud della foce del F. Sinni e di abbondanti minerali pesanti ai lati delle foci

*Istituto di Geologia e Geofisica dell'Università di Napoli.

dei fiumi Basente e Bradano.

Le variazioni della linea di costa sono state dedotte dal raffronto effettuato su carte topografiche e su aerofotografie di varie epoche. Dal 1873 fino al 1954 si osserva un generale protendimento della linea di costa da Capo Spulico a Ginosa Marina con valori massimi fino a due km nei tratti tra le foci dei principali fiumi. Da Ginosa fino a Punta Rondinella non si riscontrano sostanziali modifiche, pur afferendo in questo tratto fiumi di risorgiva con apporto solido pressoché nullo; zone con debole erosione si alternano a zone con debole ripascimento con spostamenti dell'ordine delle decine di metri.

Dal 1954 ad oggi si verifica una inversione di tale fenomeno, con notevoli arretramenti della linea di costa da Capo Spulico a Ginosa Marina specialmente in prossimità delle foci dove sono stati misurati valori medi di arretramento di circa 5 m per anno (Foce Agri e Bradano). Questi valori sono confermati da profili topografici effettuati negli ultimi tre anni; in riva destra Bradano si assiste addirittura ad una veloce distruzione della vegetazione arborea fissata su cordoni dunari, con scarpate d'erosione alte fino a 5 metri.

Nella zona a nord di Ginosa Marina i fenomeni di arretramento pur non raggiungendo valori così elevati {a luoghi 2 m circa per anno), risultano tuttavia molto vistosi a causa di incisioni subverticali, che raggiungono i 3 m di altezza, prodotte nei cordoni dunari esterni su cui è impiantata una pineta secolare.

Questa tendenza all'arretramento della linea di costa dovrebbe essere messa in relazione con il mancato apporto solido da parte dei fiumi sia a causa degli sbarramenti artificiali costruiti su di essi proprio negli ultimi venti anni, sia a causa della considerevole asportazione di materiale sabbioso e ciottoloso per usi industriali che viene fatta a valle delle dighe di ritenuta.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

COCCO E., DI GERONIMO S., PAREA G. C., PESCATOEE T.: *Caratteri geomorfologici del litorale alto ionico* (II progress report, conservazione del suolo-settore regime dei litorali).

MEZZADRI G., VALLONI R., VINCI A.: *Composizione delle sabbie del litorale alto ionico* (ibidem).

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

Dal 27 Giugno 1972 al 31 Dicembre 1974

La prima idea di un'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia venne ad un gruppo di Oceanologi riunitosi a Roma in occasione del XXII Congresso della C.I.E.S.M. nel Dicembre ..1970. Il prof. R. SELLI ebbe il mandato di costituire assieme ad altri colleghi un Comitato promotore per la preparazione dello Statuto della progettata Associazione. Tale Comitato, dopo alcune riunioni tenutesi a Bologna e uno scambio di corrispondenza, varò una bozza di Statuto, che fu poi messa in forma legale dal Notaio Aldo Vico. Il 27 Giugno 1972 fu infine stilato in Bologna l'atto costitutivo che fu firmato da Giuseppe MACCHI, Carlo MORELLI, Raimondo SELLI, Norberto DELLA CROCE e Luciano TOMADIN in nome anche di Livia TONOLLI e Aldo MACCHIAVELLI alla presenza del notaio Aldo Vico.

L'atto notarile di costituzione comprendeva la nomina di R. SELLI a Presidente provvisorio dell'Associazione e l'impegno dei promotori ad indire un'assemblea entro l'anno 1972. In preparazione di questa furono spedite circa 100 schede di invito ad altrettanti oceanologi e limnologi italiani.

1ª ASSEMBLEA GENERALE
BOLOGNA 12 DICEMBRE 1972

La prima riunione dell'Associazione si è tenuta a Bologna nell'Aula Magna dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università con il seguente O.d.G.:

a) lettura dello Statuto
b) ammissione nuovi Soci
c) attività scientifica dell'Associazione
d) elezione Consiglio di Presidenza.

a) Dopo un breve saluto del Presidente provvisorio R. SELLI che ha illustrato ai convenuti come sia nata l'Associazione e quali siano gli scopi che essa si prefigge, viene data lettura dello Statuto e di alcuni punti dell'atto notarile di costituzione.

b) L'accettazione dei nuovi Soci è demandata ai soli Soci fondatori presenti SELLI, MACCHI e DELLA CROCE, quali unici membri effettivi dell'Associazione. Dopo accurato controllo delle proposte pervenute (50 inviate per posta e 44 raccolte in aula), viene approvata l'ammissione di 82 membri attivi, 9 associati e 3 juniores. Costituita cosi validamente l'Assemblea dei Soci, si passa agli altri punti all'O.d.G.

c) A proposito dell'attività futura dell'Associazione, SELLI propone che sia tenuto un congresso annuale o biennale in cui si discutano i problemi associativi e si comunichino i risultati scientifici. Questi ultimi potrebbero essere pubblicati in riassunti che costituirebbero la sintesi di quanto viene fatto ogni anno in Italia nel campo dell'Oceanografia e Limnologia. Secondo DELLA CROCE invece non si dovrebbe fare una

pubblicazione, ma solo un semplice «report» generale. BONOMI propone di pubblicare piccoli «abstracts», eventualmente in inglese. Il Consiglio che sarà eletto viene comunque invitato a studiare la questione e a formulare proposte concrete sull'argomento.

L'Assemblea demanda anche al nuovo Consiglio la stesura di un regolamento dell'Associazione,, la cui bozza dovrà essere inviata a tutti i Soci, prima che la sua stesura definitiva possa essere discussa ed approvata da una futura Assemblea.

d) Dopo ampia discussione, l'Assemblea decide che le elezioni del Consiglio di Presidenza si debbano svolgere mediante votazione segreta di una lista aperta. Ogni Socio è tenuto ad indicare su una scheda sette nominativi. I sette Soci che riceveranno il maggior numero di voti costituiranno il Consiglio e fra questi sarà nominato Presidente quello che avrà ricevuto il massimo numero di voti. Viene respinta una mozione di FIERRO tendente a fare due votazioni distinte, una per il Presidente e l'altra per i Consiglieri.

Sono risultate valide 70 schede e sono stati eletti:

R.	SELLI	con	voti	61	- Presidente
N.	DELLA CROCE	»	»	53	- Consigliere
B.	BATTAGLIA	»	»	50	- Consigliere
G.	BONOMI	»	»	29	- Consigliere
C.	MORELLI	»	»	25	- Consigliere
R.	FRASSETTO	»	»	23	- Consigliere
P.	FRANCO	»	»	22	- Consigliere

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
BOLOGNA 3 LUGLIO 1973

Sono presenti alla riunione oltre al Presidente R. SELLI, i Consiglieri N. DELLA CROCE, G. BONOMI, C. MORELLI, R. FRASSETTO e P. FRANCO; assente giustificato B. BATTAGLIA. In apertura di seduta, su proposta del Presidente, viene nominato Segretario dell'Associazione Paolo COLANTONI. L'O.d.G. è il seguente:

1) Ammissione nuovi Soci
2) Attività futura
3) Regolamento dell'Associazione.

1) DELLA CROCE auspica un rigido controllo delle adesioni ed una scelta dei lavori che saranno presentati ai congressi. FRASSETTO suggerisce di richiedere curriculum e lista delle pubblicazioni a tutti coloro che intendano far parte dell'Associazione. SELLI sarebbe invece del parere di non restringere troppo le adesioni per poter rilanciare l'Oceanografia in Italia. DELLA CROCE è per un'associazione piccola che possa però agire come gruppo di pressione verso gli organi competenti e insiste perché vengano richiesti molti dati personali agli aspiranti soci. A lui si associa FRANCO che propone di inviare a tutti un modulo informativo. Su proposta di SELLI si decide di rimandare tutto alla stesura del Regolamento e di studiare un apposito semplice modulo da distribuire eventualmente dopo il Regolamento.

2) Per quanto riguarda l'attività futura FRASSETTO propone di indire una riunione annuale dei Soci. SELLI è del parere che la riunione debba essere al tempo stesso Assemblea e Congresso. Per quest'ultimo si potrebbero incaricare alcune persone a svolgere relazioni su argomenti

generali e lasciare la possibilità anche ad altri Soci di presentare comunicazioni su argomenti di ampio interesse. La proposta è accolta all'unanimità.

Si è anche d'accordo di stampare un volume annuale di Atti dei Congressi contenente il testo completo delle relazioni e solo i riassunti delle comunicazioni dei non invitati. Nel volume dovrebbero trovare anche posto l'elenco dei Soci, il bilancio dell'Associazione, ecc. Comunque il primo Congresso dell'Associazione si potrà tenere solo nel 1974.

3) Ribadito che l'argomento più urgente per l'Associazione è la preparazione e l'approvazione del Regolamento, si decide che entro il mese di Agosto siano inviate alla segreteria proposte e copie di regolamenti di associazioni analoghe. Su questa base verrà quindi redatta una bozza che sarà inviata a tutti i Consiglieri per essere poi discussa in una prossima riunione.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
BOLOGNA 27 NOVEMBRE 1973

Sono presenti alla riunione il Presidente R. SELLI, i Consiglieri N. DELLA CROCE, P. FRANCO, R. FRAS SETTO, G. BONOMI ed il Segretario P. COLANTONI. Assenti giustificati: B. BATTAGLIA e C. MORELLI. L'O.d.G. è
il seguente:

1) Regolamento
2) Attività futura
3) Varie ed eventuali.

1) Dopo ampia discussione viene approvato lo schema di Regolamento che il segretario ha preparato sulla scorta delle indicazioni avute. Si decide quindi di spedire copia di questo schema a tutti i Soci, invitandoli ad inviare eventuali proposte di modifica prima della prossima Assemblea, nella quale il Regolamento dovrà essere discusso ed approvato.

2) II Consigliere DELLA CROCE viene incaricato di preparare una bozza del modulo informativo, che dovrà accompagnare ogni iscrizione di nuovi Soci. Detta bozza sarà discussa nella prossima riunione del Consiglio.

Si decide quindi di promuovere un Congresso per la primavera del '74 che serva da presentazione dell'Associazione. Detto Congresso sarà annunciato nella prossima Assemblea,

L'Assemblea generale dei Soci viene fissata per il giorno 18 Dicembre alle ore 10 presso l'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Bologna con il seguente O.d.G.:

1) Regolamento

2) Quote Sociali
3) Attività Scientifica 1974.

È anche fissata la prossima riunione del Consiglio di Presidenza per il giorno 17 Dicembre.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
BOLOGNA 17 DICEMBRE 1973

Sono presenti il Presidente R. SELLI, i Consiglieri G. BONOMI, N. DELLA CROCE, P. FRANCO ed il Segretario P. COLANTONI. Assenti giustificati: B. BATTAGLIA e G. MORELLI. Ordine del Giorno:

1) Regolamento
2) Moduli informativi•
3) Ammissione nuovi Soci
4) Congresso 1974
5) Varie ed eventuali.

1) Constatata la mancanza del numero legale e quindi la non validità delle deliberazioni, si procede comunque all'esame dell'unica proposta di modifica al regolamento pervenuta da parte dei Soci DEL MONTE, SARTORI e TOMADIN, circa gli Articoli 7 del Titolo II e 1 del Titolo IV. Essa in pratica tenderebbe ad istituire un Comitato per la scelta delle comunicazioni ai Congressi e per la redazione degli Atti. Si concorda sul fatto che il Comitato proposto non sia possibile e si suggerisce che la «redazione» degli Atti di cui si parla all'Art. 1 del Titolo IV, va specificata come «stampa».

SELLI propone di definire anche le quote associative e suggerisce di istituire una quota di iscrizione di L. 2.000 o 3.000 ed una quota di associazione di L. 5.000 annue. Si decide quindi di proporre all'Assemblea le quote di L. 2.500 (iscrizione) e di L. 5.000 (per il 1974), lasciando aperta la definizione delle quote per i membri juniores.

2) Viene approvato con alcune modifiche lo schema di modulo infor-

mativo preparato da N. DELLA CROCE e che dovrà essere distribuito durante l'Assemblea.

3) Si prendono quindi in considerazione le domande di ammissione pervenute in numero di 21. Ogni decisione su questo argomento viene però rinviata in attesa della compilazione del modulo informativo da parte degli aspiranti Soci e ad una seduta legalmente valida del Consiglio.

4) SELLI ribadisce che il Congresso 1974 dovrà avere un carattere di presentazione dell'Associazione per il rilancio dell'Oceanologia è Limnologia in Italia. I titoli provvisori delle relazioni ufficiali potrebbero essere:

— Prospettive minerarie del Mediterraneo
— Prospettive e problemi ecologici del Mediterraneo
— Prospettive e problemi della pesca e della produttività
— Problemi di difesa dei litorali
— Scambi aria-mare e meteorologia
— Inquinamento marino
— Acqua dal mare: la dissalazione.

BONOMI propone il titolo:

— Linee essenziali di una ricerca limnologica utilmente orientata.

L'Istituto Idrografico .della Marina ha inoltre annunciato la sua .disponibilità per una relazione dal titolo:

— Importanza della cartografia marina.

Tutti i Soci saranno comunque invitati ad avanzare proposte e suggerimenti.

Non sarà tuttavia possibile organizzare il Congresso a Dicembre in quanto troppo vicino ad altri incontri internazionali.

2ª ASSEMBLEA GENERALE
BOLOGNA 18 DICEMBRE 1973

L'Assemblea viene validamente costituita in seconda convocazione alle ore 10,30. L'O.d.G. è il seguente:

1) Regolamento dell'Associazione
2) Attività scientifica per il l'974
3) Ammissione nuovi Soci
4) Varie ed eventuali.

Sono presenti 44 Soci con 9 deleghe: totale 53.

1) Dopo il saluto del Presidente, viene data lettura dello schema di regolamento preparato dal Consiglio di Presidenza per la definitiva approvazione dell'Assemblea.

Titolo I:

Art. 1: approvato.

Art. 2: approvato (viene nel contempo, illustrato e distribuito ai presenti il modulo informativo).

Art. 3: viene approvato con la soppressione dell'aggettivo «incondizionata» (proposta dei soci Del Monte, Tomadin e Vai) con 27 voti favorevoli e 7 contrari.

Art. 4: approvato.

Art. 5: approvato con la riserva di possibili modifiche dopo la discussione sulle quote sociali.

Art. 6: approvato.

Titolo II:

Art. 1: approvato.

Art. 2: viene approvato con l'aggiunta: «In caso di parità di voti è previsto il ballottaggio». Votazione: 25 favorevoli.

Art. 3: approvato.

Art. 4: approvato.

Art. 5: approvato.

Art. 6: approvato.

Art. 7: viene data lettura della proposta di modifica presentata dai Soci del Monte, Tomadin e Sartori che tenderebbe ad istituire un Comitato al di fuori del Consiglio di Presidenza per la scelta delle comunicazioni e dei lavori da pubblicare. Dopo ampia discussione vengono approvate le proposte Fierro e Macchi, per cui la seconda parte dell'articolo suona cosi: « ... *nel numero da un Comitato di redazione interdisciplinare nominato dal Consiglio di Presidenza*». «*Negli Atti dei Congressi verranno pubblicati i riassunti delle relazioni e delle comunicazioni e/o, compatibilmente con le disponibilità finanziarie, i relativi testi integrali*».

Titolo III:

Art. 1: Su proposta di Mozzi l'Assemblea approva la modifica: «solo i membri» anziché «tutti i membri».

Art. 2: approvato.

Art. 3: approvato.

Titolo IV:

Art. 1: Su proposta di SELLI si approva la modifica «stampa» invece di «redazione».

Art. 2: approvato.

Art. 3: approvato.

Art. 4: approvato.

A proposito delle quote di associazione, SELLI propone di istituire

una quota di iscrizione ed una quota annuale. L'Assemblea approva. Sulla proposta SELLI l'Assemblea stabilisce le quote seguenti:

Iscrizione	L. 2.500.
Quota annuale Membri Attivi e Associati	L. 5.000.
Quota annuale Membri Juniores	L. 2.500.
Quota annuale Enti e Società non meno di	L. 50.000.

La prima quota annuale va infine intesa relativa al 1974.

2) Per il futuro I Congresso SELLI propone di tenere nel primo giorno solo relazioni generali su invito, che servano a far conoscere l'Associazione e quindi, in un secondo giorno le comunicazioni di Soci. Nel primo giorno non si dovrebbero trattare singole discipline, ma temi di interesse generale quali per esempio: «Prospettive minerarie nel Mediterraneo»; «Problemi della Pesca», ecc. Nel secondo si tratterebbero problemi più particolari, ma pur sempre non specialistici.

MACCHI approva la proposta di SELLI ed invita a concretizzare il programma nel minor tempo possibile anche per poter fornire utili indicazioni alle commissioni del C.N.R., che tendono a ristrutturare i piani di ricerca per una finalizzazione delle ricerche stesse.

ACCERBONI suggerisce di indire riunioni sui problemi di aree marine particolari (Alto Adriatico, Tirreno, Mar Ligure, ecc) illustrate da diversi punti di vista.

MACCHI dice che occorrerà fare anche il punto sullo stato e sulla potenzialità della ricerca in Italia e che venga ampiamente trattata anche la Limnologia.

Per le relazioni della seconda giornata, SELLI propende per lasciare liberi i Soci di scegliersi gli argomenti, chiarendo però che si richiedono risultati di ricerche che siano comuni a diverse discipline.

STEFANON è invece del parere che sia necessario dare qualche tematica.

Si è infine d'accordo di indire un Congresso in cui la prima giornata serva da presentazione dell'Associazione con relazioni generali su invito; si demanda al Consiglio di Presidenza la scelta dei temi. La seconda giornata sarà riservata a comunicazioni di interesse pluridisciplinare presentate liberamente dai Soci. L'apposito Comitato esaminerà le comunicazioni scegliendo quelle di maggior interesse per più di una disciplina. Il periodo per il Congresso potrebbe essere la primavera o l'autunno 1974 e la sede Bologna.

3) II Presidente annuncia che non è possibile deliberare l'ammissione dei nuovi soci in quanto il Consiglio di Presidenza, riunitesi senza il numero legale, non è in grado di formulare il proprio parere. In via assolutamente straordinaria propone tuttavia che l'Assemblea si pronunci in favore dell'ammissione di coloro i quali, dopo aver fatto regolare domanda, sono presenti in aula. L'Assemblea approva all'unanimità e sono pertanto ammessi i nuovi Soci: BOLOGNARI, SCOTTO DI SANTILLO e Mozzi.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
BOLOGNA 12 GENNAIO 1974

Sono presenti il presidente R. SELLI ed i consiglieri: B. BATTAGLIA, G. BONOMI, N. DELLA CROCE, P. FRANCO ed il segretario P. COLANTONI. Assenti R. FRASSETTO e C, MORELLI. L'O.d.G. è il seguente:

1) Organizzazione congresso
2) Ammissione nuovi Soci.

1) SELLI, rifacendosi ai titoli provvisori delle relazioni ufficiali già indicati nelle sedute precedenti, propone alcuni temi per la prima giornata del Congresso : «Importanza della cartografia marina», «Prospettive minerarie del Mediterraneo», «Problemi di difesa dei litorali».

Dopo ampia discussione si concorda di tenere otto relazioni e si indicano provvisoriamente anche i relatori.

1 - Cartografia marina (RIBUFFO)
2 - Prospettive minerarie (SELLI)
3 - Difesa dei litorali (FRASSETTO)
4 - Produttività e Pesca (BATTAGLIA)
5 - Utilizzazione delle acque marine (PASSINO)
6 - Limnologia (TONOLLI)
7 - Oceanografia e Metereologia (MORELLI)
8 - Inquinamento (MENDIA).

Come date possibili per il Congresso vengono indicate 4 e 5 o 18 e 19 Giugno. La sede potrà essere Bologna o Roma. La decisione finale dipenderà dai contatti che il presidente SELLI avrà con gli Enti Interessati. SELLI ha anche il mandato di definire i titoli con i relatori e di

chiedere uno schema delle relazioni da inviare agli altri interessati per evitare ripetizioni e sovrapposizioni,
SI decide di spedire una circolare a tutti i Soci richiedendo titoli e riassunti delle comunicazioni entro il 20 Aprile. Il Consiglio si dovrebbe riunire quindi per esaminare il materiale inviato tra il 20 e il 30 Aprile. Gli Autori saranno infine invitati a produrre un riassunto definitivo di 2 o 3 pagine.
2) Ogni decisione in merito all'ammissione di nuovi Soci è rimandata in attesa di ricevere tutti i moduli informativi.

3ª ASSEMBLEA GENERALE
BOLOGNA 6 NOVEMBRE 1974

L'Assemblea è legalmente costituita in seconda convocazione alle ore 10. Questo l'O.d.G.:

1) Ammissione nuovi soci
2) Relazione del Presidente e del Segretario sullo stato dell'Associazione
3) Discussione sullo stato dell'Oceanologia e Limnologia in Italia
4) Elezione del Presidente e del Consiglio di Presidenza per il biennio 1975-1976
5) Varie ed eventuali.

1) L'Assemblea approva l'ammissione di 34 nuovi Soci. 21 domande di ammissione restano in sospeso in attesa della sistemazione della posizione sociale.

2) II Presidente, dopo aver tracciato una breve storia dell'Associazione, annuncia che il numero dei Soci è salito a 101 Membri Attivi, 21 Membri Associati e 6 Membri Juniores. Verrà curata dalla presidenza anche la pubblicazione degli Atti del Congresso che riporteranno il testo integrale delle relazioni e un sunto delle comunicazioni scientifiche presentate, II Segretario COLANTONI illustra quindi brevemente la situazione finanziaria. Il bilancio si è chiuso con un attivo di L. 447.880.

3) Dopo ampia discussione l'Assemblea approva una mozione finale riguardante i problemi dell'oceanografia ed un telegramma di protesta per uno stanziamento di fondi per la partecipazione italiana alla esposizione di Okinawa (vedi mozioni conclusive allegate). Viene dato inoltre mandato

al Presidente SELLI di contattare personalmente il presidente del C.N.R. per renderlo edotto del punto di vista degli oceanografi sulla politica della ricerca.

4) Eletti scrutatori i Soci BONDESAN, CURZI e ROSSI, si sono svolte le elezioni del Consiglio di Presidenza. Sono risultati eletti per il biennio 1975-1976:

B. BATTAGLIA	con voti	54
N. DELLA CROCE	» »	54
L. TONOLLI	» »	52
R. SELLI	» »	44
G. BONOMI	» »	42
A. LONGINELLI	» »	41
G. MACCHI	» »	39.

Viene nominato Presidente N. DELLA CROCE per rinuncia di B. BATTAGLIA. Questa decisione viene ratificata nel pomeriggio dall'Assemblea durante un intervallo delle comunicazioni scientifiche del Congresso.

MOZIONI CONCLUSIVE
DELL'ASSEMBLEA GENERALE DEL 6 NOVEMBRE 1974

Nella mattinata del giorno 6 Novembre sono state discusse ed approvate all'unanimità le seguenti mozioni:

Mozione 1

L'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia, che riunisce tutti gli esperti del settore, al termine del suo primo Congresso Nazionale, tenuto a Bologna nei giorni 5 e 6 Novembre,

CONSTATATA

ancora una volta la fondamentale importanza economica e sociale della ricerca nel settore medesimo soprattutto per il reperimento di nuove fonti di energia e di materie prime alimentari e minerarie, nonché per la tutela dell'ambiente,

RILEVATO

inoltre che tale ricerca in Italia, dopo un breve rilancio per opera del Consiglio Nazionale delle Ricerche, è stagnante da ormai quattro anni per deficienza di mezzi e di strutture, mentre da tutti i Governi dei Paesi industrializzati riceve un crescente ed impressionante impulso per quanto concerne gli investimenti, le strutture di base, i mezzi di ricerca, nonché il reclutamento e la formazione del personale specializzato,

SOLLECITA

gli organi governativi responsabili, il Consiglio Nazionale delle Ricerche e tutti gli Enti che hanno interesse e potere decisionale a prendere urgenti provvedimenti per garantire il necessario sviluppo della oceanologia e* limnologia italiane mediante:

a)finanziamenti sostenuti da adeguati dispositivi legislativi;

b) costituzione di una Commissione italiana per l'Oceanologia e la Limnologia con il compito precipuo di creare le basi per un Istituto Nazionale di Oceanografia in attesa della indispensabile ricostituzione del Comitato di Oceanologia e Limnologia in seno al Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La mozione è stata inviata ai seguenti indirizzi:

Presidente del Consiglio dei Ministri
Presidente del Senato
Presidente della Camera
Ministro dell'Agricoltura e Foreste
Ministro della Marina Mercantile
Ministro della Marina Militare
Ministro degli Affari esteri
Ministro della Ricerca scientifica
Ministro della Pubblica Istruzione
Ministro dell'Industria Commercio e Artigianato
Ministro per l'Ambiente ed i Beni Culturali
On. Gianfranco Merli, Presidente del Comitato Parlamentare di Studi sul Problema delle acque in Italia Presidente del C.N.R.

Mozione 2

Associazione italiana di Oceanologia et Limnologia che rappresenta tutti gli esperti del settore riunita a Bologna per,primo Congresso Nazionale unitamente deplora disposizione legge 495 del 21.10.74 che stanzia 850 milioni per partecipazione italiana Esposizione Oceanografica di Okinawa - Stop.

Tale disapprovazione est sostanzialmente motivata da grande sperequazione fra questo finanziamento et inconsistente disponibilità per ricerca scientifica in generale et ricerca oceanografica in particolare.

Il .presente telegramma è stato inviato a:

Presidente del Senato
Presidente della Camera
Presidente del Consiglio dei Ministri.

Mozione 3

L'Assemblea invita il Consiglio di Presidenza in carica ed il Consiglio di Presidenza che entrerà in carica il 1° Gennaio 1975 a seguire

l'evoluzione dell'attuale situazione dell'Oceanografia nell'ambito del C.N.R., ed eventualmente anche extra C.N.R., e se necessario a tenere riunioni ad hoc ed eventualmente a indire un'Assemblea straordinaria di Soci per far sentire la voce dell'Associazione in quei problemi che riguardano direttamente la ricerca oceanologica e limnologica in Italia.

APPENDICE

ASSOCIAZIONE ITALIANA DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

STATUTO

Art. 1

È costituita la «Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia».

Art. 2

L'Associazione ha lo scopo di favorire per mezzo di contatti scientifici la collaborazione fra studiosi delle diverse discipline afferenti all'Oceanologia ed alla Limnologia onde contribuire al progresso di queste scienze.

Art. 3

L'Associazione ha sede legale in Bologna, Via Zamboni 65, e sede amministrativa presso il Presidente pro-tempore.

Art. 4

L'Associazione comprende membri attivi, membri associati, membri onorari e membri juniores.

Possono essere membri attivi tutti coloro che svolgono o hanno svolto ricerca attiva portando un contributo scientifico nella Oceanologia e nella Limnologia. Possono essere membri associati tutti coloro che sono interessati direttamente o indirettamente alle scienze oceanologiche e limnologiche senza svolgere ricerca attiva.

Sono Soci onorari persone illustri che abbiano contribuito in misura rilevante allo sviluppo delle scienze oceanologiche e limnologiche.

Studenti interessati alle discipline oceanologiche e limnologiche possono essere membri juniores dell'associazione.

Tutti i membri dell'Associazione hanno diritto di voto.

Soltanto i membri attivi possono ricoprire cariche sociali.

Anche Enti, regolarmente costituiti, possono far parte della Associazione senza diritto di voto.

Art. 5

Chiunque desidera diventare membro deve farne domanda al Presidente per mezzo di due membri attivi proponenti. Per gli enti di cui all'ultimo capoverso dell'art. 4 basta la semplice domanda.

L'ammissione dei nuovi membri, previo parere favorevole del Consiglio di Presidenza, è deliberata dall'Assemblea.

Ciascun membro sarà tenuto a versare una quota sociale annuale la cui misura sarà fissata anno per anno dalla Assemblea.

Art. 6

Sono organi dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia il Consiglio di Presidenza e l'Assemblea Generale dei Soci.

Art. 7

II Consiglio è costituito dal Presidente e da sei Consiglieri. I componenti del Consiglio saranno scelti fra i cultori delle diverse discipline. Il Consiglio nomina inoltre, al di fuori del suo seno, un Segretario-Tesoriere.

Art. 8

Tutte le cariche sociali hanno durata di due anni. I Consiglieri potranno essere rieletti una sola volta consecutivamente.

Art. 9

II Presidente ed i Consiglieri sono nominati dalla Assemblea Generale. Il Segretario-Tesoriere è scelto dal Consiglio tra i Soci.

Art. 10

Al Consiglio sono devoluti tutti i poteri di amministrazione ordinaria e straordinaria, per l'attuazione degli scopi sociali che non siano per legge tassativamente riservati all'Assemblea.

Art. 11

La rappresentanza legale e la firma della Associazione sono devolute al Presidente o, in caso di sua assenza o impedimento, ad un membro del Consiglio delegato dallo stesso Presidente.

Art. 12

Per la validità delle deliberazioni del Consiglio è necessaria la presenza di almeno 5 membri, tra cui il Presidente. Le deliberazioni si prendono a maggioranza assoluta di voti.

Art. 13

L'Assemblea Generale dei Soci si riunisce almeno una volta all'anno presso la sede sociale o in altro luogo indicato nell'avviso di convocazione.

Essa è convocata dal Presidente o dal Segretario-Tesoriere mediante avviso contenente l'ordine del giorno da rimettersi a ciascuno dei soci, almeno quindici giorni prima di quello fissato per l'adunanza.

Eventuali Assemblee Straordinarie possono essere convocate su richiesta di almeno un decimo dei membri attivi.

Art. 14

L'Assemblea è validamente costituita in prima convocazione con la presenza di almeno metà dei soci ed in seconda convocazione con la presenza di un numero qualsiasi di soci. Le deliberazioni si prendono a maggioranza di voti dei soci presenti e votanti. Ciascun socio non può presentare più di una delega.

Art. 15

Gli atti ufficiali e le comunicazioni presentate nei Convegni dalla Associazione vengono pubblicati come «Atti» della Associazione.

Art. 16

II patrimonio necessario alla Associazione per il raggiungimento dei propri scopi sarà costituito dalle quote sociali e da eventuali contributi e donazioni.

Art. 17

Le modalità di applicazione dello Statuto saranno precisate da apposito regolamento che verrà approvato dall'Assemblea.

Art. 18

Le modifiche dello statuto e del regolamento, previa approvazione della loro proponibilità da parte della Assemblea generale, devono essere sottoposte al voto per lettera di tutti i soci.

Per l'approvazione è richiesto il voto favorevole di almeno 2/3 dei votanti.

Firmato
GIUSEPPE MACCHI
CARLO MORELLI
RAIMONDO SELLI
NORBERTO DELLA CROCE
LUCIANO TOMADIN
ALDO Vico Notaio

ASSOCIAZIONE ITALIANA DI OCEANOLOGIA E LIMNOLOGIA

REGOLAMENTO

Titolo I – Membri

Art. 1 - Possono essere membri dell'Associazione cittadini italiani e stranieri.

Art. 2 - Per l'ammissione all'Associazione è necessaria oltre alla domanda controfirmata da due soci proponenti la compilazione di un apposito modulo informativo.

Art. 3 - La domanda di ammissione all'Associazione presuppone da parte del richiedente l'accettazione dello Statuto e del Regolamento dell'Associazione.

Art. 4 - Ogni membro è tenuto a comunicare al Segretario il proprio indirizzo esatto ed ogni eventuale sua variazione.

Art. 5 - Ciascun membro è tenuto a versare, al momento dell'accettazione della domanda, la quota di iscrizione e la quota annuale d'Associazione relativa all'anno in cui la domanda è presentata.

Art. 6 - Cessa di appartenere all'Associazione il membro che non sia in regola con il pagamento della quota sociale da due anni.

Titolo II - Consiglio di Presidenza

Art. 1 - Al Consiglio di Presidenza spetta l'organizzazione delle attività che rientrano nelle finalità dell'Associazione di cui all'Art. 2 dello Statuto. Esso risponde del proprio operato all'Assemblea.

Art. 2 - Le elezioni del Presidente e dei Consiglieri sono fatte in una medesima seduta dell'Assemblea Generale dei Soci e con un'unica votazione segreta mediante schede. Ogni votante indicherà sette nominativi. Lo spoglio e lo scrutinio delle schede raccolte verrà fatto seduta stante da tre membri scrutatori precedentemente nominati dall'Assemblea. Verranno eletti Presidente il Socio che avrà ottenuto il maggior numero di voti e Consiglieri gli altri sei che lo seguono. È previsto il ballottaggio in caso di parità di voti.

Art. 3 - La convocazione del Consiglio di Presidenza è fatta dal Presidente mediante invito diramato dal Segretario almeno 15 giorni prima di quello fissato per la riunione. Il Presidente è tenuto a convocare il Consiglio entro un mese dalla richiesta scritta di almeno tre Consiglieri.

Art. 4 - La rappresentanza legale e la firma dell'Associazione sono devolute al Presidente, come da Art. 11 dello Statuto, il quale in caso di assenza o impedimento potrà delegare, a seconda dei casi e di volta in volta, un membro del Consiglio.

5 - II Segretario-Tesoriere, nominato dal Consiglio, è tenuto a presentare all'Assemblea annuale il bilancio consuntivo per l'anno trascorso e il bilancio preventivo per l'anno seguente, L'Assemblea nomina due Revisori dei conti.

Art. 6 - II Consiglio propone congressi e simposi, ne fissa la data, la sede ed ogni altra modalità.

Art. 7 - Ai Congressi annuali verranno tenute relazioni e comunicazioni su argomenti generali. Gli argomenti ed i relatori ufficiali saranno scelti dal Consiglio di Presidenza. Tutti i membri avranno la possibilità di presentare comunicazioni che saranno tuttavia scelte e limitate nel numero da un Comitato di Redazione interdisciplinare nominato dal Consiglio di Presidenza. Negli Atti dei Congressi verranno pubblicati i riassunti delle relazioni e delle comunicazioni e/o, compatibilmente con le disponibilità finanziarie, i relativi testi integrali.

Titolo III - Assemblea Generale dei Soci

Art. 1 - Nelle deliberazioni dell'Assemblea hanno diritto al voto solo i membri in regola con il pagamento della quota sociale.

Art. 2 - All'Assemblea sono demandate le modifiche allo Statuto ed al Regolamento.

Art. 3 - L'Assemblea può nominare, ove ne ravvisi la necessità, delle Commissioni per lo/ studio di particolari problemi.

Titolo IV - Pubblicazioni ufficiali

Art. 1 - Le pubblicazioni ufficiali dell'Associazione sono gli Atti dei Congressi e dei Simposi da essa organizzati. Un apposito comitato, nominato dal Consiglio di Presidenza ne cura la stampa.

Art. 2 - Gli Atti dei Congressi, i rendiconti dell'Associazione e l'elenco dei Soci, verranno distribuiti a tutti gli iscritti in regola con il pagamento delle quote sociali.

Art. 3 - L'Associazione scambia le proprie pubblicazioni con quelle di altre Associazioni, Società o Istituti scientifici. Le copie disponibili possono anche essere vendute.

Art. 4 - II deposito delle pubblicazioni dell'Associazione, dei libri ricevuti in scambio o omaggio e dei beni sociali è presso la sede legale dell'Associazione.

Finito di stampare nei novembre 1976
dall'Editografica, Via G. Verdi, 15
40067 Rastignano (Bologna) Italia