



Rendiconti

Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL

*Memorie di Scienze Fisiche e Naturali*

99 (1981), Vol. V, fasc. 5, pagg. 67-78.

SILVIO RANZI (\*)

## La Biologia Marina e il Mediterraneo (\*\*)

### The marine biology and the Mediterranean sea

**SUMMARY.** — Characteristics of the sea life. Plankton and benthos. Differences between the flora and fauna in superficial and deep sea waters. Temperature influences. Light influence. The sea like an ecosystem. Life cycles in the sea. Differences between North Sea, Antarctic Ocean and Mediterranean sea. Vitamin A, vitamin D and wax cycles in the sea. Deep sea fauna. Geological origin and colonization of the Mediterranean sea. Mediterranean sea pollution. Different pollutants: continental origin of the pollutants. Pesticide concentrations. Oil-tankers in the Mediterranean sea. Overfishing effect. Suez canal and Aswan Dam effects on the Mediterranean sea. Urgent need of rules for the Mediterranean protection.

Le più antiche faune conservate fossili sono marine. Il mare aveva una vita rigogliosa, molto prima che questa apparisse sulle terre emerse.

E' certo che oggi il mare offre la più grande varietà di organismi. Tra gli animali vi sono tipi e classi di cui tutti i rappresentanti sono marini; tra i tipi: Ctenofori, Adelocordati, Echinodermi, Chetognati, sono in queste condizioni. Tutti i rappresentanti delle classi degli Scifozoi, Diciemidi, Ortonessidi, Sipunculoidi, Anfineuri, Scafopodi, Cefalopodi, Picnogonidi, Foronidei, Branchiopodi e tutti i componenti dei sottotipi degli Urocordati e Cefalocordati sono marini. Classi di una certa importanza, che non abbiano nessun rappresentante in mare, si limitano agli Uccelli, molte specie dei quali vivono però in stretto rapporto col mare. La vita nel mare offre pertanto la maggior varietà di forme.

A una notevole varietà di forme non corrisponde una altrettanto grande varietà di specie: l'ambiente marino è in definitiva abbastanza uniforme e questo non ha portato a una speciazione grande quanto quella che si è verificata nei gruppi sistematici tipicamente terrestri. Sulla terra emersa si osservano infatti ambienti, molto diversi tra loro, con forti differenze ecologiche e sono frequenti processi di segregazione.

Vi sono organismi che, grazie a particolari adattamenti atti a sostenerli vivono

(\*) Uno dei XL: Istituto di Zoologia, Università statale, Milano.

(\*\*) Conferenza tenuta nella Sede Accademica il 5 dicembre 1979, nel Ciclo Problemi e Prospettive del Mediterraneo.

perennemente sospesi nelle acque senza mai toccare il fondo. Solo alcuni di essi hanno mezzi di locomozione, ma non così buoni da permettere loro di andare contro le correnti che esistono in mare. Questi organismi seguono passivamente i movimenti della massa di acqua che li ospita. Questi esseri viventi, animali e vegetali, formano il plancton (zooplancton e fitoplancton rispettivamente).

Esistono organismi che vivono in rapporto al fondo, su di esso o in esso, mobili o fissi, e in qualche caso, come avviene per certi pesci, possono allontanarsi per brevi nuotate salvo a tornare alla fine di esse ad appoggiarsi sul fondo. Questi organismi costituiscono il bentos.

Infine abbiamo animali che, come molti Pesci, Crostacei e Cefalopodi sono capaci di movimenti autonomi e, senza aver rapporti col fondo, possono non essere trasportati dalle correnti. Questi organismi costituiscono il necton.

E' chiaro che esistono organismi planctonici di acqua superficiale e di acque profonde e organismi bentonici e nectonici di acque basse e di acque profonde.

L'ambiente marino è stato diviso in varie zone che corrispondono a diverse profondità e che hanno quindi diverse caratteristiche e diversi popolamenti: litoraneo, sublitoraneo (gli unici praticamente presenti nell'Adriatico Settentrionale), butiale a profondità superiori a 200 metri.

Le differenti regioni del Mediterraneo presentano pertanto diverse condizioni di vita.

Vi è però una profonda differenza tra le condizioni di vita planctonica o bentonica che sia, in acque basse e in acque profonde. Si tengano presenti le condizioni fisiche diverse, alle diverse profondità: innanzitutto, la pressione. Ogni 10,07 metri di profondità la pressione aumenta di 1 atmosfera, e cioè a 100 metri ci sarà una pressione di 10 atmosfere, a 1.000 metri una pressione di circa 100 atmosfere. Questo significa che i gas contenuti nel corpo di un organismo, per esempio nella vescica natatoria di un pesce di profondità, debbono essere tutti ad una pressione tale da bilanciare la pressione idrostatica. E' per questo che, quando si pescano i pesci di profondità, questi sono di solito morti e, in molti casi, si osservano le pareti della vescica natatoria, che sporgono dalla bocca, perché i gas contenuti nell'interno di essa si sono dilatati. E' questa la ragione che migrazioni verticali di singoli individui planctonici, di regola, non si osservano o sono molto limitate.

La temperatura delle acque superficiali è influenzata dalla temperatura dell'aria e poi gradatamente cambia, man mano che ci si approfonda, fino a raggiungere un valore costante al di sotto del quale non varia più. Questo valore nell'Oceano, è raggiunto a circa 2.500 metri di profondità e la temperatura è, a quella profondità, di 2,5°C. Nel Mediterraneo, invece, lo strato a temperatura costante è raggiunto a circa 400 metri dalla superficie e, al di sotto di questa zona, la temperatura è di circa 13°C.

La temperatura non ha però grande importanza, nella ripartizione degli animali, come si può arguire dal fatto che la maggior parte dei planctonici di superficie sono cosmopoliti perché euritermi (si osservano cioè sia nei mari caldi, sia nei mari freddi). Però la temperatura ha la sua importanza per la biologia di molti animali. Si è detto che nel Mediterraneo la temperatura, al di sotto di 400

metri, è costante (circa 13°C). Questo, sia in estate che in inverno. Gli animali, che vivono al di sotto di 400 metri, non sentono così le variazioni stagionali della temperatura, ma vivono sempre nelle stesse condizioni termiche, come in un termostato. Ne segue che, ad esempio, mentre gli squali di superficie hanno un periodo degli amori, che per molte specie coincide con la primavera, gli squali di profondità non hanno un periodo fisso di riproduzione, nel senso che possono riprodurre tutto l'anno.

Se si guarda però con la mentalità morfo-ecologica l'organizzazione dei componenti della fauna e della flora delle differenti profondità, si riconosce che il fattore principe, cui essa obbedisce, è la luce.

Le radiazioni luminose si smorzano man mano che dalla superficie penetrano nell'acqua. Stando a quanto può percepire l'occhio umano, il Bebbe che, chiuso nella sua batisfera, è sceso nelle profondità marine, ha visto con uno spettroscopio che, a 250 metri di profondità, la luce è ridotta a una banda ristretta intorno a circa 500 nm, che dà una penombra azzurrina. A livelli inferiori l'occhio ha sensazione di una crescente oscurità, che a 500 metri diviene il nero più assoluto. Da queste ricerche, che sono state confermate dai più precisi dati di Vercelli, ottenuti con lastre fotografiche protette da speciali filtri e impressionate a differenti profondità, emerge un fatto: le radiazioni rosse sono le prime ad essere assorbite. Questo assorbimento è di somma importanza, perché i raggi rossi dello spettro sono quelli che forniscono l'energia per la fotosintesi, operata dai cloroplasti delle piante verdi, quindi dalle alghe verdi. Queste alghe possono espletare la loro fotosintesi ancora a 50 metri di profondità e sotto questo livello, esse non sono più in grado di fabbricare sufficientemente glucidi per la scarsità di luce e pertanto la loro vita è impossibile: Si noti che a 45 metri di profondità l'occhio umano non vede più i raggi rossi, ma nemmeno i raggi arancione. A profondità maggiore di 50 metri, e cioè fin quasi a 150 metri di profondità, vivono alghe bruno e rosse, alghe cioè nelle quali la presenza di ficocantina o ficoeritrina permette ai cloroplasti di utilizzare radiazioni dello spettro di minor lunghezza d'onda (giallo e verde) e utilizzare così, per la fotosintesi, i raggi che più penetrano in mare. Comunque, al di sotto di 150 metri di profondità, la vita delle alghe diviene precaria perché l'intensità luminosa è così bassa che non permette loro di fabbricare tanta sostanza quanta ne occorre per il mantenimento della pianta in vita. Conseguentemente, tutti gli animali, al di sotto di questo livello, sono carnivori.

E' questo un fatto di enorme importanza, che si ripercuote non solo nell'aspetto dei singoli animali di fondo, ma anche in tutti i problemi della economia del mare che rappresenta, sotto questo aspetto, un ecosistema di enorme interesse. Come si è detto i vegetali sono i produttori, che prendono l'energia dai raggi del sole e fabbricano, oltre ai glucidi, anche i protidi, combinano cioè i glucidi con sali azotati. Gli animali non possono effettuare né la prima né la seconda sintesi sono cioè consumatori, completamente alle dipendenze dei vegetali e per i glucidi e per i protidi.

Bisogna a questo punto premettere un altro concetto che la moderna ecologia ha precisato e quantizzato. I legami che uniscono i vari organismi in un ecosistema,

e la vita nel mare rappresenta un ecosistema, sono in primo luogo di natura nutritiva.

La radiazione solare, raggiungendo lo strato superficiale delle acque, permette la fotosintesi e cioè la vita di vegetali che saranno alghe, microscopiche e macroscopiche, e di quelle fanerogame (*Posidonia*, *Zostera*, *Cymodocea*) che vivono nelle acque marine. Tutti questi vegetali sono produttori in quanto fabbricano la sostanza organica e vengono mangiati da piccoli animali marini (*consumatori primari*). I consumatori primari sono mangiati da più grandi animali (invertebrati o pesci) che vengono chiamati *consumatori secondari*. Pesci carnivori si nutrono di questi consumatori secondari e vengono chiamati pertanto *consumatori terziari*. La catena alimentare può proseguire, per cui grossi pesci (esempio squali) o i capodogli possono nutrirsi di questi consumatori. I cadaveri di tutti gli organismi sopraccordati vengono decomposti in varie sostanze chimiche da altri organismi (batteri e funghi) (*decompositori*). Si noti un aspetto di questa catena che ha grande importanza per l'economia del mare: in mare aperto i produttori sono in superficie, i decompositori in profondità. L'energia, rappresentata dalla sostanza organica fabbricata, si sposta cioè dalla superficie alla profondità del mare e questo vedremo è uno dei fattori che ha grande importanza per l'economia del Mediterraneo.

Volendo esprimere quantitativamente i fatti sopra esposti, tenendo conto delle trasformazioni delle sostanze organiche che da sostanza di fitoplancton debbono trasformarsi in sostanza di zooplancton e così via, si può schematizzando dire che una tonnellata di fitoplancton produce un quintale di zooplancton e che questo quintale di zooplancton è necessario per produrre 10 Kg di pesci adulti (consumatori secondari e terziari); se poi un bambino, nel periodo di accrescimento, mangia solo merluzzo, per crescere di 1 Kg gli sono necessari 10 Kg di merluzzo. Questo è come dire che con 1 tonnellata di fitoplancton, attraverso la catena alimentare, si può fabbricare circa 1 Kg di uomo.

Numeri più precisi sono riportati da Rey che valuta che ogni anno nel mondo vengono pescati  $65 \times 10^9$  tonnellate di pesci pari a  $4,9 \times 10^9$  tonnellate di carbonio organico che attraverso la catena alimentare, espressa in tonnellate di carbonio, sono  $1,2 \times 10^{10}$  fitoplancton;  $19,6 \times 10^9$  zooplancton;  $98 \times 10^9$  consumatori secondari;  $4,9 \times 10^9$  consumatori terziari e cioè pesci pescati.

Da quanto esposto discende una regola, che è alla base dell'economia generale del mare: i mari più ricchi di vita vegetale negli strati superficiali sono i più pescosi. I più ricchi di vegetazione sono quelli nei quali esistono correnti che portano alla superficie i sali di azoto necessari alle alghe per la sintesi dei protidi e che nel mare si formano sul fondo, dove provengono da decomposizione degli organismi morti. Un mare particolarmente pescoso è il Mar del Nord. In quel mare è una corrente di acqua, che trae origine dalla fusione dei ghiacci galleggianti dell'Oceano Glaciale Artico, acqua che, essendo più fredda dell'altra ed avendo quindi una densità maggiore, si approfonda. Quest'acqua spinge pertanto l'acqua meno fredda, e cioè meno densa, verso la superficie. Schematizzando le condizioni nel Mar del Nord, si osserva, nella zona più a nord, una corrente di acqua che si approfonda; nella parte più a sud contro le coste germaniche e danesi,

una corrente che dal fondo rimonta in superficie. Quest'acqua porta a galla i nitrati e i nitriti, che sono sul fondo, e fornisce quindi l'azoto necessario alle alghe per fabbricare i protidi. E' per questo che nel Mar del Nord il fitoplancton è abbondante, è per questo che nel Mar del Nord sono molto abbondanti i pesci, che danno la ricchezza alle industrie della pesca dei Paesi rivieraschi.

In analoga situazione è l'Oceano antartico. Vicino alle coste del Continente Antartico la temperatura superficiale dell'acqua è molto bassa (0-1° C) e aumenta man mano che si va verso nord fino a raggiungere 2°-3° C. In questa zona (zona di convergenza antartica) l'acqua più densa sprofonda portando in superficie acqua del fondo. Andando ancora verso nord l'acqua torna a ulteriormente riscaldarsi e a sprofondarsi spingendo nuovamente in superficie acqua del fondo. Con queste correnti verticali le acque superficiali dell'Oceano antartico sono particolarmente ricche di nutrienti e, di conseguenza, ricchissime di fitoplancton. Ne consegue che l'Oceano antartico è particolarmente ricco di vita e uno dei mari più pescosi del mondo.

Il Mediterraneo si trova in una condizione ben diversa. Troppo bassa è la differenza di temperatura tra le sue sponde nord e sud; nel Mediterraneo pertanto non vengono a determinarsi notevoli correnti verticali, conseguentemente nitrati e nitriti restano sul fondo e il Mediterraneo è un mare poco pescoso, perché c'è poco fitoplancton, e, cioè, pochi organismi che sintetizzano la sostanza organica. I turisti sono entusiasti della trasparenza delle acque del Mediterraneo, questa trasparenza significa scarsità di fitoplancton e, se molto marcata, è il colore del deserto.

Quanto esposto è in definitiva, l'espressione di un principio generale. La sostanza vivente si forma nello strato superficiale, illuminato, del mare e da questo strato si sposta verso le profondità, mangiata prima da piccoli animali (esempio Copepodi), che vengono mangiati da pesci planctonici (esempio sardine), che a loro volta vengono mangiati da pesci di strati più profondi e così di seguito, per cui la sostanza organica si approfonda sempre più nel mare. Particolarmente interessante la condizione degli animali che vivono nelle grandi profondità. Questi sono tutti carnivori e un po' si mangiano tra loro, un po' si nutrono dei cadaveri degli animali che vivono negli strati più superficiali del mare, e che cadono al fondo spostando così verso la profondità la sostanza organica di cui sono costituiti.

Quello che abbiamo visto per la sostanza organica in generale vale anche per i singoli composti. Tale è il caso della vitamina A. Secondo Drummond e Gunther alghe microscopiche, le Diatomee, fabbricano il carotene negli strati superficiali intensamente illuminati. Le Diatomee vengono mangiate dai consumatori primari del plancton marino (Copepodi, piccoli Celererati, larve di vari Metazoi) a loro volta mangiati da pesci di alto mare quali sardine e aringhe. Questi consumatori secondari costituiscono l'alimento dei merluzzi e di altri pesci dal cui fegato si estraggono oli ricchi di vitamina A. Il carotene, dal quale la vitamina A deriva, viene pertanto sintetizzato negli strati di acqua illuminati e, seguendo la via: alghe microscopiche - Copepodi - sardine - merluzzi, diviene vitamina A. Si porta così dalle acque superficiali ai confini della zona afotica dove vivono i merluzzi.

Un identico ciclo si osserverebbe anche per la vitamina D. Questa si formerebbe negli strati illuminati per irradiazione degli steroli e attraverso una catena

identica a quella della vitamina A (Copepodi mangiati da sardine, sardine mangiate da merluzzi), arriverebbe nel fegato di questi da onde si estrae. Copping infatti trovò che Copepodi secchi hanno notevole attività antirachitica e pensò che la quantità di vitamina D, che corrisponde a questa attività, è sufficiente a coprire l'abbondanza di essa nel fegato dei merluzzi di profondità.

Lo stesso avviene per le cere, solo che queste vengono sintetizzate dai Copepodi dello zooplancton, perché il fitoplancton non sintetizza il lungo alcool che, combinandosi con l'acido grasso, forma la cera. Ma dai Copepodi la cera passa ai pesci e, attraverso la catena alimentare delle vitamine, si approfonda e ricchi di cera sono molti organismi di profondità.

Le radiazioni luminose, oltre ad intervenire, come si è detto, nei processi di sintesi, determinano, con l'illuminazione maggiore o minore, corrispondente ai diversi livelli, condizioni peculiari di vita. Le vecchie crociere oceanografiche, ma più ancora i mezzi di pesca commerciali a motore con reti da alto fondo, hanno mostrato un fatto assai interessante. Ad una certa profondità, alle profondità cioè nelle quali regna la penombra e le radiazioni di maggiore lunghezza d'onda non giungono o addirittura regna l'oscurità, gli animali, anche di mole notevole, sono a preferenza neri o rossi. Neri i pesci, rossi i crostacei. Nel Mediterraneo, ad esempio, a 200-300 metri di profondità, sono numerosissimi gamberi rossi (*Aristeus antennatus*), mentre una volta si trovava anche abbondante *Aristeomorpha foliacea*, oggi nel Mar Ligure quasi completamente scomparsa (Rellini Orsi e Rellini 1979). Questi gamberi rossi, vivendo oltre i 200 metri di profondità, vivono dove le radiazioni rosse non giungono ed appaiono, pertanto, quali ombre nere nel loro ambiente. Esistono così due vie, attraverso le quali gli animali di alto fondo rendono la loro tinta rispondente all'ambiente; quella di essere neri (Pesci), quella di essere rossi (Crostacei) e il rosso deve interpretarsi quale rosso alla luce del giorno, dove questi animali giungono solo quando vengono pescati, ma nero nella penombra delle profondità marine, dove questi animali vivono.

Al di sotto di una certa profondità le radiazioni solari non giungono più; la maggior parte degli animali, che vivono a questi livelli, sono però luminosi. Il Beebe, che immergendosi nella batisfera ha potuto vederli in posto, parla di luci di vario colore, intermittenti e costanti, che si vedono nelle tenebre delle grandi profondità. Per molti animali si tratta di una generale fosforescenza; per Cefalopodi e Pesci si tratta, di solito, di speciali organi (fotofori) piuttosto complessi. Questi fotofori, situati nello spessore della pelle, possono presentare, oltre a una sorgente luminosa, uno strato riflettente che tappezza il loro fondo e dei dispositivi rifrangenti, vere lenti per condensare la luce, che costituiscono un sistema più o meno complicato. Nella sorgente luminosa di molti di questi fotofori sono microrganismi, che costituiscono la fonte della luce. In molti casi, gli organismi luminosi, quindi gli animali, emettono luce solo in quanto sono luminosi i batteri, che vivono nell'organo luminoso. Si tratta cioè di una vita in comune di due sorta di organismi: il pesce o il cefalopodo, che ha i fotofori, e i batteri luminosi, che vivono nei fotofori. E' questa una particolare forma di simbiosi: come è stato posto in evidenza dal Pierantoni, che proprio a Napoli sui Cefalopodi del Mediterraneo, scoperse il fenomeno.

Le tenebre delle profondità marine sono quindi rotte da tante fiammelle, accese dai più svariati organismi e, per questo, vicino a un certo numero di animali ciechi, perché privi di occhi, si rinvencono animali (Pesci, Crostacei, Cefalopodi) con occhi enormi, in alcuni pesci portati da lunghi peduncoli (occhi telescopici). Questi occhi enormi sono adattati a vedere alla scarsa luce dei fotofori.

Alle grandi profondità marine le condizioni ambientali sono uniformi: si osserva sempre oscurità, temperatura costante, assenza di moto ondoso, pressione molto elevata, carenza di cibo. E' questo il fattore per cui la fauna abissale è assai povera, interi gruppi sistematici sono assenti; si trovano Spongieri a scheletro siliceo, Echinodermi, Crostacei, Picnogonidi, oltre ai già citati Cefalopodi e Pesci.

Vi sono mari più caldi, mari meno caldi e mari freddi, per quello che concerne le acque superficiali. Così, nei mari della zona torrida, la temperatura delle acque superficiali arriva a 35,5° nel Golfo Persico, mentre nelle regioni polari si discosta di poco dallo 0°.

I diversi mari, più che per le diverse condizioni di temperatura, differiscono tra loro per le diverse condizioni di salinità. In Atlantico la salinità corrisponde a un residuo solido del 35 per mille, ma in Mediterraneo la salinità è del 37-39 per mille, senza arrivare alla salinità del Mar Rosso che è del 45 per mille. La differenza che si osserva tra il Mediterraneo e l'Atlantico ha la sua base nella relativa piccolezza dello stretto di Gibilterra, che non permette un flusso di acqua tale da compensare l'aumento di salinità determinato dall'evaporazione; nel Mediterraneo poi l'apporto dei fiumi è scarso e non bilancia l'evaporazione. Ciò non toglie che vicino alla foce dei fiumi le acque del mare sono più diluite e proprio per questa ragione l'Adriatico ha una salinità più bassa delle altre zone del Mediterraneo, in rapporto all'apporto di acqua dolce immessa dal Po e dagli altri fiumi che in esso sboccano.

Distinguiamo gli organismi in stenohali, che sono legati a una certa salinità, che pertanto vivono in determinati mari e che non possono spingersi presso le foci dei fiumi o non possono allontanarsene, ed organismi euriali, che possono sopportare anche notevoli differenze di salinità e spingersi dal mare aperto fino alle foci dei fiumi e in qualche caso risalirli.

Il Mediterraneo è relativamente giovane. Alla fine del Miocene, nel piano Messiniano, il rapido avvicinamento tra Africa ed Europa portò alla chiusura del Mediterraneo, che prima faceva parte di un mare molto più vasto: il bacino della Tetide. Questo mare si estendeva dal Golfo del Messico alle isole dell'Indonesia. Il Mediterraneo si trasformò così in un lago salato, oggetto di forte evaporazione, e presto divenne una serie di laghi che man mano si essicavano. Fu solo in un secondo tempo, all'inizio del Pliocene, che si aprì lo stretto di Gibilterra e le acque atlantiche fluitarono nel vecchio alveo del Mediterraneo, formando un mare abbastanza corrispondente a quello della nostra geografia. Il *Romapithecus* o un australopithec, il nostro probabile antenato dell'epoca (5.200.000 anni or sono), vide la nascita dell'attuale Mediterraneo e la migrazione in esso di organismi provenienti dall'Oceano Atlantico attraverso lo stretto di Gibilterra che, profondo oggi 350 metri, non ha mai permesso l'entrata di animali legati a profondità molto maggiori di questa.

Abbiamo visto come il Mediterraneo sia un mare relativamente povero di vita, ma è anche un mare chiuso su cui si affaccia una ingente popolazione.

Gli Stati europei, asiatici e africani che sul Mediterraneo (escluso il Mar Nero) si affacciano hanno una popolazione di oltre 400 milioni di abitanti. Alcuni di questi stati sono altamente industrializzati e tutti estraggono o lavorano minerali e petrolio che caricano e scaricano, inoltre molti di questi Stati praticano agricoltura col risultato che nel Mediterraneo i fiumi scaricano sostanze organiche e minerali.

I valori di questi scarichi sono espressi da Helmez in tonnellate per anno:

fosforo	360.000
azoto	1.000.000
detergenti	60.000
fenolo	60.000
petrolio	120.000
mercurio	130
piombo	4.800
cromo	2.800
zinc	25.000
pesticidi	90

I centri abitati hanno una grande importanza nello scaricare in mare sostanze organiche ricche di azoto, avanzo di cibi e detergenti che nel detersivo sono sovente legati a sali di fosforo, sostanze eutrofizzanti. Anche l'industria chimica contribuisce con una grande quantità di sostanze organiche. Diversi processi industriali scaricano fenolo e metalli; olii minerali vengono dalle raffinerie e dai porti dove il petrolio è caricato o scaricato. Il dilavamento dei terreni agricoli porta al mare una certa quota di concimi chimici e di pesticidi, mentre l'erosione in atto contribuisce con particelle solide in sospensione, che adsorbono sostanze inquinanti in soluzione facilitando così il loro scarico. Le analisi delle acque del Mediterraneo dimostrano anche una certa quantità di radioattività, ma questa in minima parte proviene dagli scarichi radioattivi costieri e da quelli portati dai fiumi. La massima parte della radioattività viene dal fallout atmosferico e ha come origine esplosioni nucleari.

Per comprendere gli effetti degli scarichi, si deve distinguere quello che avviene lungo le coste da quello che avviene in alto mare. Lungo le coste le sostanze contaminanti si depositano e rappresentano, specialmente dove i fondali sono costituiti da arenili, una grave forma di contaminazione.

Come si è detto un grande contributo alla polluzione del mare viene dai residui urbani, dalle fogne, che con insufficienti apparati di depurazione scaricano direttamente in mare o attraverso fiumi da esse contaminati. Questa contaminazione è gravissima al momento dell'arrivo in mare dei rifiuti e, nel caso di forte carica batterica o in presenza di virus, interessa talmente la salute pubblica che le Autorità giungono a porre il divieto di balneazione. Le acque marine hanno però



una forte azione autodepurante, per cui i microrganismi vengono in un certo tempo praticamente eliminati.

La platea continentale, nella zona adiacente alla costa, è direttamente interessata dai rifiuti organici e da tutti gli scarichi. In questa situazione le zone poco profonde, dove sboccano grandi fiumi per esempio l'Alto Adriatico con profondità che non superano i 200 metri e con le foci del Po, dell'Adige e di altri fiumi è gravemente compromesso.

La zona di alto mare, che corrisponde a fondali superiori a 200 metri (in Mediterraneo si osservano fondali di 3730 in Tirreno, 4400 in Jonio, 3860 metri nel bacino orientale a Sud Est di Rodi), non ha acque così inquinate; o meglio, le acque del Mediterraneo non sono molto più inquinate di quanto non siano quelle dell'Atlantico tra l'Europa e il Nord America.

Esiste alla superficie una sottile pellicola costituita da sostanze organiche che MacIntyre reputa costituita in oceano da prodotti di essiccamento di tensioattivi (esempio stearato di calcio) e sostanze umide (esempio proteine). Nel materiale che costituisce la pellicola però nel Mediterraneo circa l'85% è costituito da petrolio.

Si calcola che il Mediterraneo, che rappresenta soltanto l'1% dell'intera superficie del globo ricoperta dal mare, contenga il 50% di tutto il catrame e petrolio galleggianti. L'inquinamento da petrolio non soltanto sporca le spiagge e danneggia gli strumenti della pesca, ma contamina anche molti pesci e molluschi (come cefali, muggini e mitili in Spagna), e incomincia ad avere effetti negativi su tutte le popolazioni ittiche. Al largo delle coste tunisine, il petrolio ha ucciso le aragoste mentre ha gravemente danneggiato, nei pressi delle coste turche, i luoghi di riproduzione degli sgombri e dei tonnetti.

Se tutto quanto fin qui scritto circa i contaminanti può essere ripetuto per il Mar del Nord o l'Oceano, lungo le coste europee, una caratteristica del Mediterraneo è costituita dalla plastica che galleggia in questo mare. I nostri sacchetti di plastica non sono biodegradabili e come tali si conservano anche nel mare.

I pesticidi o i loro prodotti di degradazione contaminano il fitoplancton e vengono concentrati attraverso la catena alimentare. I dati presentati da Rey sono molto istruttivi. Il DDT era nell'acqua di mare al Carmens Estuary (Long Island, N.Y., U.S.A.)  $5 \times 10^{-5}$  ppm, preso dal fitoplancton era nello zooplancton  $4 \times 10^{-2}$  ppm. I gamberi che si nutrono di zooplancton presentavano  $1,6 \times 10^{-1}$  ppm, i gabbiani, che si nutrono di gamberi, ne presentavano 75,5 ppm. E cioè la concentrazione dall'acqua di mare al gabbiano è stata 1.500.000 di volte.

Lo stesso avviene per i metalli, così per esempio il mercurio, in forma di metilmercurio, si concentra nel corpo dei pesci fino a renderli non adatti alla alimentazione umana.

Il passaggio attraverso il Mediterraneo delle petroliere rappresenta un grande pericolo di inquinamento. L'Oceano ha visto naufragi di queste navi, per esempio quello della Torrey Canyon del 18 marzo 1967 che versò in mare 50.000 tonnellate di petrolio grezzo. Questo incidente fece un gran chiasso e si è ripetuto: la Amoco Cadiz fu la quarta petroliera che gravemente inquinò le coste bretoni. Cosa avverrebbe in un simile frangente nel Mediterraneo che è un mare chiuso?

Questo interrogativo pauroso non può essere trascurato, se si tiene conto che il Mediterraneo è solcato da una flotta di petroliere, che entrano dal Canale di Suez e vanno nei più svariati porti.

Secondo Cousteau il Mediterraneo è in procinto di morire. Dai dati sopra riportati emerge che è molto compromesso; ma che può venir ancora salvato. E' invece pauroso l'avvenire. Non dimentichiamo che la salssedine marina odierna dipende in massima parte dalle sostanze portate dai fiumi nel corso dei millenni e in mare accumulate. Che avverrà in un futuro che non può essere certo contato a millenni, ma a decine di anni, se gli scarichi continueranno a essere quelli che sono oggi? Un paragone coi fiumi non può essere fatto: l'acqua dei fiumi viene da acqua di mare evaporata per effetto del calore solare. Essa proviene pertanto da un processo di evaporazione che ha tolto la massa dei contaminanti. Un fenomeno simile non esiste per le acque marine. Solo processi chimici possono depurare le acque marine, ma questi processi spontanei, che nel mare avvengono, riescono a eliminare alcuni residui organici degli agglomerati umani; mentre per molte sostanze non sono in grado di intervenire utilmente, per cui alcuni pesticidi conservano tutta la loro tossicità o danno luogo a sostanze egualmente tossiche.

I fertilizzanti e le acque residue dei centri abitati (ovvero i sali di azoto e fosforo in esse contenuti), giungendo al mare, possono stimolare una crescita eccezionale di alcune specie algali, fenomeno che si è già presentato in alto Adriatico e che è stato seguito con attenzione, con la preoccupazione che possa condurre a fenomeni abnormi, paragonabili all'eutrofizzazione dei laghi che provoca gravi danni.

Il fitoplancton, e cioè i produttori, è estremamente sensibile alle condizioni ambientali e forse l'aumento delle Peridinee, rispetto alle Diatomee osservato da Indelli nella primavera del 1944 nel Golfo di Napoli è da imputare alla variazione degli scarichi di quell'anno in rapporto alla guerra.

Abbiamo detto che il Mediterraneo è un mare povero. E' oggetto di una pesca artigianale per cui il pescato viene a costare 5-7 volte quello del pescato nel resto del mondo. Oltre a questa c'è anche una pesca industriale, per esempio per il tonno. La pesca per questo pesce è stata molto intensa; siamo in presenza di una situazione di forte overfishing e per questo rimando a quanto dice Dini sulla crisi delle tonnare. Le possibilità e cioè il reddito futuro sono così limitate, con conseguente gravissima crisi dei pescatori.

Vorrei in materia essere chiaro e pertanto mi riferisco alle trattazioni di Russel e Graham. Se su uno stock di pesci si pratica una pesca moderata, per esempio ogni anno si cattura il 30% degli individui, si pescano negli anni successivi alcuni pesci più vecchi e cioè più grandi. Se invece con una pesca più intensa si cattura il 90% dello stock, la possibilità di catturare negli anni successivi grandi pesci diminuisce fortemente.

Così la pesca delle passere di mare, effettuata nel Mare del Nord nel 1945, alla ripresa dopo gli anni della guerra, catturò animali più numerosi e più grandi di quelli catturati nel 1938. Sono questi dati, se anche più precisi perché più recenti, che ricalcano i dati di D'Ancona che aveva visto in Alto Adriatico, alla

fine della prima guerra mondiale dopo la stasi peschereccia, un aumento dei Selaci (predatori) rispetto ai Teleostei.

I grandi cambiamenti ecologici vanno evitati. Il canale di Suez non ha avuto grandi conseguenze, anche se oggi alcuni pesci del Mar Rosso si pescano lungo le coste orientali del Mediterraneo. Il canale ha permesso infatti il passaggio di specie animali, Pesci e invertebrati, dal Mar Rosso al Mediterraneo e viceversa, quest'ultimo passaggio scarso, dove si pesca anche il *Penaeus japonicus*. Il passaggio di specie attraverso il Canale è stato frenato dall'alta salinità dei Laghi Amari. Questa salinità diminuisce nel tempo per la miscela delle acque attraverso il Canale, è pertanto prevedibile in avvenire un passaggio maggiore.

Più grave è stato invece l'effetto della diga di Assuan. Il Nilo porta oggi alla foce una minor quantità di fertilizzanti e di sostanze in sospensione, il risultato è una minor sedimentazione alle foci con conseguente interruzione nella formazione di dune naturali e aumento dell'erosione marina con arretramento delle spiagge. Come conseguenza della diga, il Mediterraneo orientale riceve oggi una minor quantità di nutrienti e presenta così una minor quantità di fitoplankton, che si esplica in una diminuzione dei banchi di sardine con riflessi negativi sulla pesca.

Il Mediterraneo non è quindi morto, ma ha bisogno di grandi cure. Parecchie conferenze tenute a Oslo, Helsinki, Roma, Parigi hanno preparato il terreno alla Convenzione di Barcellona, testo fondamentale di diritto internazionale concernente l'ambiente nella zona del Mediterraneo, buoni propositi lodati all'ONU da K. Waldheim che li ha definiti « felice esempio di cooperazione inter-organizzazione... dove praticamente ogni Istituzione specializzata delle Nazioni Unite e la stessa Organizzazione hanno partecipato con sforzi impiegati al servizio dei governi della intera regione ». Tutto questo deve ora venir applicato, integrato e sviluppato.

BIBLIOGRAFIA

- BENSON A. A. e LEE R. F. (1975) - *La funzione della cera nelle ceste dimoranti dell'Oceano*, «Le Scienze», 83, 67.
- CHABRODIER D. (1977) - *Perspectives des pêches dans la Méditerranée*, «Ambio», 6, 381.
- CITA M. B. (1978) - *La crisi di salinità del Messiniano nel Mediterraneo e le sue implicazioni geodinamiche e biodinamiche*, «Cultura e Scuola», 68, 229.
- D'ANONIMA U. (1934) - *Ulteriori osservazioni sulle statistiche in Alto Adriatico*, «R. Com. Talam. Ital. Mem.», 215.
- DINI S. (1980) - *Requiem per l'ultima tonnaia*, «Il Botary», 56, 3, 34.
- DORST J. (1969) - *Prima che la natura muoia*. Labor, Milano.
- HELMER R. (1977) - *Les polluant d'origine tellurique en Méditerranée*, «Ambio», 6, 313.
- HINCY P. M. (1977) - *La Méditerranée: Un microcosme menacé*, «Ambio», 6, 300.
- INDELLI E. (1944) - *Il microplankton di superficie del Golfo di Napoli*, «Acta Pontif. Ac. Sc.», 8, 94.
- MACINTYRE F. (1974) - *L'Oceano al confine con l'atmosfera*, «Le Scienze», 72, 84.
- MICHANUK G. (1971) - *Man and the marine environment*, in G. NERES, *L'uomo e l'ambiente*, p. 141. Tamburini Milano.
- OSTERBERG C. e KUCKER S. (1977) - *The state of pollution of the Mediterranean Sea*, «Ambio» 6, 321.
- PIERANTONI U. (1929) - *Nozioni di Biologia*. UTET Torino.
- RANI S. (1938) - *Radiazioni e Biologia marina*, «Arch. Radioterapia e Biol. N.S.», 3, suppl. 1.
- RANI S. (1974) - *Azione dell'uomo sulla terra ferma, le acque dolci, il mare*, in «Enciclopedia della natura», 8, 345. Casini, Roma.
- RANI S. (1977) - «Istituzioni di Zoologia», 6<sup>a</sup> ed. rivista e ampliata da S. Rani e M. Leonardi Cigada, Milano, CEA.
- RELLINI ORI, L. e RELLINI G. (1979) - *Pesca e riproduzione del gambero rosso *Astacus astacus* nel Mar Ligure*, «Quad. Civica Sta. Idrobiol. Milano», 7, 39.
- REV L. (1972) - *Glimpses into the biological potential of the seas*. Reprinted from Technology assessment of the oceans, Science and Technology press.
- SCHNEIDER B., DULAK SITE A. e TASSI PELLI L. (1979) - *Isotopi del Plutonio in campioni di plancton e acqua prelevati in alcune zone dei mari italiani*, «Rend. Acc. Naz. Lincei (Sc. fis.)», (8), 67, 441.
- SCIOGLIA LAGRANGE A. (1977) - *La convention de Barcelone et ses protocoles*, «Ambio», 6, 331.
- THACHEE P. S. (1977) - *Le plan d'action pour la Méditerranée*, «Ambio», 6, 308.
- Accademia Nazionale Lincei (1977) - *Aspetti Scientifici dell'inquinamento dei mari italiani*, «Atti Convegni Lincei», 31.
- CNR (1977) - *La protezione delle acque dagli inquinamenti*, 3. *Caratteristiche naturali degli ambienti marini*: IRSA, CNR.