



Rendiconti  
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL  
*Memorie di Scienze Fisiche e Naturali*  
99<sup>a</sup> (1981), Vol. V, fasc. 1, pagg. 1-16.

V. CAGLIOTI (\*)

## Il Mediterraneo: problemi e prospettive (\*\*)

### The Mediterranean: problems and perspectives

**SUMMARY.** — The present state of the Mediterranean basin is examined. The resources of this area are discussed in relation to geology and climate.

The effects of the activity of man on the environment are examined. The great problems of water, agriculture and energy are discussed. New lines for the development of resources from the Mediterranean are aquaculture and marine technologies.

### Premessa

In questi ultimi anni, il Mediterraneo è stato oggetto di vivo interesse da parte dei Governi dei Paesi rivieraschi, delle Organizzazioni per la cooperazione internazionale, oltre che come sempre, degli ambienti scientifici.

Il tutto si è messo in movimento dopo la Conferenza di Stoccolma sull'ambiente umano, nel 1972.

Nel 1976 veniva approvato il Piano d'azione UNEP per la protezione del Mediterraneo, con la convenzione e i protocolli di Barcellona per la prevenzione dell'inquinamento.

La parte scientifica del Piano è costituita da un Programma di ricerca sul grado di inquinamento del mare, indicato col termine MedPol, articolato su sette grandi progetti, svolti col coordinamento dell'UNEP da 76 centri di ricerca di 15 paesi del Mediterraneo e da vari organismi specializzati dell'ONU (FAO, etc.). Esso si svolgerà in un arco di tempo di quattro o cinque anni con un impegno finanziario di circa sei milioni di dollari.

Negli intendimenti dell'UNEP, il piano d'azione deve servire come modello

(\*) Uno dei XL.

(\*\*) Frazione al ciclo di conferenze « Il Mediterraneo: problemi e prospettive », tenuta il 9 marzo 1979.

per programmi analoghi nel Mar dei Caraibi, nel Golfo Persico, nella Baia di Guinea, nel Mar Rosso, nell'Asia Orientale, etc. (1).

Più recentemente, su iniziativa della Francia, è stato approvato dai Governi un programma più ambizioso, il *Piano Bleu*, che si propone di effettuare studi previsionali di possibili scenari di sviluppo socio-economico dei Paesi rivieraschi su basi integrate e secondo linee dirette a conciliare lo sviluppo con la salvaguardia della Comunità ecologica mediterranea. (2)

Gli argomenti prioritari riguarderebbero l'urbanizzazione, l'industrializzazione, l'agricoltura, i trasporti marittimi, la ricerca e sfruttamento di idrocarburi, la produzione di energia, la protezione del suolo, la gestione delle risorse idriche, delle risorse biologiche del mare (inclusa acquacoltura), gli insediamenti umani, e il turismo, lo sviluppo di tecnologie energetiche alternative.

Non è questa la sede per trattare diffusamente delle iniziative di cui ho dato notizia, ma ho voluto ricordarle perché nella mia conversazione utilizzerò dati e notizie emergenti per la gran parte dalle ricerche promosse o finanziate dal programma UNEP in connessione con la FAO o comunque connesse con gli eventi indicati. Tali dati sono in buona parte raccolti in un numero speciale della rivista *Ambio*, dedicato al Mediterraneo. (3)

In tale numero sono riportati i seguenti articoli: Paul-Marc Henry: The Mediterranean: A threatened Microcosm; Peter S. Thacher: The Mediterranean Action Plan; Richard Helmer: Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean; Philippe Le Lourd: Oil Pollution in the Mediterranean Sea; Charles Osterberg and Stjepan Keckes: The State of Pollution of the Mediterranean Sea; Stjepan Keckes: The Coordinated Mediterranean Pollution Monitoring and Research Program; Alberto Sciolla Lagrange: The Barcellona Convention and its Protocol; Serge Antoine: A Blue Plan for the Survival of the Mediterranean Region; Mohamed Tangi: Tourism and the Environment; Jean Brisou: The Health Situation Around the Mediterranean; Harry Zvi Evan: Environmental Management in a Mediterranean Port; Alexander Gilad: Environmental Pollution Control in Metropolitan Athens; The Acropolis in danger; Ruggero Tomaselli: The Degradation of the Mediterranean Maquis; Henry Noel Le Houérou: Man and Desertisation in the Mediterranean Region; Cristian Floret and Mohamed Sk Hadje: An attempt to Combat Desertification in Tunisia; UNEP/FAO: Food, Agriculture and the Environment in the Mediterranean Basin; Robert P. Ambröggi: Freshwater Resources of the Mediterranean Basin; Daniel Charbonnier: Prospects for fisheries in the Mediterranean.

Alle pregevoli relazioni pubblicate in tale numero farò riferimento nella mia conversazione, che vuole esserne sostanzialmente un commento e un'integrazione.

(1) STJEPAN KECKES, « *Ambio* », 6, 327, 1977.

(2) SERGE ANTOINE, *A Blue Plan for the Survival of the Mediterranean Region*, « *Ambio* », 6, 333, 1977.

(3) *The Mediterranean. A Special Issue*, « *Ambio* », 6, 299-376, 1977.

Il Mediterraneo presenta due gruppi di problemi: quelli, cioè, che prendono origine dalla sua storia geofisica, situazione geografica e conformazione geologica, e quelli provocati dalle varie attività umane in una comunità ecologica di fatto della quale è difficile gestire il fragile equilibrio, data anche la scarsità di risorse disponibili.

Nella mia conversazione cercherò di prospettare gli uni e gli altri, ben sapendo che i problemi provocati dall'uomo possono essere in qualche modo regolati, mentre per i primi si tratta di conseguire un livello di conoscenza sufficiente per effettuare, all'occorrenza, interventi tempestivi.

La storia geologica del Mediterraneo è molto tormentata. (\*) Gli attuali Mari, Mediterraneo, Mar Nero, Mar Caspio, Mar Aral rappresentano ciò che rimane di un antico oceano a forma triangolare, con vertice all'incirca a Gibilterra, e aperto verso oriente, che collegava l'Oceano Atlantico con l'Oceano Indiano a nord dell'Africa. (\*\*)

Non esistevano le catene montuose attuali (Alpi, Appennini, Carpazi, Dinaridi, Atlante ecc.); al loro posto vi erano fosse lunghe e strette, con profondità anche superiori ai 5000 m, orlate spesso da cordoni o archi di isole che costituivano antichi frammenti rigidi dei due grandi continenti vicini.

Secondo attendibili ipotesi di lavoro dei geologi, circa 120 milioni di anni fa, i due continenti, Europa e Africa, cominciarono ad avvicinarsi fra loro, dando inizio ad una serie di accavallamenti che portarono, attraverso più fasi parossistiche, prima alla formazione delle grandi catene montuose, quali le Alpi, i Pirenei, i Carpazi, e successivamente (fra 20 e 9 milioni di anni fa) alla formazione degli Appennini, delle catene della Grecia, della Turchia, ecc.

In periodo più recente altri sommovimenti ridussero l'antico Oceano Mediterraneo più o meno alle dimensioni attuali, però con acque basse e imperfettamente comunicanti con l'Atlantico; ne conseguì un'intensa evaporazione con la precipitazione di gesso, salgemma, sali potassici per spessori talvolta superiori ai 3000 metri.

Successivamente, ancora una nuova fase compressiva portò (4-6 milioni di anni fa) alla formazione di numerose isole nel Tirreno e nell'Egeo, alla riapertura della comunicazione con l'Atlantico e alla struttura attuale dell'area mediterranea.

Attraverso questi eventi che continuano ancora, hanno preso origine il bacino del Mediterraneo Occidentale, ad ovest delle due isole; il tirrenico; lo ionico; quello mediterraneo orientale e dell'Egeo, tra loro separati da isole e stretti, che regolano la circolazione delle acque profonde (livello medio 1500 m, con fosse di 5000 m). Ricordiamo fra gli stretti: Gibilterra (pf. 365 m), il canale di Sicilia (350 m); i Dardanelli (100 m). Le piattaforme delle catene montuose costituiscono delle mappe talvolta stabili, talvolta attive, e sono caratterizzate da forte sismicità

(\*) Ringrazio il Prof. Selli per le notizie gentilmente fornitimi sulla storia geodinamica del Mediterraneo.

(\*\*) KENNETH J. Hsu, *Quando il Mar Nero si prosciugò*. « Scienze », 21, 42, 1978.

naturale e anche da un vulcanismo attivo. Con una superficie del mare di 2,5 Km<sup>2</sup> (escluso Mar Nero e Mar di Marmara) e con la presenza di numerose catene di montagne, il Mediterraneo è sede di importanti eventi meteoclimatici e di ciclogenesi, che hanno tanta rilevanza per l'equilibrio degli ecosistemi, e richiedono studi approfonditi e sistematici.

Convenzionalmente il bacino del Mediterraneo comprende, oltre al mare, un entroterra la cui profondità varia a seconda dell'argomento che si considera: secondo il criterio geobotanico ad es. l'estensione territoriale del bacino resta, grosso modo, compresa fra i limiti nord delle due culture della palma e dell'olivo.

Se si vuol tenere conto del possibile inquinamento da attività che possono incidere sull'uso del mare e sulla sua capacità di autorigenerazione, l'area può comprendere tutti o parte dei bacini dei corsi d'acqua di cui va regolata la gestione per contenere il carico inquinante.

Comunque, ai fini della sua conservazione, va tenuto presente che si tratta di un ambiente fisico a più dimensioni: aria, mare, suolo, paesaggio con le relative bellezze naturali, e di un sistema vivente in questo quadro fisico: fauna, flora, l'uomo nelle sue dimensioni biologiche e culturali.

Come fa rilevare Paul-Marc Henry, (\*) la storia dei Paesi del Mediterraneo indica un continuo spostamento di popoli, diversi tra loro per cultura e tradizioni, dal retroterra continentale verso il litorale.

Gli insediamenti costieri divennero col tempo centri di contatto tra i popoli del mare e del continente, e sede di una rete di scambi commerciali che hanno costituito la base di una cultura millenaria in cui affondano le nostre radici.

Si è creata così una comunità ecologica nella quale trovano posto diversità etniche a diversi livelli di sviluppo con una serie di problemi comuni, tra cui la salvaguardia del Mediterraneo ha posto preminente.

Sono ad es. problemi comuni quelli dei delta dei fiumi, delle zone aride, la resistenza o l'adattamento dell'ambiente fisico e sociale ai cambiamenti provocati dal turismo di massa, quelli della tutela del paesaggio, delle bellezze naturali, della « civiltà della piazza » tipica del Mediterraneo. Sono problemi comuni quelli della degradazione del territorio, conseguente all'urbanizzazione massiccia, della diffusione dell'inquinamento del mare, provocato dalle pratiche agricole, dalle attività industriali, dai trasporti marittimi e in particolare del petrolio, dallo stesso turismo di massa, e le variazioni microclimatiche provocate dalla deforestazione e desertificazione.

Da questo, l'esigenza per le Autorità dei Paesi rivieraschi di poter disporre di un quadro di riferimento che consenta loro di valutare le conseguenze immediate o remote di ogni intervento dell'uomo sulla capacità di recupero dell'ambiente mediterraneo e trarre quindi gli orientamenti per un'azione diretta a promuovere la crescita, conciliando l'equilibrio ecologico con le qualità della vita.

(\*) « Ambio », 6, 300, 1977.

E possiamo ora a considerare i vari problemi e valutare l'adeguatezza o meno degli strumenti posti in essere per risolverli.

Cominciamo dai *problemi naturalistici*.

Uno dei campi di maggiore interesse per il nostro Paese è quello della individuazione delle zone di « grande rischio sismico », data l'esigenza di predisporre strutture per interventi di soccorso in situazioni di emergenza, e di applicare le norme per costruzioni antisismiche.

Come è noto, fasce sismiche attraversano il Mediterraneo da est a ovest e da nord a sud: da est a ovest la fascia sismica si sviluppa a partire dalla Turchia, comprende la Grecia, la Sicilia e il Nord Africa: da nord a sud essa ha due grandi direttrici, una appenninica ed una dinarica.

I grandi terremoti si verificano generalmente all'intersezione dei lineamenti.

Lineamenti e intersezioni sono distribuiti in varie parti del Mediterraneo, che è, pertanto, ricco di aree di rischio sismico, che interessano anche il mare: basti ricordare per il nostro Paese, il mare al largo di Ancona, lo stretto di Messina, le isole siciliane, il Canale di Sicilia etc.

Orbene, nell'ambito della geofisica della Terra solida, lo studio delle proprietà della crosta terrestre come fondo e sottofondo marino è arretrato ancor più di quello della crosta terrestre continentale per le ovvie maggiori difficoltà di sperimentazione. Esso è soddisfacente solo per le batimetrie globali e parzialmente per le strutture geologiche del sottofondo, cioè in definitiva per le sole proprietà morfologiche.

Poco si sa sulle proprietà dinamiche ed evolutive, e nuovi campi di indagine si prospettano, alcuni anche di pratico interesse.

Stazioni di rilevamento dei sismi e microsismi e stazioni per il rilevamento dei moti lenti della costa, *collocate sul fondo marino*, potrebbero, come suggerisce il Prof. Caputo nella sua relazione, ampliare notevolmente le nostre conoscenze.

Tali stazioni di rilevamento potrebbero essere strumenti di ricerca validi anche per lo studio della geotermia, dell'idrologia sottomarina e della teoria della tettonica a zolle.

Passando al campo dei fenomeni *geotermici* va detto che il Mediterraneo, e in particolare i mari italiani, rappresentano situazioni di particolare importanza per i fenomeni di vulcanismo sottomarino e per il prolungamento in mare di situazioni termiche anomale come quella dei Campi Flegrei.

L'*idrologia* del sottofondo marino è pure di interesse per la possibilità offerta di captazione di acque dolci e di studio della potenzialità, da accertare, di utilizzo di gradienti di salinità.

La *dinamica dei fondali* infine potrebbe fornire tutta una nuova serie di elementi conoscitivi molto importanti per l'installazione di manufatti sul fondo, in termini di deposito, erosione e movimento di dune.

Purtroppo siamo ancora lontani dalla creazione di una tale rete sismica, quale ora prospettata, che per essere efficiente, dovrebbe essere gestita da un organo comunitario dei Paesi rivieraschi.

Altri problemi riguardano il *clima*, gli *eventi meteorologici*, le *risorse idriche*: essi imprimono globalmente una forte caratterizzazione all'ecosistema mediterraneo e debbono essere trattati congiuntamente.

E' noto che cambiamenti di clima a lungo termine portano a regimi climatici diversi che caratterizzano i diversi periodi geologici; ma sull'origine di tali variazioni la Scienza ci dice ancora pochissimo.

Fasi di freddo intenso si alternano con periodi interglaciali caldi, più brevi, della durata di 10-15 mila anni; e alla *scala del secolo* variazioni più modeste sembrano legate all'apparizione di macchie solari, che coinciderebbero coi periodi più freddi.

Ma una serie di eventi verificatisi di recente, e in particolare negli anni 60 (\*) quali ad es. la grande siccità nel Sahel dal 1968 al 1973, l'estate torrida in Europa nel 1975, i grandi freddi sulla costa orientale degli USA nel 1977, la grande siccità in Europa occidentale, centrale e settentrionale, specialmente in Inghilterra negli anni 76-77, hanno attratto l'attenzione dei Governi. E' stato così predisposto un Programma climatologico mondiale che è stato portato in questi giorni in discussione ad un'apposita Conferenza a Ginevra (12 febbraio '79). In essa si è fatto il punto delle nostre conoscenze e si è definito un Programma di studi sull'evoluzione del clima in relazione con le attività dell'uomo.

La *variabilità climatica* sembra infatti influenzata anche dalle attività umane. Queste con il loro carico di inquinanti chimici, termici, variazioni dello stato del suolo, disboscamenti, erosioni e degradazioni del terreno e sversamenti a mare stanno alterando l'equilibrio di taluni fattori collegabili col clima, cosicché cambiamenti climatici, a vita d'uomo, in località determinate, ma piuttosto estese, possono verificarsi e assumere ampiezze rilevanti per la vita animale e vegetale e tali da provocare negli ecosistemi mutamenti imprevedibili (aerosoli, azione dei fluoro-carburi sull'ozono stratosferico, piogge acide, etc.).

Ciò vale in particolare per il bacino del Mediterraneo che comprende sulla terra solida oltre tre milioni di Km<sup>2</sup> di zone aride e cioè il 40% della superficie totale di circa 8 milioni di Km<sup>2</sup> di terra solida, (\*) con un pericolo di desertizzazione crescente, dovuta all'aridità, combinata con una pratica distruttiva dell'uso del suolo, per il sovraccarico di esseri umani e di animali. La desertizzazione procede inesorabile nei territori meridionali del bacino: uno studio effettuato di recente su una superficie di circa 100 mila Km<sup>2</sup> nella Tunisia meridionale (†) mette in evidenza attraverso rilevamenti aerei effettuati negli ultimi dieci anni, che almeno 12.500 Km<sup>2</sup> sono stati trasformati in deserto per incuria dell'uomo.

Aridità del suolo e desertizzazione sono esaltate dalla scarsità di acqua che riduce l'espansione delle culture irrigue, le quali nel bacino del Mediterraneo si estendono per circa 17 milioni di ettari (quasi il 7,5% della superficie irrigua mondiale, 220 × 10<sup>6</sup> Ha).

(\*) MARTINE BARRIÈRE, « Recherche », 37, 178, 1979.

(†) PAUL-MARC HENRY, « Ambio », 6, 304, 1977.

(\*) H. NOEL LE HOURCOU, « Ambio », 6, 363, 1977.

Oltretutto va rilevato che è poco nota l'entità delle riserve di acqua dolce nel Mediterraneo. Si sa che i territori del litorale Nord ricevono da 400 a 100 mm/anno di acqua, contro i 1000 mm delle regioni del litorale sud, eccettuato il Maghreb (300-600 mm/anno). Si calcola che il Mediterraneo contribuisce all'evaporazione con 1440 mm di acqua all'anno. (10)

Poco è noto circa la precipitazione a mare: inoltre sono ancora del tutto ignorati i contributi delle acque sotterranee, e di quelle sottomarine, sicuramente non trascurabili. Si calcola che ogni anno vadano perduti 3 Km<sup>3</sup> di acqua dolce in sorgenti sottomarine o freatiche. Da questo deriva l'esigenza di studi appropriati interdisciplinari diretti a colmare tante lacune conoscitive.

Qua mi pare opportuno segnalare una proposta formulata da G. Medici, Presidente dell'Accademia Nazionale di Agricoltura, (11) diretta alla costituzione di un moderno servizio (che potrebbe essere mediterraneo) meteo-idro-climatologico che, strutturato adeguatamente, potrebbe rispondere alle esigenze dei vari settori quali l'agricoltura, trasporti aerei e marittimi, viabilità, turismo, industria, igiene, sanità, difesa del suolo, gestione delle risorse idriche, etc.

Abbiamo visto finora che vi sono problemi comuni a tutti i Paesi rivieraschi, connessi con le vicende geologiche relative alla formazione del bacino del Mediterraneo, problemi per i quali s'impone un impegno di ricerca finalizzata e coordinata, diretta ad individuare norme di assistenza e indicazioni valide per interventi operativi.

Ma oltre a questi problemi imposti dalla natura vi sono quelli provocati dalla azione dell'uomo nello sviluppo agricolo, nell'industria, nel turismo, nell'espansione dei trasporti.

*L'agricoltura* resta una attività strategica nel Mediterraneo.

La produzione agraria nel Mediterraneo si concentra essenzialmente nei Paesi della riva Nord che, pur rappresentando un terzo della superficie totale, possiedono i 3/4 delle terre arabili e producono 80% della produzione di vino, 85% dei cereali e delle olive, 75% dei pomodori e possiedono 9/10 del patrimonio bovino e 3/4 del patrimonio ovino. (12)

I problemi posti dall'attività agricola all'ambiente sono diversi per i Paesi delle due rive. Quelli della costa nord devono essenzialmente proteggere dall'inquinamento l'aria, l'acqua etc., i Paesi della costa sud devono mantenere la qualità delle risorse, dato che l'aridità del suolo e la scarsità dell'acqua condizionano ogni possibilità di crescita dell'agricoltura. Si può affermare che la crescita della produzione agricola e zootecnica rilevata negli ultimi tempi nei Paesi del vicino Oriente e del Nord Africa è stata ottenuta, salvo qualche eccezione, a detrimento delle risorse naturali.

Grandi sforzi sono in atto per un'agricoltura più intensiva, meccanizzata e industrializzata, al fine di ottenere produzioni primatiche pregiate per l'esporta-

(10) ROBERT P. AMBROGI, « Ambio », 6, 371, 1977.

(11) Acc. Naz. Agr., Annali XCVII, VI serie, maggio 1978, Bologna.

(12) *Le bassin méditerranéen. Proposition pour un programme d'études et d'actions*. Plan bleu, janvier 1976. (Document élaboré par la Soc. Prosp. et Aménagement).

zione (Israele, Algeria, Libia). Questa evoluzione riduce le dimensioni della società agraria tradizionale, ma comporta un inquinamento maggiore, dovuto al maggior consumo di antiparassitari, diserbanti e fertilizzanti, variazioni del microclima, modificazioni del regime di sedimentazione.

Queste modificazioni richiedono una gestione delle risorse che si ripercuote sull'ambiente (dighe, dissalazione di acqua, creazione di barriere frangivento e riforestazione, lotta contro l'erosione).

L'erosione del suolo è uno dei problemi più gravi e costituisce una minaccia per tutta l'agricoltura mondiale.

Uno studio di Piementel effettuato con vari collaboratori<sup>(1)</sup> relativo alla degradazione del suolo in USA, dimostra che « la formazione del terreno agrario procede con un ritmo annuale che corrisponde a circa un decimo (3,75 t/Ha) del ritmo di perdita (30 t/Ha). E questo in zone a pendenza non superiore a 5%. Secondo l'A., durante gli ultimi 200 anni, circa 94 milioni di Ha sono andati perduti per la produzione, e questo corrisponde quasi alla metà del terreno oggi coltivato (188 milioni di Ha). Di questa perdita, 1/4 va al mare, 3/4 nei serbatoi, nei laghi, nei fiumi.

La produzione potenziale è stata ridotta del 10-15% circa. Si calcola che per compensare tale diminuzione di potenzialità produttiva si è consumato il 7,5% dell'energia globalmente impiegata in agricoltura.

Se, con queste premesse passiamo a considerare i problemi della degradazione del suolo nel Mediterraneo, vediamo quanto essi siano gravi, data la forte pendenza delle superfici residue delle zone aride, e data l'avanzata del deserto nella parte pianeggiante della costa sud.

Si calcola che il consumo energetico necessario per compensare l'erosione e per guadagnare nuovi terreni alle colture, rappresenta una aliquota notevole degli attuali consumi energetici in agricoltura.

La lotta contro l'erosione e la degradazione del suolo, la ricostruzione del manto vegetale e la riforestazione a scopo conservativo e non soltanto a scopo economico, sono problemi vitali per l'area meridionale del bacino e s'identificano con la conservazione fisica del territorio.

Da questo rapido excursus emergono anzitutto come fattori negativi la scarsità di acqua, lo stato di degradazione del suolo, mentre resta incerta la disponibilità di fonti energetiche fossili. L'unica risorsa energetica disponibile per i Paesi della riva Nord è quella solare, che insieme con le bellezze naturali, fa del Mediterraneo il « giardino del mondo » e sostiene il turismo e le attività ad esso collegate.

Si pone il problema di utilizzare l'energia solare e quella eolica in agricoltura: è questo il settore che non richiede forti concentrazioni di potenza e può utilizzare sia l'energia solare che l'energia eolica (come dimostra l'intensa utilizzazione del vento nelle varie isole del Mediterraneo sud orientale).

(1) « Science », 194, 149, 1976.



L'energia solare potrebbe agevolmente essere impiegata per la produzione di biomasse algali, per la fotosintesi microbica e principalmente per sollevare acqua dalla falda freatica e per dissalare l'acqua di mare. Si afferma che il processo di dissalazione è troppo costoso. Ciò può esser vero per oggi: ma gli studi finalizzati a ridurre i costi sono incoraggianti. Comunque va tenuto presente che l'acqua per i Paesi Mediterranei, è più che un bene di consumo, è un moltiplicatore per la produzione agricolo-alimentare e in tale contesto vanno considerati costi e benefici.

L'uomo mediterraneo, che ha avuto in dono l'energia solare, non può non tentare di impiegarla, con il sussidio delle moderne tecnologie e specie di quelle elettroniche, per valorizzare le risorse disponibili e sviluppare un'industria decentrata, articolata in impianti di medie e piccole dimensioni, anch'essi idonei per allargare la base produttiva in un processo di sviluppo agricolo e industriale quanto mai difficile.

#### *Inquinamento da trasporti petroliferi*

Ogni anno vengono mediamente versati nel Mediterraneo circa 370 mila tonn. di idrocarburi. <sup>(1)</sup> Ne derivano effetti diversi a seconda che si tratti di fenomeni massivi generalmente legati ad eventi eccezionali oppure di fenomeni cronici e continui. Di tali effetti tratta diffusamente Pierre Nounou in una esauriente rassegna pubblicata su « La Recherche ». <sup>(2)</sup>

Nel primo caso, gli effetti immediati sono una distruzione quasi istantanea e totale delle risorse viventi, specie di uccelli marini, con conseguenti squilibri ecologici quali l'aumento di popolazioni algali e la sparizione di talune specie trofiche.

Studi effettuati a seguito delle vicende Amoco-Cadiz (200 mila tonn.) nel marzo '78, o della Torry Canyon (1967) e di molte altre verificatesi a partire dagli anni '60, dimostrano, però, che, a poco a poco, si ricostituisce l'equilibrio primitivo.

Le conoscenze attuali sull'azione degli idrocarburi sull'ambiente marino mettono in rilievo secondo Nounou un punto fondamentale: « la natura ha avuto il sopravvento sui versamenti limitati nel tempo e nello spazio: gli idrocarburi versati sono stati sempre distrutti per via biologica o chimica e gli equilibri sono stati ricostituiti ».

Diversamente stanno le cose per quel che riguarda l'inquinamento cronico.

Alla superficie del mare si trovano organismi planctonici che finiscono con l'assorbire gli idrocarburi ed eventuali altri inquinanti che possono raggiungere il mare attraverso le precipitazioni e le acque superficiali.

Gli inquinanti assorbiti possono essere tossici per la zooplankton, le uova e le larve di pesci: e ciò vale particolarmente per gli ambienti ristretti come i mari chiusi e gli stagni che sono sede di una più intensa produzione biologica.

Sono state osservate anche necrosi nei pesci.

<sup>(1)</sup> PHILIPPE LE LOUËN, « Ambio », 6, 317, 1977.

<sup>(2)</sup> « Recherche », 97, 147-156, 1979.

L'inquinamento cronico è preoccupante perché non si prevede la sua sparizione, alimentato com'è dalla crescente espansione demografica e dallo sviluppo economico.

Pertanto, mentre si intensificano gli studi sugli effetti a lungo termine impostati col programma CEPEX (Controlled Ecosystems Pooled Experiments) occorre fare ogni sforzo per ridurre i versamenti a mare delle acque delle petroliere, e impedire il loro trattamento nei porti.

*Inquinamento da rifiuti urbani e industriali*

Diversi studi riguardanti vari inquinanti sono stati effettuati da diversi autori, tra i quali ricordiamo R. Helmer <sup>(16)</sup> e Ch. Osterberg e Stepan Kockes. <sup>(17)</sup>

Stime relative all'inquinamento organico, calcolate su dati FAO e aggiornate al 1974, sono pubblicate dall'Obs. de l'OCDE, 1975, p. 35 (Tab. 1).

Tab. 1 - *Charge organique des effluents domestiques et industriels.*

|            | PAYS DE L'OCDE               |          |                              |          |                             |          | AUTRES PAYS POUR LESQUELS ON DISPOSE DE RENSEIGNEMENTS |          |        |
|------------|------------------------------|----------|------------------------------|----------|-----------------------------|----------|--|----------|--------|
|            | <i>Effluents domestiques</i> |          | <i>Effluents industriels</i> |          | <i>Total</i>                |          | <i>Effluents domestiques</i>                           |          |        |
|            | <i>DBO<sub>5</sub> t/an</i>  | <i>%</i> | <i>DBO<sub>5</sub> t/an</i>  | <i>%</i> | <i>DBO<sub>5</sub> t/an</i> | <i>%</i> | <i>DBO<sub>5</sub> t/an</i>                            | <i>%</i> |        |
| Espagne    | 201.000                      | 18,23    | 170.000                      | 17,10    | 371.000                     | 17,69    | Malta  | 8.000    | 9,16   |
| France     | 177.500                      | 16,10    | 200.000                      | 20,12    | 377.500                     | 18,01    | Cipro  | 9.600    | 10,99  |
| Italie     | 506.500                      | 45,93    | 344.000                      | 34,73    | 1.050.000                   | 50,10    | Siria  | 6.500    | 7,44   |
| Yugoslavia | 17.800                       | 1,60     | 80.000                       | 8,05     | 97.800                      | 4,66     | Libano   | 31.250   | 35,78  |
| Grecia     | 100.000                      | 9,07     | n.d.                         | n.d.     | 100.000                     | 4,77     | Israele  | 32.000   | 36,63  |
| Turchia    | 100.000                      | 9,07     | n.d.                         | n.d.     | 100.000                     | 4,77     |  |          |        |
| TOTAL      | 1.102.800                    | 100,00   | 994.000                      | 100,00   | 2.096.800                   | 100,00   | TOTAL  | 87.350   | 100,00 |

SOURCE: Calculs fondés sur des données de la FAO.

L'inquinamento globale espresso in DBO<sub>5</sub> si valuta in 2.086.000 t/anno, di cui oltre il 50% di origine urbana. Dalla tabella risulta anche la distribuzione regionale. Tale situazione non si può considerare statica perché l'industrializzazione

<sup>(16)</sup> « Ambio », 6, 314, 1977.

<sup>(17)</sup> « Ambio », 6, 321, 1977.

è in forte aumento: soltanto nei Paesi costieri del bacino nord occidentale e dell'Italia fino a Trieste sono installati circa 120.000 impianti industriali.

La « gestione pulita » del Mediterraneo è resa difficile da talune sue caratteristiche intrinseche.

Si tratta di un mare quasi chiuso, nel quale una corrente superficiale introduce acqua dell'Atlantico, attraverso lo stretto di Gibilterra, mentre una corrente sottostante trasporta nell'Atlantico le acque profonde del bacino. Il bilancio di tale scambio è negativo; infatti la salinità aumenta da Gibilterra (36,2%) verso est (39,2%).

Il mare ha una debole capacità nutritiva: le acque che lo alimentano provengono per la quasi totalità dall'Atlantico orientale, le cui riserve sono già esaurite: poche altre zone sarebbero meno produttive del Mediterraneo.

Tuttavia il rapporto di C. Osterberg ed S. Keckes sopra citato per quanto riguarda l'inquinamento, afferma che « la situazione del Mediterraneo quale essa è oggi, appare né migliore né peggiore degli altri oceani che sono stati studiati più accuratamente, mentre vi sono taluni 'punti caldi' locali ».

Tra i mari italiani quelli « più caldi » come inquinamento attuale e potenziale, soprattutto per gli insediamenti urbani e industriali, sono il Mar Ligure e l'alto e medio Adriatico.

Per metterlo in luce l'attenzione è stata rivolta agli inquinanti contenuti nei prodotti della pesca in questi mari. (1)

Per valutare i rischi reali relativi alla parte dovuta ai prodotti ittici, Viviani ha suggerito un approccio di valutazione igienico-sanitaria e utilizza, come riferimento, il consumo medio giornaliero di tali prodotti da parte del cittadino medio italiano. (2)

Utilizzando tale metodo di calcolo, dimostra che l'assunzione settimanale di piombo, cadmio, rame, ddt, dieldrina, lindano, pcb, attraverso i prodotti della pesca nel Mar Ligure e alto-medio Adriatico, risulta largamente inferiore come percentuale, all'assunzione tollerabile provvisoria settimanale (ATPS).

Nel caso invece degli esemplari più contaminati in mercurio del Mar Ligure, i limiti di ATPS per questo metallo sono raggiunti e superati, mentre in quelli dell'Adriatico rappresentano soltanto 1/3 della ATPS.

Per quanto riguarda i residui di ferro, cromo, zinco e rame, metalli essenziali nella nutrizione umana, la loro introduzione settimanale, secondo il consumo medio di prodotti ittici in Italia, risulta largamente inferiore al fabbisogno nutritivo settimanale (F.N.S.).

In conclusione, l'inquinamento delle acque del Mediterraneo non ha ancora raggiunto un livello critico, ma trattandosi di un mare semichiuso, con un ricambio di acqua negativo, bisogna vigilare perché esso sia adeguatamente tutelato affinché la produttività biologica del mare non abbia a soffrirne ulteriormente.

(1) R. VIVIANI, Atti del Convegno Linceo sugli Aspetti Scientifici dell'inquinamento dei mari italiani. Roma 1976, Acc. Naz. Lincei, p. 333 e seg.

(2) R. VIVIANI, *Id.*, p. 373.

E passiamo a considerare le risorse minerarie.

Uno studio sulle risorse minerarie individuate finora nei territori dei Paesi rivieraschi è stato fatto da Paul-Marc Henry. (\*)

Sulle risorse del fondo del mare farà qualche relazione il Prof. Selli.

Dò qui tuttavia un breve cenno sui risultati delle ricerche avviate, peraltro, da pochi anni.

*Idrocarburi e vapore.* Anche se finora non sono stati scoperti grandi giacimenti, le prospettive sono favorevoli: le aree più promettenti sono nel Canale di Sicilia, Ionio e Mediterraneo occidentale e parte dell'Egeo e del Mar Tirreno (Largo di Ragusa). Indizi favorevoli si hanno nelle zone costituite da rocce calcaree della serie più giovane del mesozoico.

*Concrezioni e fanghi ferro-manganesiferi.* Ne sono stati rinvenuti nel Mar Tirreno meridionale e ne sono prevedibili nel Canale di Sicilia ed Egeo meridionale in connessione con il vulcanismo sottomarino. Essi hanno tenori promettenti di nichel (talora rame), anche se non hanno le caratteristiche dei noduli ferromanganesiferi oceanici.

*Salgemma e sali potassici* sono molto diffusi e spesso in condizioni favorevoli di estrazione presso le coste (Calabria).

Molti Paesi praticano già le conclusioni delle conferenze di Caracas del '74 e di New York del '76, e cioè, riservano per i propri interessi economici la piattaforma fino a 200 miglia. Nel Mediterraneo però si può disporre al massimo di 120 miglia: l'area « italiana » si estenderebbe così per 577.000 Km<sup>2</sup>, e cioè quasi il doppio della superficie del Paese. Ma per un ulteriore sviluppo occorre una svolta tecnologica.

L'esplorazione, a fini pratici, delle risorse del fondo del mare e del sottofondo marino devono essere svolte a profondità d'acqua che si estendono dagli attuali limiti degli zoccoli continentali alle scarpate continentali ed ai piani abissali.

Il recupero di noduli polimetallici giacenti sui piani abissali, l'utilizzazione di risorse energetiche, chimiche, minerarie presenti nel mare e sotto i fondali profondi sono alcuni tra i temi di immenso interesse scientifico, tecnologico e soprattutto economico che i Paesi più sviluppati stanno affrontando oggi con enorme impiego di risorse finanziarie ed umane.

In questo quadro, lo sviluppo delle tecnologie che consentono il raggiungimento della capacità operativa nei vari campi di attività, e alle profondità citate, come rileva il Prof. Puppi nella sua relazione, non può che essere svolto attraverso una serie di sperimentazioni in scala o al vero, nelle condizioni ambientali reali, dei vari mezzi e tecniche diretti a tale scopo. Solo da una base operativa ubicata in acque profonde e collegata logisticamente con laboratori di ricerca su piattaforma o a terra

(\*) « Ambio », 6, 302, 1977.

si può condurre efficacemente questo tipo di sperimentazione, dato che non sono accettabili le estrapolazioni rese possibili con l'impiego dei mezzi oggi esistenti, che sono valide per i 200-300 metri di profondità operativa.

Il Prof. Puppi illustrerà nella sua relazione lo stato di avanzamento delle conoscenze e delle realizzazioni nel settore.

*Produttività biologica del mare.* I problemi della pesca nel Mediterraneo sono regolati da una convenzione adottata nel 1952 tra i Paesi rivieraschi, nel quadro del General Fisheries Council for the Mediterranean (GFCM), organismo inter-governativo integrato nella FAO.

Un rapporto esauriente sullo stato del problema è stato pubblicato dal Dr. D. Charbonnier, Segretario del GFCM. <sup>(2)</sup>

Qua di seguito se ne dà un breve cenno.

La produzione ittica del Mediterraneo non soddisfa la domanda, sicché 2/3 del pesce consumato proviene dall'Atlantico. Il totale del pescato nel Mediterraneo (compreso il Mar Nero) è andato crescendo di anno in anno fino a raggiungere nel '74 circa 1,3 milioni di tonn. (1,8% del pescato mondiale di 70 milioni di tonn.).

La pesca ha tuttavia carattere artigianale e le risorse relative alle specie pregiate si vanno esaurendo.

Secondo Charbonnier le valutazioni attuali sullo stato di sfruttamento degli stocks ittici sono basate per lo più sull'esame di serie di dati statistici di cattura e di intensità di pesca, che quando esistono, sono poco attendibili. Anche per questo vi è la tendenza a valutare le risorse con metodi indipendenti dalle statistiche di pesca con marcature, rivelazioni acustiche, metodo delle uova, etc. Quando e dove ciò è stato fatto (ad es. al largo delle coste turche, tunisine e nell'Adriatico) è stata rilevata una ricchezza di prodotto a volte insospettata.

Ad ogni modo, misure degli stock ittici vanno estese per lunghi periodi, perché si possa disporre di dati attendibili.

Particolare interesse potrebbero assumere nel Mediterraneo l'intensificazione dell'*acquacultura* nei bacini salmastri costieri e la *maricoltura* in gabbie galleggianti in bracci di mare protetti (*fattorie marine*).

Vi sono circa 100 bacini costieri nei Paesi mediterranei con una superficie complessiva di circa 1 milione di Ha (di cui 41 in Italia con una superficie di circa 140 mila Ha). Molte delle tecniche impiegate per l'*acquacultura* nel Mediterraneo sono generalmente di tipo estensivo, mentre i programmi di sviluppo sono di tipo intensivo ed offrono prospettive di maggiore profitto. Vi sono tuttavia da risolvere problemi complessi: controllo degli allevamenti, sopravvivenza dei neonati, ricerca di un'alimentazione adatta per le prime fasi dello sviluppo, problemi della fecondazione (impiego di ormoni) etc. Un programma di ricerche su questi problemi è stato avviato dal GFCM (General Fisheries Council for the Mediterranean) nel 1970.

<sup>(2)</sup> « *Ambio* », 6, 374, 1977.

Sembra però giunto il momento di una svolta nei rapporti tra l'uomo e il mare. Il mare è stato utilizzato come pattumiera e per la caccia acquatica.

La produzione mondiale di pescato ammonta a circa 70 milioni di tonnellate, con le tecniche odierne.

Volendo aumentare la produzione del mare occorre saperne di più dei meccanismi di crescita se non di tutte le specie, almeno di quelle ritenute di maggiore interesse.

*Fattorie marine* sono sorte negli ultimi anni in diversi Paesi: all'avanguardia è il Giappone la cui produzione effettuata in recinti galleggianti supera di gran lunga quella del resto del mondo (USA e URSS compresi).

In Francia, per iniziativa del CNEXO, sono stati creati grossi centri di ricerca nei quali vengono studiati tutti i problemi chiave dell'allevamento di *specie ittiche nobili* (l'aragosta sfugge ancora ad ogni controllo): salmoni, trote di mare, rombo, gamberetti, etc.

Una volta risolti i problemi per le specie più nobili, si passerà poi alle specie meno nobili.

Contro 200-500 kg/ha per anno per i bovini, gamberi e gamberetti d'acqua salmastri in Polinesia danno 5-10 tonn/ha; la ricciola allevata in fattorie produce qualche decina di tonn/ha; esperienze americane su trote di mare, condotte in speciali bacini a circolazione forzata d'acqua, han dato varie decine di tonn/ha.

In Giappone vi sono oggi circa 3000 aziende di acqua e marecoltura.

La FAO prevede una produzione di 25 milioni di tonnellate nel 1985, 50-100 milioni nel 2000 (un tonnellaggio dell'ordine di grandezza di quello oceanico) su trenta milioni di ha di fattorie marine.

Quando si riuscirà a risolvere i problemi a cui ho accennato, lo sfruttamento del mare oggi effettuato col sistema della caccia, cederà il posto alla marecoltura effettuata col sistema dell'agricoltura stanziale, in fattorie marine o in bracci di mare pulito per le specie più nobili.

Oggi siamo ancora agli albori; ma dalle esperienze fatte si possono trarre buoni auspici per il futuro.

Se le ricerche petrolifere risultassero positive, se i Paesi del Nord Africa, come ad es. Libia e Algeria, apportassero le proprie risorse energetiche, se uno spirito di pace e di collaborazione tecnica animasse tutti i Paesi rivieraschi, molte difficoltà del processo di sviluppo verrebbero superate, e il Mediterraneo potrebbe rivivere un nuovo periodo di splendore, con una pluralità di attività economiche di dimensioni adatte alle tradizioni.

In questa prospettiva, lo studio del *Piano bleu* può rappresentare un documento di base, un punto di riferimento importante, in quanto vuole essere uno studio di sistema delle interrelazioni tra componenti dello sviluppo e caratteristiche ambientali.

Se parliamo di tutto ciò, riferendoci al Mediterraneo, non possiamo non richiamarci alla continuità della nostra civiltà.

Dove le cartine oggi illustrano i punti caldi dell'inquinamento, o la distribuzione attuale o probabile delle risorse petrolifere, o il mutare delle zone d'influenza delle

grandi potenze, potremmo anche mettere, cedendo agli usi dei compilatori di carte, delle bandierine, che indichino il nascere della Cultura e della Scienza antica.

E il Mediterraneo, in questo, anche in questo, fa storia.

Si fa risalire al VI secolo a.C., e si localizza in una piccola città sulle coste dell'Anatolia, il nascere della Scienza: a Mileto nacque Talete, anche se Egitto e Mesopotamia hanno preceduto la Grecia nel dare i natali alla nostra civiltà scientifica.

Talete, Anassimandro, Anassimene, l'acqua, la terra, il fuoco. E poi Eraclito di Efeso, e poi la Magna Grecia, le scuole italiane, Crotone, Reggio, Elea, Agrigento, l'isola di Samo, e poi Euclide, Parmenide. Empedocle di Agrigento. Tutte bandiere sulla nostra carta.

E questa Scienza, che rifiutava con Ulisse le frontiere delle colonne d'Ercole, che indica in Prometeo il contrasto tra lo scienziato e il potente, parlava anche allora di aria, di acqua, di terra, di fuoco.

Quel fuoco che, sotto la fattispecie di energia, costituisce, come allora nella mente del filosofo, oggi ancora il cardine della nostra civiltà.

Potrà fiorire nel Mediterraneo una forma di sviluppo economico e sociale degna delle sue tradizioni culturali e finalizzata verso una migliore qualità della vita?

Amiamo crederlo, anche se ciò comporta il prevalere della fiducia sulla esperienza.