

ANTONIO VEGGIANI

LE FLUTTUAZIONI CLIMATICHE E LA MUCILLAGINE NEL MARE ADRIATICO NEGLI ULTIMI TRECENTO ANNI

PREMESSA

In questi ultimi decenni si sono verificate nel mare Adriatico, specialmente durante il periodo estivo, numerosi fenomeni che hanno allarmato l'opinione pubblica, gli operatori turistici ed economici, le autorità amministrative e politiche sia a livello locale, sia a livello nazionale. Questi fenomeni sono consistiti in cambiamenti di colore delle acque, modificazione della loro trasparenza, morie di pesci e di vari organismi bentonici, putrefazione di materiale organico con conseguente ammorbidimento delle acque e dell'aria. Più recentemente, inoltre, è comparso un altro fenomeno, di cui però si hanno notizie storiche, noto come mucillagine, sfilacci, mare sporco, poltiglia, masse glutinose, onto, ontisso de mar, malattia del mare e neve marina (marine snow).

Nel maggio 1969, nella fascia costiera tra Pesaro e Ravenna, si manifestò una considerevole moria di organismi marini e di conseguenza scaturì il primo impegno di indagini scientifiche. Un più grave episodio si verificò poi il 5 settembre 1975 sulla costa romagnola. Lungo il litorale da Cesenatico a Pinarella, Cervia e Milano Marittima si depositò una enorme quantità di pesci, quali sogliole, zanchetti, rombetti, anguille e gobidi, di molluschi bivalvi costituiti da vongole, cannicchi e mitili, di crostacei, in massima parte granchi e cannocchie, e persino enormi anellidi policheti. Per la sola zona di Cesenatico la quantità totale di organismi marini gettati morti dal mare fu valutata in settantamila quintali (1). Il fenomeno si ripresentò poi

(1) L. MANCINI, *Eutrofizzazione nell'Adriatico. Dieci anni di ricerche*, «Boll. Econ. Cam. Comm. Ravenna», 1985, n. 3, pp. 135-147.

negli anni successivi con intensità variabile (2). Fu organizzata così tutta una serie di rilevamenti annuali per poterlo seguire nei suoi vari aspetti (3). Molti studiosi concordano nell'inquadrare quanto è successo nel mare Adriatico in questi ultimi decenni nell'ambito di fenomeni da tempo conosciuti non solo per i mari, ma anche per i laghi e i fiumi e generalmente indicati con il termine di eutrofizzazione (buona nutrizione). È noto che l'eutrofizzazione è un processo di arricchimento in sali nutritivi di corpi idrici ad opera dei fiumi, dei torrenti, dei canali e di fogne che in essi si scaricano. Questi apporti nutritivi, sia di origine naturale, sia di origine antropica, attraverso i processi di fotosintesi e di assimilazione, vengono organici dai vegetali marini, quali le alghe microscopiche pelagiche o le alghe macroscopiche bentoniche. Così i sali nutritivi diventano materia vegetale ed entrano nelle catene alimentari marine. Più consistente è l'apporto dei nutrienti, cioè il carico trofico, più consistente è il primo gradino della piramide trofica. Vi è quindi un rapporto tra eutrofizzazione e la ricchezza di pesca, ed è per questa ragione che l'alto e il medio Adriatico hanno una produttività naturale molto alta (fig. 1). Può accadere, però, che sotto l'azione di agenti innescenti, si abbia una moltiplicazione abnorme delle microalghe, in particolare delle Dinoflagellate, dando così origine ad estese fioriture algali che, per la colorazione delle acque, bene spesso in rosso, vengono indicate con il termine di maree rosse (o red tides). È questo un fenomeno noto fin dall'antichità e si ritiene che il primo riferimento si trovi nella Bibbia, libro dell'Esodo, nel discorso di Mosé (sec. XIII a.c. circa) sulla prima piaga d'Egitto dove si accenna che l'acqua del fiume Nilo diventa sangue e successivamente putrida per la morte dei pesci (4).

È stato comunque accertato che per innescare queste vaste fioriture occorrono particolari condizioni meteomarine quali mare calmo, apporti di acque dolci da terra con presenza di nutrienti e temperatura dell'acqua ma-

(2) R. VIVIANI, *Le diverse fioriture di fitoplancton dal 1978 al 1982, nell'area del mare Adriatico settentrionale prospiciente la costa dell'Emilia-Romagna*, Atti del Convegno «Eutrofizzazione dell'Adriatico-Ricerche e linee di intervento», tenutosi a Bologna il 18-19-20 maggio 1983, pp. 79-97.

(3) G. MONTANARI - A. RINALDI, *Eutrofizzazione delle acque costiere della regione Emilia-Romagna*, «Acqua-Aria», 1983, n. 2, pp. 123-128. Per una più vasta trattazione dell'eutrofizzazione cf. R. MARCHETTI, *L'eutrofizzazione. Un processo degenerativo delle acque*, Milano 1987; R. OLIVOTTI, *Tutela delle acque costiere. Cosa è cambiato negli ultimi anni*, «L'Eutrofizzazione nel Mare Adriatico. Atti del Convegno Nazionale-Ancona, 4 aprile 1989», pp. 116-142.

(4) La colorazione di acque in rosso nei periodi estivi fu segnalata anche da Plinio il Vecchio (23-79 d.C.) nella sua *Storia Naturale* (Libro 31, paragrafo 56) per un lago di Babilonia: *Mutantur et colores aquarum, sicut Babylone lacus aestate rubras habet diebus XI* (Anche il colore delle acque muta, come a Babilonia, dove d'estate un lago ha acque rosse per undici giorni), cf. G. PLINIO SECONDO, *Storia Naturale*, vol. 4, Einaudi Edit., Torino 1986, pp. 504-505.

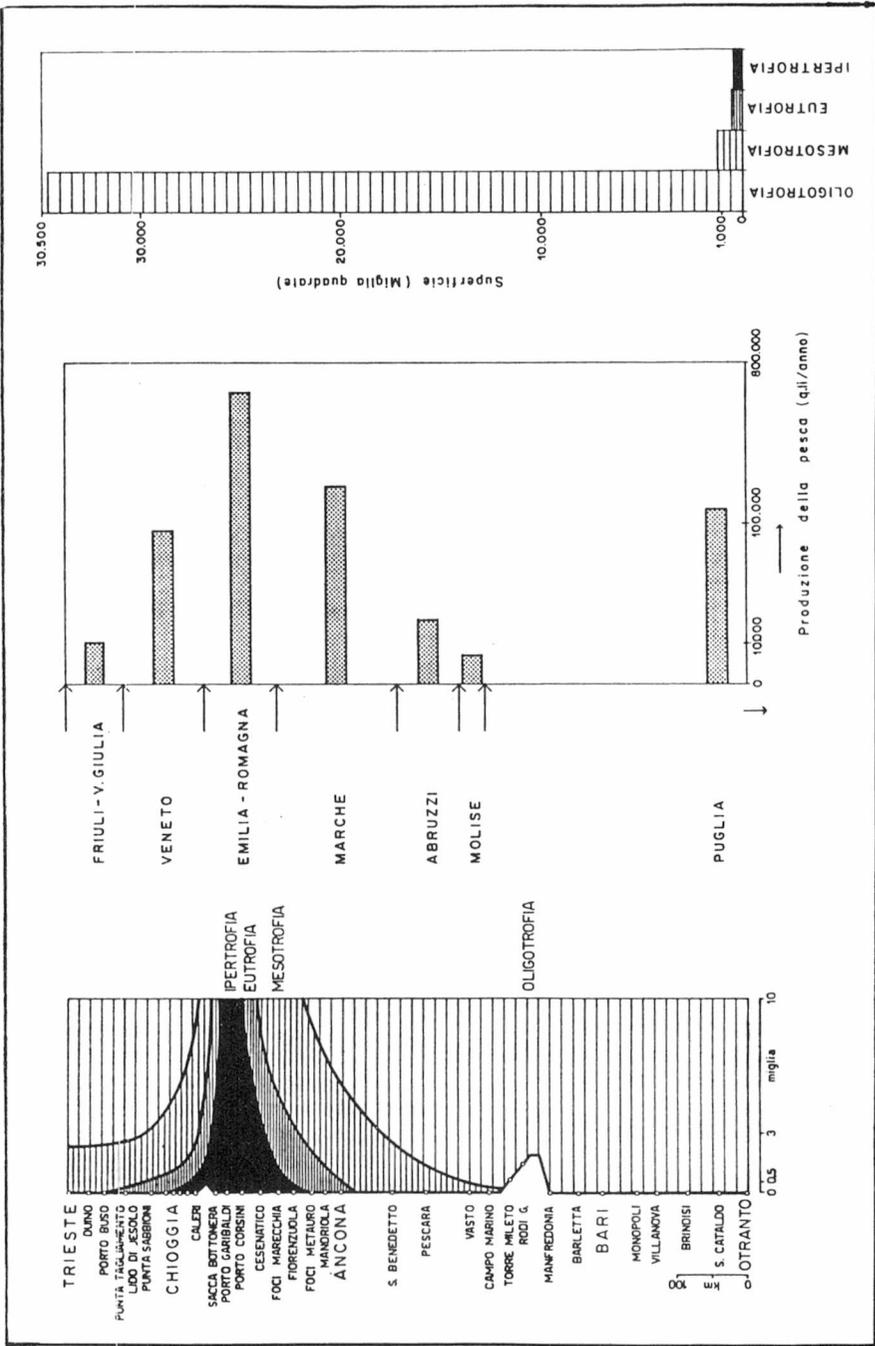


fig. 1. Quadro schematico della situazione trofica delle acque adriatiche. Da Olivotti, 1989.

rina al di sopra dei 15° C. A seguito poi della morte di questa enorme massa di microrganismi e della loro caduta sul fondo marino si creano fenomeni di putrefazione. Si ha infatti una sottrazione di ossigeno all'ambiente marino con la formazione sul fondo del mare di uno strato di acque anossiche cioè prive di ossigeno. Tale situazione provoca fuga e moria di animali bentonici. Se durante questa fase di acque anossiche sul fondo, soffiano venti da terra, che per le coste adriatiche corrispondono a venti di libeccio o venti da ponente, le acque marine superficiali vengono spinte al largo e, per riequilibrio, si ha una rimonta delle acque anossiche di fondo verso riva con spiaggiamento degli organismi marini morti. Se invece soffiano venti di bora, dal largo verso costa, l'acqua superficiale viene spinta sotto costa mentre l'acqua anossica di fondo viene spinta al largo dove si disperde.

Crisi di ossigeno possono anche essere legate a fenomeni di piene dei fiumi, Po compreso, che scaricano le loro acque lungo la costa del medio ed alto Adriatico. In condizione di calma meteomarina, queste acque dolci tendono a ristagnare e impediscono i moti convettivi verticali delle acque marine, favorendo così i fenomeni di ipossia, cioè di deficienza di ossigeno sul fondo marino. Particolarmente a rischio si trova la costa emiliano-romagnola dato che un tratto di questa stessa costa, per una lunghezza di sei o sette chilometri, può rimanere chiusa al largo dalla corrente marina discendente da nord verso sud.

Crisi di ossigeno dipendenti da stratificazioni di acque correlate a grandi piene del Po e degli altri fiumi del versante padano-adriatico si sono verificate diverse volte nell'alto e medio Adriatico, generalmente nei mesi estivo-autunnali e precisamente negli anni 1977, 1979 e 1984 (5).

Le notizie storiche sulle maree rosse nell'alto e medio Adriatico sono però molto scarse. Nel corso di questi ultimi decenni le fioriture a base di Dinoflagellati si sono fatte comunque più frequenti, come pure le situazioni di anossia e di ipossia nelle acque a contatto con il fondo marino. Le maree rosse, come si è già accennato, si disperdono, qualunque sia la fase di sviluppo in cui il processo di fioritura si trova, quando interviene una mareggiata che rompe la stratificazione e rimescola le acque. Una delle cause naturali di queste abnormi fioriture è la stratificazione dell'acqua dovuta a condizioni meteomarine particolari, in primo luogo la calma del mare per diversi giorni. Per quanto riguarda i fattori antropici, si è fatto riferimento da parte di vari ricercatori, alla concentrazione turistica sulle coste emiliano-romagnole, allo scarico in mare delle acque di depurazione e soprattutto allo scarico in mare da parte dei fiumi di nitrati, fosfati e di parti-

(5) G. BOMBACE, *Eutrofizzazione, pesca e zone protette*, «Atti Convegno Nazionale-Eutrofizzazione quali interventi? - Ancona, 4-5 Novembre 1955», pp. 37-49.

cellato organico e all'inquinamento in generale del mare. Questa tesi non trova unanimità di consensi ed è stata in parte anche contestata. Si è fatto osservare che l'eutrofizzazione, cioè l'apporto di nutrienti al mare, è la base della produttività del mare stesso. Questo apporto spinge i vegetali marini ad organizzare i sali minerali e così a crescere. Le estese fioriture algali (bloom algale), però, sono la crescita e la moltiplicazione abnorme di una sola o pochissime specie algali. Se fossero i fosfati ed il fosforo i responsabili diretti di queste fioriture algali, con le conseguenze che ne conseguono, queste dovrebbero avvenire nel mare Adriatico quasi sempre, perché c'è sempre sotto costa una certa quantità di nutrienti atta a sostenere una fioritura. Inoltre i sedimenti stessi del fondo marino sono in grado di rilasciare, in condizioni di penuria, i nutrienti che avevano assorbito quando questi ultimi erano in eccesso nelle acque (6). Si è invece constatato che le fioriture possono avvenire solo con particolari condizioni meteomarine ed oceanografiche che corrispondono a mare calmo e stratificato, temperatura elevata, intensa luminosità, assenza di vento e con apporto di acqua dolce. Nel settembre 1976, davanti a Misano Adriatico, alcuni chilometri a sud di Riccione, furono contati oltre 68 milioni di cellule di Dinoflagellati (*Gymnodium cori*) per litro (7).

Il fenomeno delle fioriture di Dinoflagellati è stato descritto in varie parti del mondo ed è noto nella letteratura scientifica inglese, francese e spagnola rispettivamente con i termini di red tides, eaux rouges e purga de mar. È stato pure universalmente accertato che a seguito di questo enorme sviluppo algale subentra poi il processo di moria dovuto al fatto che essendo le acque stratificate già povere di ossigeno per l'alta temperatura e non essendo più bastevole l'ossigeno disciolto nell'acqua, prodotto di giorno per fotosintesi, a compensare quello consumato di notte per la respirazione, gran parte degli stessi Dinoflagellati viene a morire. Con la loro caduta sul fondo marino e a seguito dei processi di putrefazione che si scatenano, si rendono le acque di fondo anossiche che a loro volta provocano la moria di pesci e di altri organismi come già si è detto.

Le notizie storiche sulle maree rosse in Adriatico, e sui danni provocati alla fauna marina, sono molto scarse (8). Al contrario sono numerose le in-

(6) G. BOMBACE, C. PICCINETTI, *Le fioriture algali nell'Adriatico*, «Ingegneria Ambientale», 18 (1989), n. 7-8, pp. 401-405.

(7) BOMBACE, PICCINETTI, *Le fioriture algali, «Il fenomeno del mare sporco nell'Adriatico (Luglio-Agosto 1988)»*, C.N.R., Progetto Strategico Oceanografico e Tecnologie Marine, a cura di A. Brambati, Trieste 1988, pp. 19-28.

(8) Una notizia curiosa del sec. XV si riferisce invece ai danni provocati all'uomo per l'ingestione di certi organismi marini. «Questo anno (1497) le anguille ad Arimino furono venenose e amazono molti homini», così racconta Giuliano Fantaguzzi nelle sue cronache cesenati. Cf. G.

formazioni storiche sull'altro fenomeno, la formazione della mucillagine, che non è legata però alle maree rosse ma che è stata spesso volte registrata nelle cronache locali per i danni creati alla pesca.

LA MUCILLAGINE

Ai tradizionali processi eutrofici collegati alle fioriture algali da fitoplancton si è aggiunta nel mare Adriatico, nei mesi di luglio e agosto del 1988 e in maggiore misura nello stesso periodo del 1989, la comparsa di consistenti formazioni di materiali gelatinosi genericamente indicati con il termine di mucillagine. Gran parte delle acque superficiali costiere, ed anche più al largo, dell'Adriatico nord-occidentale, per una estensione di diverse migliaia di chilometri quadrati, sono state interessate dalla invasiva presenza di masse gelatinose. Questi materiali gelatinosi derivano dalla esasperazione del normale meccanismo con cui talune Diatomee producono essudati extracellulari. Questi essudati sono sintetizzati in tutte le fasi di crescita cellulare e, secondo alcune ricerche, in maniera più accentuata in condizioni di limitazione nutrizionale, soprattutto quando il rapporto azoto/fosforo è elevato. In queste condizioni le cellule non si riproducono e l'essudato può rappresentare la frazione maggiore della produzione fotosintetica (9).

I componenti preponderanti nel residuo solido sono di natura polisaccarida, in prevalenza galattani costituiti per circa il 50% da galattosio. L'esame di campioni prelevati il 30 luglio 1989 a sei chilometri al largo di Cesenatico ha messo in evidenza una ripartizione fortemente disomogenea del materiale cellulare incorporato nell'essudato. Frammiste a scarso detrito di varia natura e dimensione, in campioni esaminati, sono risultate presenti 18 specie di alghe unicellulari appartenenti a gruppi sistematici delle Diatomee e dei Dinoflagellati, in cui il primo è in fortissima prevalenza sull'altro. Tra le Diatomee prevalgono in larga misura sulle altre le specie *Nitzschia delicatissima* e *Leptocylindrus minimus*, mentre tra i Dinoflagellati questo ruolo è svolto da *Gymnodium* sp. o da *Prorocentrum micans*. Sul materiale raccolto e studiato è stata valutata anche la sua velocità di degradazione che

FANTAGUZZI, *Caos*, a cura di D. Bazzocchi, Cesena 1915, p. 69. È da tenere presente che l'anguilla comune, come le altre specie ad essa affini, contiene nel suo sangue la ittiotossina, una sostanza tossica che viene distrutta con la cottura ed anche dal succo gastrico.

(9) R. MARCHETTI, M. IACOMINI, G. TORRI, B. FOCHER, *Caratterizzazione preliminare degli essudati di origine fitoplanctonica raccolti in Adriatico nell'estate 1989*, «Acqua-Aria», 1989, n. 8, pp. 883-887.

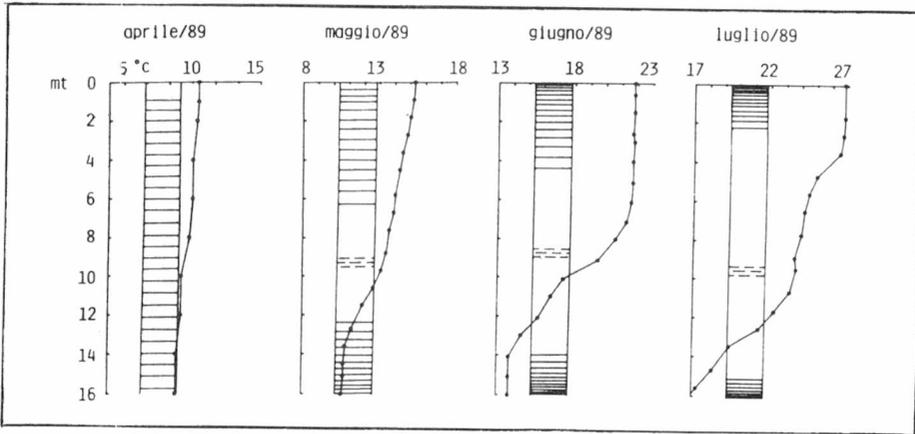


fig. 2. Escursioni termiche e distribuzione della mucillagine sulla verticale nella primavera-estate 1989. I dati si riferiscono alla stazione posta a 15 Km sulla direttrice di Cesenatico. Da Rinaldi e altri, 1990.

è risultata piuttosto elevata con richiesta di ossigeno in quantità tollerabile. Questa caratteristica è in accordo con la mancata comparsa di condizioni anossiche in mare attribuibili alla decomposizione degli essudati algali durante l'estate del 1989. Comunque non mancarono morie di organismi bentonici, particolarmente i molluschi bivalvi, a seguito di una vera e propria azione di soffocamento meccanico dovuto alla sedimentazione di parte del materiale mucillaginoso. Quantità trascurabili di tali sostanze sono osservabili ogni anno in Adriatico fino dall'inverno-primavera. Negli anni 1988 e 1989, quella condizione normale che passava per lo più inosservata, ha avuto una inconsueta evoluzione. Già nel mese di marzo 1989 si era notata che nell'intera colonna d'acqua era osservabile una diffusa presenza di masserelle mucillaginose che è poi risalita alla superficie del mare nei mesi caldi (fig. 2). Il fenomeno è stato particolarmente seguito e studiato dai ricercatori della Regione Emilia-Romagna tramite il battello oceanografico «Daphne II» che ha la sua base operativa a Cesenatico (10).

Le difficoltà più consistenti stanno nella definizione dei meccanismi di formazione della mucillagine e nello scoprire il motivo per cui le Diatomee, in un particolare momento della loro vita, trascurano la funzione riproduttiva.

(10) A. RINALDI, G. MONTANARI, A. GHETTI, C. R. FERRARI, N. PENNA, *Presenza di materiale mucillaginoso nell'Adriatico nord-occidentale negli anni 1988 e 1989. Dinamica dei processi di formazione, di diffusione e di dispersione*, «Acqua-Aria», 1990, n. 7-8, pp. 651-567.

va a vantaggio della iperproduzione di questi essudati. Diversi ricercatori hanno posto in evidenza la diretta correlazione tra formazione di mucillagini e gli squilibri nella disponibilità dei nutrienti. È risultato, a questo proposito, che per il periodo 1986-1989, nelle stazioni di rilevamento costiero di Cesenatico e di Porto Garibaldi, le concentrazioni di ortofosfato presentano un andamento abbastanza omogeneo. In questa situazione il rapporto azoto/fosforo tende ad abbassarsi. Considerando la stretta dipendenza dell'azoto nitrico con gli apporti fluviali, i motivi della sua diminuzione vanno ricercati nella riduzione delle precipitazioni atmosferiche nell'ultimo triennio e al conseguente calo dei carichi provenienti dalle varie fonti tra cui i suoli coltivati (11).

Il fenomeno della mucillagine è stato ben seguito in tutti i suoi aspetti e nei minuti dettagli nel 1989. Si è così potuto constatare che già verso la fine del mese di marzo vi era la presenza nella colonna d'acqua di masserelle mucillaginose ma che nei mesi di luglio e agosto, la maggior parte di detto materiale tendeva ad aggregarsi sempre più verso la superficie seguendo nella loro risalita il gradiente termico. Questa risalita era agevolata dalla presenza di microbolle di gas derivato per lo più da processi fermentativi in atto, che tendeva a dilatarsi in relazione all'aumentare della temperatura. La massa gelatinosa addensata in superficie andava soggetta in superficie a fluttuazioni diurne regimate dagli sbalzi termici tra giorno e notte. Con il calo della temperatura durante la notte si aveva l'affondamento della stessa massa, ma nelle ore più calde della giornata si aveva di nuovo un riaffioramento alla superficie del mare.

Dopo due mesi di persistenza della mucillagine, si è assistiti nella prima settimana di agosto del 1989 alla sua rapida scomparsa, grazie ad una libecciate nei giorni 30-31 luglio e a due mareggiate nei giorni 1 e 2-3 agosto. Con la riattivazione della corrente adriatica presente al largo delle coste romagnole, la mucillagine si è poi dispersa nel basso Adriatico come accertato dai ricercatori della Regione Emilia-Romagna (Battello Oceanografico «Daphne II»).

Le discussioni tra gli esperti sulle vere cause che scatenano il fenomeno della mucillagine nel mare Adriatico non hanno ancora approdato ad una conclusione unanime. Di certo però è emerso che nel periodo 1988-1989 vi è stato un decorso particolarmente mite degli inverni con una riduzione delle precipitazioni atmosferiche. Inoltre la stasi idrodinamica ha fortemente rallentato i meccanismi di ricambio dell'alto Adriatico. Nel 1988 e nei primi mesi del 1989 si è avuto un perdurare delle alte pressioni con un valo-

(11) Ibid., p. 564.

re medio di 1021 millibar che ha superato il massimo storico risalente al 1921 e che era di 1018,4 millibar. Ciò ha comportato una diminuzione della piovosità del 40% e quindi degli apporti fluviali con una forte influenza sulla circolazione marina e sul moto ondoso. È stato anche accertato un calo delle mareggiate nel 1988 e nel primo semestre del 1989 rispetto ai cinque anni precedenti (1983-1987). Per quanto riguarda la temperatura dell'acqua marina superficiale nel periodo 1986-1989, rilevata nella stazione costiera prospiciente Cesenatico, si è notato che nei mesi di gennaio, febbraio e marzo 1988 vi è stato un decorso termico con temperature al di sopra di circa 4°C. Nel 1989 invece si è rientrati nella normalità (12).

Da tutto quanto è stato fino qui esposto risulta evidente che gli eventi meteorologici hanno comunque avuto un importante ruolo nel meccanismo di formazione e di mantenimento del fenomeno della mucillagine. Ciò non esclude però che altri fattori chimici, fisici e biologici non ancora presi in considerazione possono avere giocato qualche altro ruolo nella dinamica di questo processo (13).

Per quanto riguarda la situazione climatica, si può affermare che la estrema mitezza dell'inverno 1988-1989 si è verificata non solo nell'area adriatica ma in tutta l'Europa occidentale e più in generale nell'emisfero settentrionale (14). Questi inverni miti e più in generale queste annate con scarsa piovosità fanno parte di una fase a clima caldo e secco che ha avuto inizio intorno al 1970 e che è continuata per tutti gli anni Settanta e Ottanta, tanto che i sei anni più caldi di questo secolo sono risultati nell'ordine il 1988, il 1987, il 1983, il 1981 e il 1986 (15). Il riscaldamento superficiale delle acque del mare Adriatico è stato documentato in vari settori. Significativi i dati per il golfo di Trieste. L'aumento della temperatura media invernale delle acque marine adriatiche, come dimostrato per il mare di Trieste (16), ha innescato la migrazione da sud verso nord delle meduse rappresentate da *Pelagia noctiluca* (FORSKAL). Queste ultime iniziarono ad abbondare nel Mediterraneo intorno al 1975 (17). Successivamente sciame di

(12) Ibid., pp. 562-563.

(13) Ibid., p. 566.

(14) P. V. FOUKAL, *La variabilità del sole*, «Le Scienze», 1990, n. 260, pp. 18-25.

(15) R. A. HOUGHTON, G. M. WOODWELL, *Modificazioni del clima a livello planetario*, «Le Scienze», 1989, n. 250, pp. 14-23.

(16) F. STRAVISI, *Meteorological influence on the blooms of Pelagia noctiluca in Northern Adriatic*, «Proc. of the Workshop on Jelly-fish blooms in the Mediterranean-Athens, October 31-Novembre 4, 1983», UNEP Edit., 1984, pp. 179-184.

(17) L. ROTTINI SANDRINI, M. AVIAN, V. AXIAK, A. MALEJ, *The breeding period of Pelagia noctiluca (Schyphozoa, Semaestoneae) in the Adriatic and Central Mediterranean Sea*, «Nova Thalassia», 1983-84, n. 6, suppl., pp. 65-75.

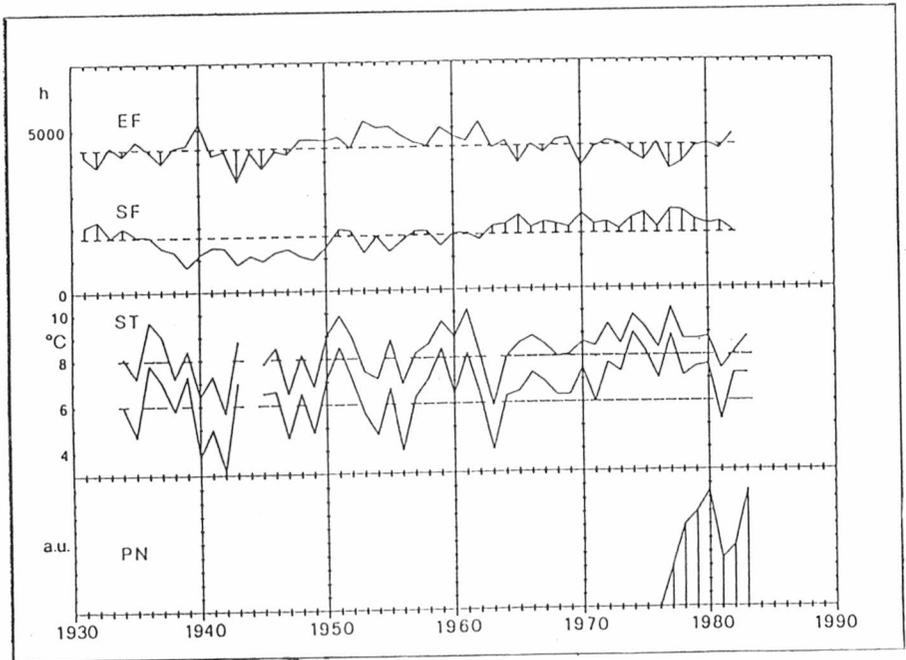


fig. 3. Stazione meteomarina di Trieste (1931-1981). EF e SF=Ore totali di venti orientali e meridionali e relative medie. ST=Andamento delle temperature medie invernali (Gennaio, Febbraio, Marzo) e dei valori minimi dell'acqua del mare alla profondità di 2 m. PN=Abbondanza totale delle meduse (*Pelagia noctiluca*) nel golfo di Trieste. Da Stravisi, 1983-84.

meduse apparvero qua e là. Uno straordinario aumento di frequenza dei venti meridionali e di conseguenza un rallentamento dei venti da est e nord-est (bora) contribuirono a fare arrivare nel 1977 gli sciami di meduse nel mare Adriatico (18). Le meduse aumentarono in questo settore per tutto il periodo 1977-1980 (fig. 3). È risultato che prima del 1964 la temperatura media dell'acqua marina mostrava variazioni irregolari. Dopo il 1964 vi furono anni di acque calde che provocarono poi il forte aumento degli esemplari di meduse nell'Adriatico settentrionale. Infatti temperature dell'acqua marina inferiori ai 5°C sono incompatibili con la sopravvivenza della *Pela-*

(18) L. ROTTINI SANDRINI, F. STRAVISI, G. PIERI, *A recent shift in the wind distribution and the appearance of unusual planktonic organisms in the Gulf of Trieste*, «Boll. Soc. Adriatica di Scienze», 64 (1980), pp. 77-84.

gia *noctiluca* (19). Comunque già alla temperatura di 7°C si ha una mortalità del 50% (20). Negli stessi anni dell'espansione delle meduse furono osservate le maree rosse nell'Adriatico settentrionale e in particolare anche nel golfo di Trieste. Questo ultimo fenomeno, dovuto come già in precedenza indicato, ad una anormale crescita di Dinoflagellati, sembra iniziare nel mare di Trieste in concomitanza di un aumento della temperatura dell'acqua marina e ad un calo di salinità (21). La recente fase di clima secco e caldo, sviluppatosi agli inizi degli anni Settanta (22), ha avuto una grande influenza non solo sui cicli biologici marini ma anche su quelli terrestri. Il recente spostamento dell'areale dell'Istrice (*Hystrix cristata* L.) (23), un animale tipico dell'ambiente mediterraneo da sud verso nord (24), può essere considerato una risposta biologica alla fluttuazione climatica in senso caldo e secco sopra indicata. La stessa spiegazione può essere data per gli spostamenti dello sciacallo (*Canis aureus*). Infatti, in Jugoslavia, gli sciacalli che da tempo vivono nelle zone più desolate del Montenegro e della Dalmazia meridionale, sono in progressiva espansione verso nord. Nel 1985 è stato abbattuto il primo sciacallo in territorio italiano, nei pressi di Pozzuolo del Friuli in provincia di Udine. Si credette in un primo tempo

(19) L. ROTTINI SANDRINI, M. AVIAN, R. ZANELLI, *Influence de la température sur le biologie de Pelagia Noctiluca (FORSKAL)*, «Rapp. Comm. Int. Mer Médit.», 29 (1985), pp. 199-201; AVIAN, *Temperature influence on in vitro reproduction and development of Pelagia noctiluca (FORSKAL)*, «Boll. Zool.», 53 (1986), pp. 385-391.

(20) STRAVISI, *op. cit.*, pp. 179-184.

(21) ROTTINI SANDRINI, STRAVISI, PIERI, *op. cit.*, p. 77.

(22) Negli ultimi cento anni la temperatura media sulla Terra, pur fluttuando, è aumentata di 0,5°/0,7°C. Cf. J. HANSEN, S. LEBEDEF, *Global trends of measured surface air temperature*, «Journ. Geophysical Research», 92, n. D 11, 20 Novembre 1987, pp. 13345-13372. Per quanto riguarda l'Italia, l'andamento della temperatura, a partire dal 1866, mostra varie oscillazioni, con una generale tendenza, però, all'aumento. Dal 1890 le precipitazioni tendono invece a diminuire. Cf. A. GIUFFRIDA, M. CONTE, *Variation climatiques en Italie: tendances des temperatures et des precipitations*, «Publ. Assoc. Intern. Climatologie», 2 (1989), pp. 209-216. Per le oscillazioni climatiche degli ultimi trecento anni cf. A. VEGGIANI, *Le fluttuazioni del clima dal XVIII al XX secolo. I cicli ai Brückner*, «Torricelliana», 37 (1986), pp. 107-159.

(23) A. SILVESTRI, *L'Istrice (Hystrix cristata L.) in Romagna*, «Natura», 62 (1971), pp. 412-413; I. FABBRI, *L'Istrice nel basso Appennino romagnolo*, «Boll. CAI-Faenza», 6 (1984), n. 16, p. 15; S. BASSI, I. FABBRI, *L'Istrice nella vena del gesso romagnolo*, «Ipogea», Faenza 1985, pp. 16-17; FABBRI, *Ucciso l'Istrice presso Zattaglia*, «Boll. CAI-Faenza», 8 (1986), n. 22, pp. 17-18; M. FURLANI, *L'Istrice nelle province di Ancona e Pesaro*, «Natura e Montagna», 34 (1987), n. 3, pp. 31-34; L. SALA, *Prima segnalazione di Istrice, Hystrix cristata L., in provincia di Modena*, «Atti Soc. Ital. Scienze Naturali», 128 (1987), n. 1-2, pp. 203-206.

(24) Vari ricercatori hanno messo in relazione questo spostamento dell'Istrice con il diffuso abbandono delle aree coltivate montane e collinari che lasciate incolte evolvono a cespuglieti, arbusteti e macchia.

trattarsi di uno strano ibrido di un cane e una volpe. Nell'agosto del 1987 fu poi catturata nella stessa zona una femmina di sciacallo (25).

Spostamenti degli areali da sud verso nord sono stati registrati anche per varie specie di uccelli. In questo contesto trovano spiegazione le recenti nidificazioni della Sterpazzola della Sardegna e dell'Occhiotto nell'Italia settentrionale (26).

Il riscaldamento degli anni Settanta e Ottanta (fig. 4) è stato riconosciuto su tutta la Terra (27) e di conseguenza le risposte biologiche e fisiche debbono avere avuto una vastissima diffusione. Negli anni Trenta e in parte negli anni Quaranta si verificò un'altra oscillazione in senso caldo e secco, ma la sua maggiore escursione fu riconosciuta specialmente alle alte latitudini dell'emisfero settentrionale. Per quanto riguarda la fase calda più recente, trattandosi di un fenomeno a distribuzione globale, il suo impatto si è verificato ovunque. Non sempre però questo impatto climatico sugli ambienti biologici e fisici è stato riconosciuto come tale. Bene spesso questo impatto è stato interpretato come dovuto alle attività dell'uomo ritenute, da un certo gruppo di ricercatori, nonché dall'opinione pubblica, le sole influenti sull'ambiente negli anni Settanta e Ottanta. Si è così originata a livello mondiale una serie di discussioni che hanno finito di dividere in due schiere gli stessi ricercatori: una prima schiera che interpreta tutto in funzione antropica, ed una seconda, invece, che mette in risalto l'importanza delle oscillazioni climatiche, di cui si hanno prove certe per i passati tempi storici e, per gli ultimi trecento anni, direttamente dalle registrazioni effettuate dalle stazioni meteorologiche. Se il riscaldamento della Terra è stato negli anni Settanta e Ottanta un fenomeno globale, si può allora spiegare come si siano innescate contemporaneamente in vaste parti del globo certe risposte del mondo biologico. E a tale proposito, per quanto riguarda le maree rosse, esse sono state infatti segnalate in varie parti del mondo. Nelle zone tropicali e subtropicali dell'Asia, le prime maree rosse apparvero nell'estate del 1971. Ad iniziare dal 1980 si sono fatte in quelle stesse zone più frequenti. Ma anche in questi casi le opinioni e le interpretazioni sono state diverse. Nel caso di Hong Kong, il dipartimento della Pesca e dell'Agricoltura ha attribuito il fenomeno a cause naturali, mentre il dipartimento

(25) F. PETRETTI, *Benvenuto in Italia sciacallo!*, «Oasis», 4 (1988), n. 6, p. 21.

(26) S. GELLINI, N. MONTEVECCHI, *Nidificazione di Sterpazzola di Sardegna, Sylvia conspiciata, nell'Italia settentrionale (Appennino bolognese)*, «Riv. Italiana Ornitologia», 56 (1986), n. 3-4, pp. 225-230.

(27) HANSEN, LEBEDEFF, op. cit., p. 13345.

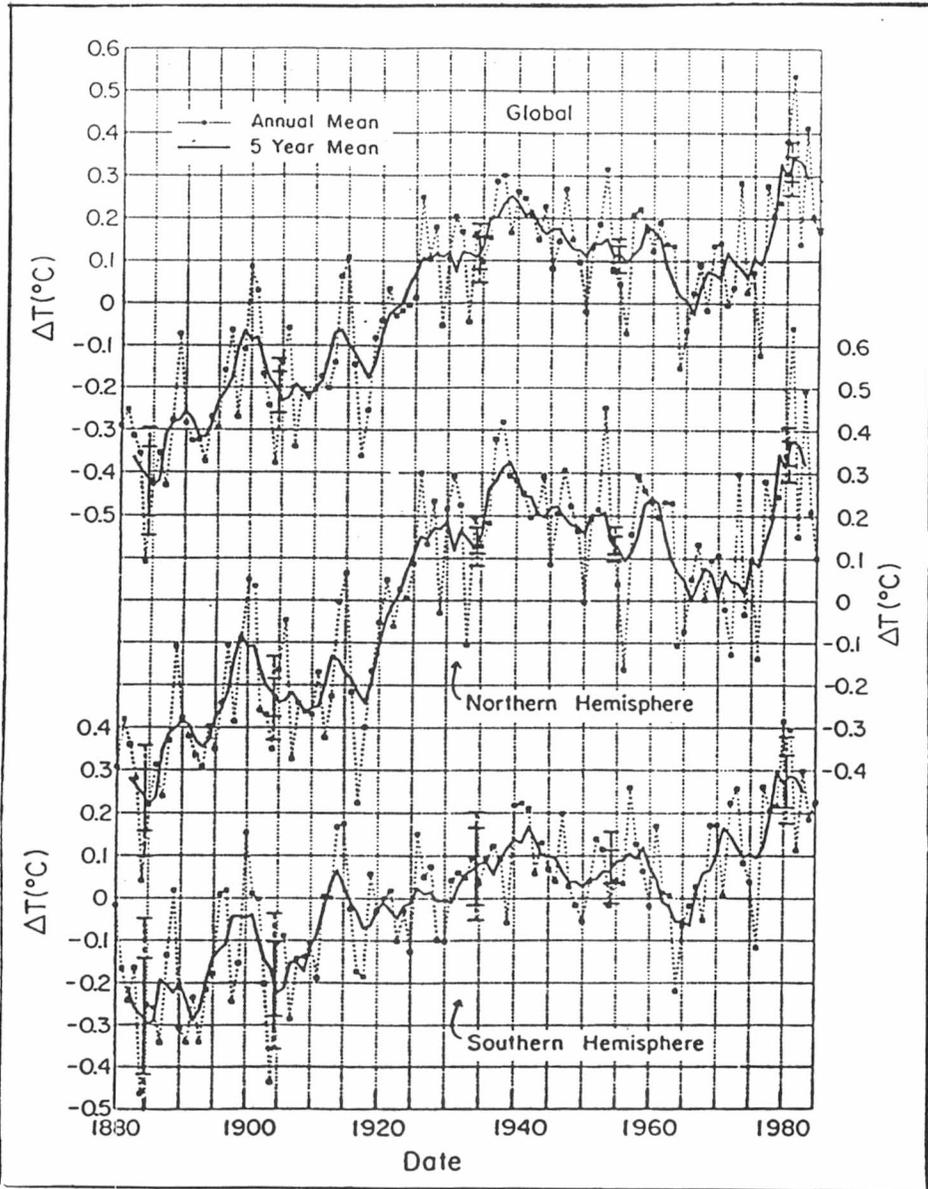


fig. 4. Variazione della temperatura dell'aria a livello globale ed emisferico. Periodo 1880-1980. Da Hansen e Lebedeff, 1987.

dell'Ambiente ha creduto di ravvisare nell'inquinamento delle acque la causa dell'aumento delle maree rosse (28).

Abnormi fenomeni di eutrofizzazione con vaste fioriture algali e problemi per la complessa fauna ittica sono stati pure segnalati nel mar Baltico (29).

Un rilevante declino della pesca del pesce branzino si è verificato negli anni Settanta e Ottanta negli Stati Uniti d'America, sia nella Baia di Chesapeake nell'Oceano Atlantico, sia nella Baia di San Francisco nell'Oceano Pacifico. Il declino parallelo di questi due settori marini ha fatto pensare ad una causa comune di tipo climatico (30). Fluttuazioni cicliche nella pesca delle sardine (fig. 6 e 7) da ritenersi, secondo alcuni autori, legate a fattori climatici, sono state evidenziate lungo le coste peruviane e cilene ed anche nel mare Adriatico (31).

Il riscaldamento delle acque marine del nord-Atlantico e delle zone artiche negli anni Trenta e Quaranta provocò un grande impatto sulla distribuzione di varie specie di pesci, in modo particolare del merluzzo (32). Si potrebbe affermare che il rapido diffondersi nel mare Adriatico della *Scapharca inaequivalvis* (Bruguiere) (33) un bivalve dell'area indo-pacifica apparso improvvisamente (forse per trasporto tramite le chiglie delle navi) lungo le coste romagnole nel 1968-1970 sia legato all'instaurarsi di particolari condizioni meteomarine, in modo particolare al progressivo riscaldamento delle acque marine. Un'altra risposta biologica alle fluttuazioni climatiche è data dalla comparsa in questi ultimi decenni nelle barriere coralli-

(28) ANONIMO, *Red tides in Hong Kong*, «Marine Pollution Bull.», 18 (1987), n. 11, p. 575; J. L. MACLEAN, *Indo-pacific red tides, 1985-1988*, *ibid.*, 20 (1989), pp. 304-310; B. MORTON, *Pollution of the coastal waters of Hong Kong*, *ibid.*, 20 (1989), n. 7, pp. 310-318; T. YANAGI, *Preserving the Inland Sea*, *ibid.*, 19 (1988), n. 2, pp. 51-53.

(29) L. O. REIERSEN, P. E. IVERSEN, *Phytoplankton bloom hits Skagerrak coast*, *ibid.*, 19 (1988), n. 8, p. 348; S. P. BADEN, L. O. LOO, *Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish West Coast*, «Ambio», 19 (1990), n. 3, pp. 113-122; S. HANSSON, L. G. RUDSTAM, *Eutrophication and Baltic fish communities*, *ibid.*, pp. 123-125.

(30) E. M. SELTZLER-HAMILTON, J. A. WHIPPLE, R. B. MACFARLANE, *Striped Bass Populations in Chesapeake and San Francisco Bays: two environmentally impacted estuaries*, «Marine Pollution Bull.», 19 (1988), n. 9, pp. 466-477.

(31) C. P. IDYLL, *La crisi dell'acciuga peruviana*, «Le Scienze», 1973, n. 62, p. 36; T. KAWASAKI, *Fisheries*, «Climate Impact Assessment», SCOPE 27, Chichester 1986, pp. 131-153.

(32) D. J. CRISP, *The influence of climatic changes on animals and plants*, «The Geographical Journ.», 125 (1959), pp. 1-19; C. C. WALLEN, *Impact of present century climate fluctuations in the Northern Hemisphere*, «Geografiska Annaler», 68A (1986), n. 4, pp. 245-278.

(33) E. RINALDI, *Contributo alla conoscenza della malacofauna marina della costa romagnola*, «Boll. Museo Civico St. Nat. Verona», 10 (1983), pp. 31-54; P. CASALI, M. COLAFRANCESCHI, *Evoluzione del popolamento costiero di Scapharca inaequivalvis Bruguiere e considerazioni biologiche*, «Nova Thalassia», 8 (1986), suppl. 3, pp. 493-496.

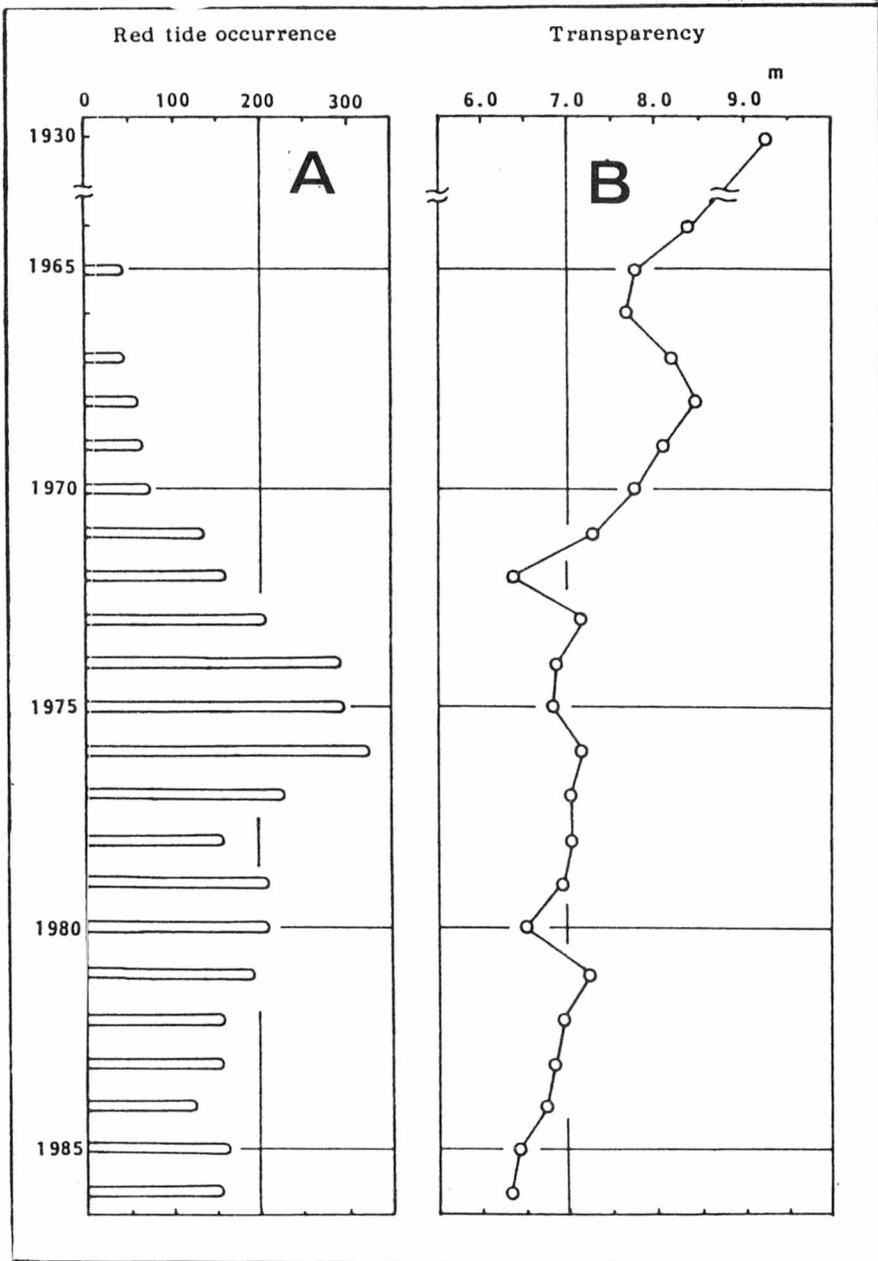


fig. 5. Baia di Seto (Giappone). Periodo 1965-1986. Numero delle maree rosse (A) e trasparenza del mare (B). Da Yanagi, 1988.

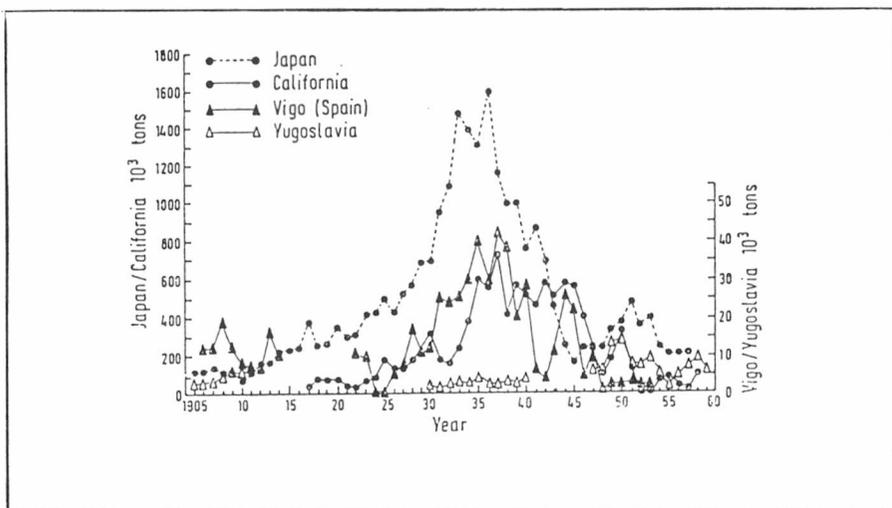


fig. 6. Andamento della pesca delle sardine nei mari del Giappone, California, Spagna e Adriatico (Iugoslavia) nel periodo 1905-1960. Da Zupanovitch, 1968.

ne di vaste regioni della Terra, in modo particolare della Grande Barriera Corallina dell'Australia, di una stella di mare (*Acanthaster planci*) che si nutre dei polipi dei coralli. Si sono così verificati danni a quel delicato e particolare ambiente marino che sono stati da vari esperti attribuiti a fattori climatici e in modo particolare all'aumento della temperatura superficiale del mare (34).

LA MUCILLAGINE NEL CORSO DEI TEMPI STORICI

I dati e i fatti fino ad ora esposti mettono in evidenza quanta importanza hanno avuto le fluttuazioni climatiche già in questi ultimi sessanta anni. La straordinaria comparsa della mucillagine nell'Adriatico negli anni 1988 e 1989 sembra correlabile con le particolari condizioni meteomarine che di fatto sono state evidenziate da vari ricercatori. Il fenomeno comunque non

(34) B. E. BROWN, *Worldwide death of corals. Natural cyclical event or Man-made pollution?* «Marine Pollution Bull.», 18 (1987), n. 1, pp. 9-14; A. MOJETTA, *Acanthastro: un bel disastro o invece è solo un fenomeno naturale?*, «Aqua», 1987, n. 11, pp. 48-53; W. A. STARK II, *Perché non dobbiamo salvare la Grande Barriera Corallina?*, *ibid.*, pp. 30-47.

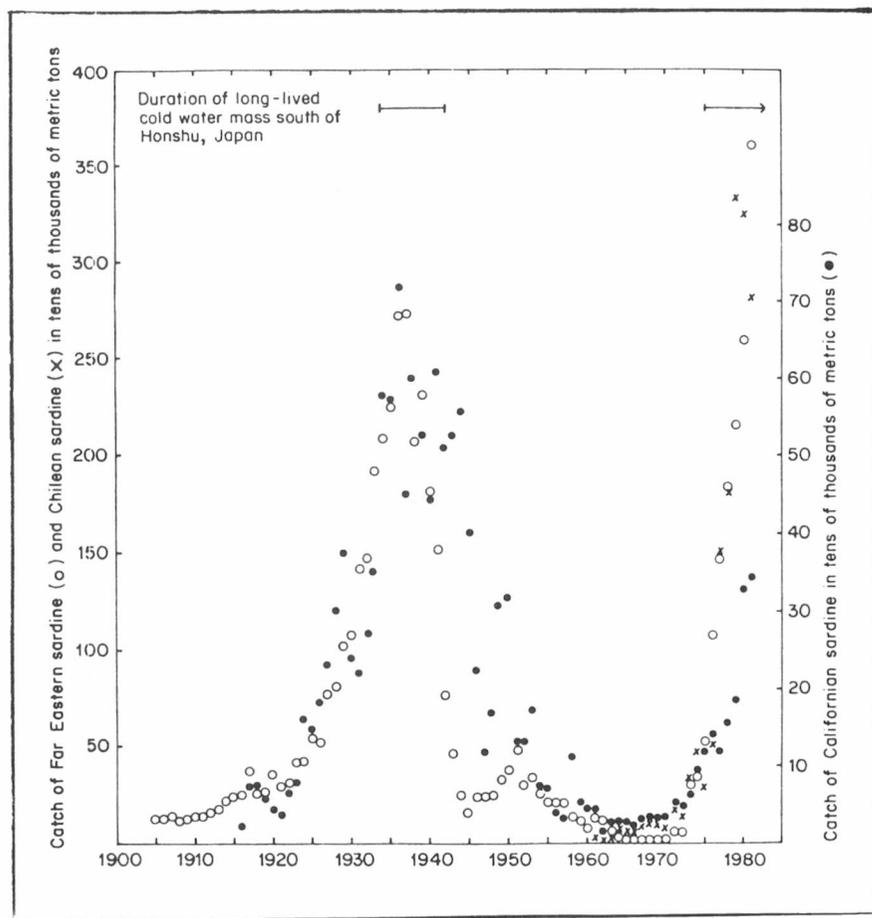


fig. 7. Andamento della pesca delle sardine nei mari del Giappone, del Cile e della California nel periodo 1905-1981. Da Kawasaki, 1985.

è nuovo per l'area adriatica. Esiste tutta una serie di articoli scientifici da cui risulta evidente una certa ciclicità del fenomeno stesso (35).

La più vecchia testimonianza risale al 1729. Ne dà notizia Giovanni Bianchi (36), un naturalista riminese attento indagatore anche della biologia

(35) REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA, *Gli episodi di «mare sporco» nell'Adriatico dal 1729 ai giorni nostri*, a cura di S. Fonda Umani, E. Ghirardelli, M. Specchi, Trieste, ottobre 1989.

(36) G. BIANCHI, *Descrizione del terremoto grande, che fu in Arimino l'anno 1672*, «Raccolta d'opuscoli scientifici e filologici», T. 34, Venezia 1746, pp. 243-258, cfr. pp. 256-257.

marina adriatica (37). La mucillagine, secondo la testimonianza di G. Bianchi, apparve nell'estate del 1729 nell'Adriatico settentrionale e viene così descritta: «... le Tempeste, e le burrasche di mare, che pajono ordinariamente non apportare che del danno, pure esse sono d'utile a Pescatori stessi, e ciò conoscemmo chiaramente l'anno mille settecento ventinove, nel quale, perciocché in tutta la Primavera, e in tutta la State non furono mai burrasche nel Mare, esso s'era tanto d'erbe inutili, e d'una certa cosa moccichiosa nel fondo, riempuito, che i Pescatori non potevano in quell'anno prendere Pesce alcuno, quantunque una fatica grandissima adoperassero nel calare, e nel tirare le loro reti in mare; per la qual cosa ognuno di loro, acciocché la propria vita, e la loro famiglia potesse sostentare una qualche grave Tempesta, o Burrasca, che il fondo del mare ripulisse allora s'augurava. Così nel mese d'Ottobre, e di Novembre ognanno i Pescatori di Comacchio sempre pubbliche preghiere fanno, acciocché tempi cattivi con tuoni, con folgori e con tempeste succedono, onde caricarsi di copiosa Pesca possano le loro Reti» (38). Da questa descrizione appare chiaramente che la comparsa della mucillagine faceva seguito ad un lungo periodo di mare calmo senza burrasche. Per altre vie si sa che nel periodo 1716-1735 si svolse una fase climatica calda e secca nell'ambito dei «cicli di Brückner» (39). I paesi del nord-Europa furono particolarmente favoriti per l'instaurarsi di un periodo caldo. Primavera, estati ed autunni divennero sensibilmente più caldi con una culminazione negli anni del 1730. Gli inverni eccezionalmente miti tra il 1721 e il 1735 ebbero in Svezia una influenza benefica sulla semina dei cereali, la pastorizia, l'occupazione e la salute. Sempre nei paesi dell'Europa settentrionale vi fu un grande progresso economico nei decenni 1720-1729 e 1730-1739. Gli anni del 1730 furono particolarmente caldi in Inghilterra. A questo caldo seguì poi, nel periodo 1736-1755, una fase particolarmente umida e fredda. Il fenomeno della mucillagine è stato registrato nelle cronache locali dato che impediva la pesca in mare. I pescatori perdevano a volte le loro reti in mare per l'appesantimento che la mucillagine, impigliandosi tra le maglie, esercitava sulle reti stesse. Il fenomeno non doveva essere nuovo nemmeno allora, se già era

(37) G. Bianchi (Janus Plancus) descrisse crostacei, echinodermi, molluschi, vermi, briozoi e foraminiferi provenienti dal lido di Rimini. Cf. J. PLANCUS, *De conchis minus notis liber cui accessit specimen aestus reciproci maris superi ad littus portumque Arimini*, Venetiis 1739; editio altera duplici appendice aucta, Romae 1760.

(38) L'attività scientifica di Giovanni Bianchi e la notizia dello straordinario fenomeno marino del 1729 sono state illustrate anche da G. RIMONDINI, *L'alga del 1729. Un eccezionale bloom algale di 250 anni fa visto da Jano Planco*, «Settepiù-Settimanale della Provincia di Rimini», a.2 n. 24 maggio 1985.

(39) VEGGIANI, op. cit., pp. 126-127.

pratica usuale di ricorrere a pubbliche preghiere nel santuario di Comacchio nei mesi autunnali per auspicare burrasche di mare che scoraggiavano la formazione della mucillagine. Comunque per ora non si hanno notizie del verificarsi del fenomeno prima del 1729. Si può formulare l'ipotesi che vi siano state anche lunghi periodi senza la mucillagine nel mare Adriatico. Per esempio, tra il 1550 e il 1630 si svolse un intenso ed esteso deterioramento climatico in corrispondenza di una fase molto critica di quel più vasto periodo umido e freddo che va sotto il nome di Piccola Età Glaciale. Lo stesso dicasi per il periodo 1200-1350 durante il quale si hanno frequenti pulsazioni fredde e umide (40).

A supporto di tutte queste ipotesi si può ricordare il caso del lago di Tovel nel Trentino. Questo lago è andato soggetto ciclicamente ad arrossamenti delle sue acque per la proliferazione tra la fine di luglio e la prima quindicina di settembre di un'alga unicellulare, il *Glennodinium sanguineum* MARCH. Dal 1965 il fenomeno è scomparso ma poi, ad iniziare dal 1983, vi è stata una ripresa del fenomeno stesso anche se in maniera poco vistosa. Si è fatta l'ipotesi di un collegamento con le fluttuazioni dei ghiacciai alpini (41), ossia con le fluttuazioni climatiche. Dopo il periodo caldo degli anni Trenta e Quaranta di questo secolo, durante il quale il lago di Tovel si arrossava regolarmente, vi è stata negli anni Cinquanta e Sessanta una certa recrudescenza climatica con una avanzata dei ghiacciai. Successivamente, negli anni Settanta e Ottanta, si è instaurata una fase climatica in senso secco e caldo a distribuzione mondiale. Si può invece ancora ipotizzare che frequentissime maree rosse e casi di «mare sporco» in Adriatico, si siano verificati intorno all'anno Mille, in concomitanza con lo svolgersi dell'Ottimo Climatico Medievale, un periodo particolarmente caldo che si riscontra a livello mondiale (42). Ed infatti il primo e più intenso arrossamento del lago di Tovel si fa risalire, secondo alcuni autori, all'alto medioevo, come avvalorato da una leggenda che si incentra sul colore sanguigno di quel lago (43). La prima notizia certa comunque dell'arrossamento del lago di Tovel risale al 1864 in concomitanza di un periodo, 1856-1870, particolarmente

(40) VEGGIANI, *Fluttuazioni climatiche e difesa del suolo nella pianura padana orientale, tra il secolo XIV e XVII*, «Uomini, Terra e Acque-Atti del XIV Convegno di Studi Storici organizzato in collaborazione con l'Accademia dei Concordi, Rovigo, 19-20 Novembre 1988», Associazione Culturale Minelliana, Rovigo 1990, pp. 25-47.

(41) A. PAGANELLI, *Può l'arrossamento del Lago di Tovel (Trentino) essere collegato con le fluttuazioni dei ghiacciai alpini?*, «Geografia fisica e Dinamica quaternaria», 8 (1985), n. 2, pp. 83-88.

(42) VEGGIANI, *L'ottimo climatico medievale in Europa. Testimonianze lungo la fascia costiera padano-adriatica*, «Studi Romagnoli», 37 (1986), pp. 3-26.

(43) G. TOMASI, *Lago di Tovel: dall'immaginario al plausibile*, «Natura Alpina», 1989, n. 1, pp. 1-72.

caldo, caratterizzato anche dal ritiro dei ghiacciai alpini. Si ebbero stagioni calde e asciutte, con inverni scarsamente nevosi, che raggiunsero il loro culmine negli anni 1858-1865 (44). Si tratta quindi di circostanze che permettono di affermare quanto siano importanti per le abnormi fioriture algali le condizioni meteorologiche. Nel caso specifico del lago di Tovel, il fenomeno dell'arrossamento scompare quando il lago stesso è molto pieno, si attiva l'emissario e la circolazione dell'acqua diventa attiva. Ciò si verifica particolarmente in occasione dei ciclici ritorni di fasi climatiche umide e fredde. Si ricorda, tuttavia, che anche per il lago di Tovel sono sorte numerose discussioni circa una eventuale interferenza antropica sul mancato arrossamento di questi ultimi decenni.

Per quanto riguarda ancora il mare Adriatico, dopo l'evento del 1729, si ritorna a discutere sulla mucillagine nel 1872 quando nei mesi estivi vasti tratti del mare sono coperti da «sostanze di color grigio fosco o giallastro e di carattere e natura incerta, le quali erano ovunque notate ed in tanta copia da impedire ai pescatori il gettare le reti per la massa soverchiante di quelle impurezze che in dette reti si accumulavano. Questo fatto non venne notato soltanto lungo il litorale delle Marche e delle Romagne, che anzi si manifestò con molto maggiore intensità dal lato di Trieste e lungo la costiera Istriana, per cui pare che tutta la superficie dell'Adriatico sia stata ingombra da quelle sostanze. Così straordinario avvenimento non poté mancare di richiamare l'attenzione di tutti per l'incomodo che ne avevano i molti, che di quei giorni ricercavano dai bagni marini salute e refrigerio dai calori estivi, e più ancora per il danno che ne risentiva la moltitudine dei poveri pescatori» (45).

A Rimini la presenza della mucillagine suscitò varie polemiche proprio per il problema dei bagni in mare. Era allora direttore dello Stabilimento Balneare di quel centro costiero Paolo Mantegazza, il celebre medico, igienista e scrittore, che cercò di sminuire il fenomeno del «mare sporco» anche per evitare la fuga dei bagnanti, come risulta dai resoconti riportati sul «Corriere dei Bagni» che usciva a Rimini il mercoledì e il sabato di ogni settimana (46). Il Mantegazza era costretto a dire «che a Venezia, a Trieste,

(44) VEGGIANI, *Le fluttazioni del clima del XVIII al XX secolo*, cit., p. 135.

(45) F. CASTRACANE, *Sopra la straordinaria apparenza presentata dal mare Adriatico nella seconda metà del luglio 1872*, estratto da «Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei», a. 26, sessione del 15-12-1876, Roma 1773, p. 3.

(46) «Corriere dei Bagni», Rimini, n. 2 (27-7-1872), n. 3 (31-7-1872), n. 5 (7-8-1872). Appare chiaro dagli articoli riportati che le notizie che possono suscitare apprensione e tenere lontano i forestieri da Rimini sono oggetto di attenuazione, distorsioni e censura. I pescatori hanno difficoltà nel gettare le reti ma, viene riferito, la «poltiglia» è innocua per i pesci e per gli uomini. Cf. RIMONDINI, *L'«alga verde» del 1872*, «Settepiù», n. 27, Rimini 6-7-1984.

a Pesaro e in altri luoghi il mare, benché trasparente era qua e là reso denso da una sostanza verdastra, che rimaneva aderente alla pelle e soprattutto al pelo dei bagnanti, per cui rimaneva incomodo e difficile il levarselo dattorno con lavature e asciugamani» e più avanti ancora replicava che «È però verissimo che in Rimini la regione delle acque marine occupata dai bagnanti rimase sempre vergine di quella sostanza singolare e seccante e solo i nuotatori in alto mare ebbero a incontrarla» (47).

L'imponente fenomeno marino dell'estate del 1872, che non si ricordava esserne accaduto uno simile a memoria d'uomo, suscitò al suo apparire le più disperate supposizioni. Si parlò di melme micidiali che travolte dalle piene dei fiumi erano state portate al mare o di olii scaturiti dal sottosuolo (48), ma i naturalisti e gli studiosi del mare non esitarono a mettere in relazione il fenomeno con le abnormi fioriture delle microalghe in particolari condizioni meteomarine (49). Tra le tante supposizioni emerse anche una correlazione tra il fenomeno del «mare sporco» e la presenza nell'Adriatico delle meduse. Fu chiarito, però, che le meduse erano apparse in maggior numero negli anni antecedenti ma non nel 1872 (50). Questa osservazione sulle meduse riveste molto interesse perché effettivamente una fase calda, come già si è detto, si svolse in Italia, nell'Europa e in tutto l'emisfero settentrionale nel periodo 1856-1870. Si è anche già notato che la migrazione delle meduse dal mare Mediterraneo all'Adriatico settentrionale, fino al golfo di Trieste, avvengono quando le acque marine subiscono un generale riscaldamento. L'evento della mucillagine dell'estate del 1872 viene a cadere all'inizio di un periodo, 1871-1885, umido e freddo (51), ma si tratta sempre di un momento climatico non ancora completamente disgiunto dalla precedente fase calda e secca. Un altro caso di mucillagine accadde nell'estate del 1880 (52). Per le coste romagnole si trovano notizie in periodici locali ed anche in certi santuari. Nell'Archivio Parrocchiale di Riccione sono state registrate le numerose grazie ricevute dal Beato Alessio da parte

(47) «Corriere dei Bagni», n. 5, cit.

(48) A. P. NINNI, *Sopra la causa che impedisce il libero esercizio della pesca lungo le coste venete*-Lettere a G. Canestrini, «Giornale di Padova», n. 196 (13-7-1872) e n. 198 (15-7-1872).

(49) G. ZANARDINI, *Intorno ad una straordinaria comparsa nel mare Adriatico di una densa poltiglia*, estratto da «Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti», disp. X, t. 1, serie IV, Venezia 1873.

(50) DR. SYRSKI, *Sulle masse glutinose osservate nei mesi di giugno e luglio 1872 nella parte settentrionale dell'Adriatico*, Relazione prodotta all'I. R. Governo Marittimo di Trieste, Trieste 1872.

(51) VEGGIANI, *Le fluttazioni del clima*, cit., pp. 156-157.

(52) CASTRACANE, *Straordinario fenomeno della vita del mare osservato nell'Adriatico nella estate del 1880*, estratto da «Atti Accad. Pont. Nuovi Lincei», a. 34, t. 34, sess. 1^a del 19-12-1880, Roma 1881.

dei pescatori (53). L'avvenimento della mucillagine è così descritto: «Addì 1, 2, 3 agosto 1880 fu fatto un solenne triduo al Beato Alessio onde ottenesse da Dio la grazia di liberare e mundare l'acqua del mare dalla feccia la quale impediva da qualche mese ai marinai di prendere il pesce, e nella sera del terzo giorno del triduo si andò processionalmente collo stendardo del Beato alla spiaggia del mare e fu benedetto. Nella notte fu gran burasca e si cominciò a rischiarare l'acqua, e così cominciaronsi a prendere pesce come prima». Dell'evento del 1880 si trovano ancora notizie a Rimini nel periodico «Libertas» del 15 agosto. Si dice che «in fondo al mare è una perturbazione, le reti ritornano vuote non solo, ma lorde e bucate». Lo studioso Padre Alessandro Serpieri scrive nello stesso giornale locale che è da escludere una correlazione tra mucillagine e terremoti che avrebbero fatto sollevare dal fondo del mare le alghe (54). Ad una distanza di undici anni, la mucillagine si ripresentò ancora nel mare Adriatico. La poltiglia tanto fastidiosa per la pesca comparve alla fine di maggio del 1891 da Trieste ad Ancona. Verso la metà di agosto quella sostanza fu vista in alcune zone abbassarsi e adagiarsi sul fondo, poi risollevarsi e finalmente ridiscendere. Verso la fine di agosto il fenomeno cessò del tutto (55). Particolarmente colpiti da questo disastro ambientale sono i pescatori di Chioggia che nei loro racconti parlano di un mare sporco dalle foci del Piave fino a Rimini. Questi inoltre affermano che dopo la metà di agosto, quando la poltiglia scomparve, la pesca ritornò abbondante (56).

A distanza di dodici anni, nei mesi di luglio e agosto del 1903, un altro caso di mare sporco venne a colpire le acque del golfo di Trieste (57). Il fenomeno non fu però di grande impedimento alla pesca come nei casi degli anni precedenti, 1872, 1880 e 1891 (58). Due anni dopo, nell'estate del 1905, il fenomeno si ripeté ancora nel golfo di Trieste (59). Questa nuova comparsa diede modo di impostare studi e ricerche sulla biologia delle mi-

(53) O. DELUCCA, *Alessio Monaldi fra storia e mito*, Rimini 1989, pp. 54-55.

(54) *Ibid.*, p. 55.

(55) G. B. DE TONI, *Il curioso fenomeno della poltiglia di mare. Il mare sporco*, «La Venezia», 17-18 Agosto 1891; D. A. RENIER, *La materia che infestò il nostro golfo nel 1872 ricomparsa nel 1891*, Chioggia 1891; D. LEVI-MORENOS, *Le diverse ipotesi del fenomeno del «mare sporco» nell'Adriatico*, «Neptunia», 2 (1892), n. 20, pp. 1459-1469; G. ZANARDINI, *Sopra la straordinaria comparsa nelle acque del nostro mare (presso Chioggia) d'una densa poltiglia che impediva l'uso delle reti da pesca*, estratto da «Atti del R. Istituto Veneto», ser. 9, vol. 1, Venezia 1892.

(56) E. BOSCOLO BIBI, *Il «mare sporco». Abnormi fioriture algali nell'Adriatico tra '800 e '900*, «Chioggia-Rivista di studi e ricerche», 2 (1989), n. 3, pp. 35-47.

(57) A. STEUER, *Urtiere als Schädlinge mariner Fischerei*, «Oesterreichische Fischerei-Zeitung», 1903, n.1, pp. 10-11.

(58) LEVI-MORENOS, *La causa del mare sporco*, «Neptunia», 28 (1903), pp. 249-251.

(59) ANONIMO, *La «malattia del mare»*, «Il Piccolo», 24 (1905), n. 8606, Trieste 6 agosto.

croalghe e si cercò anche di mettere in relazione le particolari condizioni meteoroclimatiche con la mucillagine (60). Per quanto riguarda lo stato fisico del mare, si constatò che nel 1905 le acque del golfo di Trieste erano state nel periodo estivo meno salate e più calde rispetto all'anno precedente. Si mise in dubbio, comunque, che queste circostanze da sole possano essere state il fattore determinante dell'incistarsi dei Dinoflagellati (61).

Gli eventi di mare sporco del 1903 e 1905 si inseriscono nel periodo, 1886-1910, caldo e secco che investì non solo l'Italia ma tutto l'emisfero settentrionale. Il riscaldamento generale è messo in evidenza negli anni 1890-1905 da molte stazioni meteorologiche (62).

Nell'estate del 1920 la mucillagine ritornò alla ribalta delle cronache locali. Sono colpiti i litorali dell'Istria, del golfo di Trieste, del Veneto e della costa romagnola. Il mare sporco si estese a tratti dalla linea di costa ad oltre venti miglia verso il largo e si verificò ancora una volta nelle medesime condizioni climatiche di serenità e di calma di mare (63). L'evento del 1920, al contrario dei precedenti, ricade però in un più vasto periodo 1911-1930 umido e freddo com'è comprovato dalla generale avanzata dei ghiacciai alpini (64). Altri casi di mare sporco sono segnalati nell'estate del 1929 e del 1930 (65). Più incerte sono le segnalazioni di mare sporco dopo il 1930. Le successive segnalazioni bibliografiche non fanno più distinzione tra mare sporco originato nel fondo da Diatomee bentoniche e le 'fioriture del mare' originate in superficie da elementi planctonici (66).

Nel 1969, come già si è detto, si verifica nella fascia marina antistante la costa emiliano-romagnola una estesa fioritura algale con fenomeni di anossia negli strati prossimi al fondo. Si cominciò così a parlare dei fenomeni di eutrofizzazione che nel 1975 si faranno più frequenti tanto da assumere caratteristiche di cronicità. Si continuerà così a dibattere solo questo

(60) A. FORTI, *Alcune osservazioni sul «mare sporco» ed in particolare sul fenomeno avvenuto nel 1905*, «Nuovo Giornale Botanico Italiano», n. s., 13 (1906), fasc. 4, pp. 357-473.

(61) C. J. CORI, *Ueber die Meeresverschleimung im Golfe von Trieste während des Sommers von 1905*, «Oesterreichische Fischerei Zeitung», 1905, n. 1, pp. 1-9.

(62) VEGGIANI, *Le fluttazioni del clima*, cit., pp. 136-137.

(63) E. BELLEMO, *Un interessante fenomeno nell'Adriatico. Il mare sporco*, «Gazzetta di Venezia», n. 184, 1-8-1920; R. ISSEL *Il mare sporco e gli studi della R. Stazione di biologia marina di Rovigno*, «Piccolo della Sera», 10-8-1920; A. VALLE, *Notizie sul «mare sporco» o «malattia del mare»*, «L'Era Nuova», 2 (1920), n. 429, Trieste 20 agosto.

(64) VEGGIANI, *Le fluttazioni del clima*, cit., pp. 137-138.

(65) ANONIMO, *Che cos'è il «mare sporco». Preoccupazione e noia di bagnanti e pescatori*, «Il Piccolo», 8 (1930), Trieste 18 luglio; V. ZANON, *Esame di un campione di «mare sporco» del golfo di Fiume*, «Mem. Pont. Accad. Sc. Nuovi Lincei», 15 (1931), pp. 449-473.

(66) E. GHIRARDELLI, S. FONDA UMANI, *Cenni storici, «L'Eutrofizzazione nel Mare Adriatico-Atti del Convegno Nazionale»*, cit., pp. 11-20.

ultimo fenomeno e si manifesterà poi grande sorpresa quando nelle estati del 1988 e 1989 improvvisamente e inaspettatamente si ripresenterà il fenomeno del mare sporco in tutta la sua virulenza con danni alla pesca e alla balneazione.

CONCLUSIONI

È stato accertato dalla maggior parte degli studiosi di biologia marina che il fenomeno del mare sporco, più comunemente noto come fenomeno della mucillagine, è del tutto distinto dalle maree rosse o dai cosiddetti fenomeni di eutrofizzazione che negli anni Settanta e Ottanta hanno provocato danni alla fauna e quindi alla pesca e indirettamente al turismo della riviera emiliano-romagnola. Già nel 1988 al suo apparire, dopo una lunga pausa, fu fatto un primo tentativo di schematizzazione delle cause del fenomeno, tenendo conto dell'opinione di alcuni esperti da tempo operanti nel settore adriatico (67). A detta di questi esperti all'origine del fenomeno della mucillagine si possono far convergere i seguenti fattori:

- 1 - L'anomalo andamento termico caratterizzato dall'attenuazione del minimo termico invernale, dall'innalzamento non inferiore a 1°-2°C delle temperature media estiva e dal prolungamento del periodo massimo termico.
- 2 - Lo scarso idrodinamismo a causa del rallentamento dei fenomeni che regolano il ricambio delle acque del bacino.
- 3 - L'incremento dell'irraggiamento solare connesso ad un lungo periodo di tempo sereno.
- 4 - L'assenza o l'estrema scarsità di piogge che ha comportato l'attenuazione della diluizione delle acque superficiali soprattutto per i ridotti apporti liquidi fluviali, il mancato raffreddamento delle stesse per precipitazione diretta e quindi una stabilità delle condizioni di omeotermia e di omeoalinità su tutta la colonna d'acqua.

Già nel 1903 fu fatta l'ipotesi dell'esistenza di una certa ciclicità nella formazione della mucillagine in Adriatico (68). La comparsa del mare sporco negli anni 1872, 1880, 1891, 1903-1905, 1920, 1929-1930, fa pensare ad una ciclicità intorno agli 11 anni che corrisponde a quella delle macchie solari (69). A questo proposito si può fare presente che gli eventi del

(67) A. BRAMBATI, *Quale Adriatico? Eutrofizzazione, mare sporco, maree colorate, mare pulito*, «Il fenomeno del mare sporco nell'Adriatico - Luglio-Agosto 1988», C.N.R., Trieste 1988, pp. 3-6.

(68) LEVI-MORENOS, *Le cause del mare sporco*, cit., p. 250.

(69) La durata di un ciclo di attività solare, intervallo di tempo fra due minimi, può variare da 8 a 15 anni (considerando il periodo 1700-1980), essendo la durata media di anni 11,04 Cf. G. GODOLI, *Il sole*, P.B.E., Torino 1982, p. 236.

The periods of fluctuations of some climatic, hydrographyc and biological factors									
	Parameter	Periods (years)						Author	
1	Herring catch (Denmark)	3,7			11			Jensen (1927)	
2	Growth rings of <i>Abies</i> and <i>Pinus</i> (Sweden)	2,75	8,5	11	23	Erlandsson (1936) according to Anadon (1954)			
3	Salinity (Adriatic)	9						Buljan (1953a)	
4	Air pressure (Trieste)	2,3	3,0	4,0	8	11,2	21,3	Polli (1955)	
5	Air pressure (Venice)	2,1	2,8	4	8	11	16	Polli (1955)	
6	Sea level (Germany)	2	2,9	4	8	11,2	16,5	Polli (1955)	
7	Air temperature (Trieste)	2	2,9	4	8	11,2	16,5	Polli (1955)	
8	Air temperature (Berlin)	8			10	15	Trepinska (1971)		
9	Air temperature (Krakow)	7,7			10,1—10,9	14,6	Trepinska (1971)		
10	Sea level (Baltic)	3			11			Kowalik & Wróblewski (1973)	
11	Air pressure (Asiatic anticyclone)	3		7	11	18	22	Sorkina & Penjkov (1973)	
12	Sardine catch	2,3	3,5	8	11	19*	27*	Regner & Gačić	
* Outside the limit of 95% confidence level									

fig. 8. Periodi di fluttuazione in anni di alcuni fattori climatici, idrografici e biologici in varie parti del mondo. Da Gacic, 1974.

1988 e 1989 si sono verificati in corrispondenza del massimo di attività solare del ciclo n. 22 (70). Esiste attualmente nel mondo scientifico un grande dibattito sulle possibili interferenze dell'attività solare sui fenomeni climatici e meteorologici. I periodi di elevata attività solare sono fortemente correlabili con i periodi di caldo della Terra. Gli ultimi cicli delle macchie solari si sono mostrati particolarmente attivi e a questo fenomeno si può attribuire le cause dell'attuale tendenza ad un generale riscaldamento della Terra (71). Un ciclo di circa 11 anni è già stato rilevato anche per altri fenomeni biologici e fisici dell'Adriatico, quali le fluttuazioni della salinità, della pressione e della temperatura dell'aria e della pesca delle sardine (fig. 8,

(70) FOUKAL, cit., pp. 20-24; U. VILLANTE, *La tempesta geomagnetica del 13 marzo 1989*, «Le Scienze», n. 262, giugno 1990, pp. 40-51.

(71) È stato individuato da tempo un ciclo undecennale dell'attività del sole con comparsa

nn. 3, 4, 5, 7, 12) (72). Di fatto fluttuazioni climatiche sono state riconosciute nel golfo di Trieste sulla base di dati meteorologici registrati nel periodo 1871-1985 (73).

Significative le fluttuazioni dei venti con un'onda di periodo di circa 50 anni (fig. 9). Vi sono stati periodi con predominanza di venti da NNE, NE, ENE, E (indicati come venti di *bora*) ad altri periodi invece con predominanza da SE, SSE, S, SSO, SO (indicati come venti meridionali). Di notevole interesse l'andamento della pesca delle sardine lungo le coste adriatiche della Jugoslavia nel corso del periodo 1835-1960. Si può rilevare che la pesca delle sardine nell'Adriatico coincide non solo con le fluttuazioni delle catture in altre aree della loro distribuzione ma anche con la pesca di altre specie di sardine (giapponesi, californiane, ecc.). Pertanto la causa deve ricercarsi nelle cicliche fluttuazioni del clima e delle correnti oceaniche che si fanno risentire a livello globale. Tutto ciò fa supporre che effettivamente l'attività solare sia uno dei fattori determinanti di questa ciclicità. Da tutto quanto è stato fino qui esposto, si può ipotizzare che il fenomeno del mare sporco o della mucillagine che tanta preoccupazione ha destato tra gli operatori della pesca e del turismo adriatico sia da inquadrare nell'ambito

sulla superficie di un certo numero di macchie. Convenzionalmente, i cili vengono numerati attribuendo il n. 1 a quello iniziato nel 1755. Attualmente si sta svolgendo il ciclo n. 22 che sembra aver avuto il suo massimo nel 1989. L'intensità delle macchie solari viene indicata con il cosiddetto Numero di Wolf (dal nome di un astronomo svizzero) che tiene conto del numero di macchie e gruppi di macchie che compaiono giornalmente sul sole. È risultato inoltre che ad intervalli si sono avuti incrementi o decrementi nel numero delle macchie solari. A volte, cioè, vi sono relativamente poche macchie solari anche nell'anno di massima attività del sole, in altri cicli il picco massimo raggiunge valori molto elevati. Nelle registrazioni degli ultimi trecento anni compare anche un ciclo a più lungo periodo di 80-90 anni (ciclo di Wolf-Gleiberg). Si è rilevato che nei decenni in cui i massimi undecennali delle macchie solari sono relativamente bassi, il clima sulla Terra è freddo e umido. Così nella seconda metà del sec. XVII vi fu un cinquantennio freddo che coincise con un tranquillo periodo di attività solare. Un altro periodo freddo si ebbe dal 1800 al 1820. Cf. G. BONACINA, *Il clima e l'attività solare*, «L'Astronomia», n. 85, febbraio 1989, pp. 31-36; J. A. EDDY, *Il clima e il ruolo delle condizioni solari*, «Clima e Storia», Angeli, Milano 1984, pp. 170-197. M. R. ATTOLINI, S. CECCHINI, G. BONINO, G. CINI CASTAGNOLI, M. GALLI, T. NANNI, *La relazione Terra-Sole*, «Acqua-Aria», 1988, n. 2, pp. 227-240.

(72) S. ZUPANOVIC, *O uzrocima (fluktuacija) u lovinama srdele na istocnoj obali Jadrana (On the causes of fluctuations in sardine catches along the eastern coast of the Adriatic Sea)*, «Anali Jadranskog Instituta», 4 (1968), pp. 401-491; S. REGNER, M. GACIC, *The fluctuations of sardine catch along the eastern adriatic coast and solar activity*, «Acta Adriatica», 15 (1974), n. 11, pp. 2-15; D. H. CUSHING, R. R. DICKSON, *The biological response in the sea to climatic changes*, «Advances in marine biology», 14 (1976), pp. 1-122.

(73) F. STRAVISI, *Climatic variations at Trieste during the last century*, «Geofizika», 4 (1987), pp. 61-76.

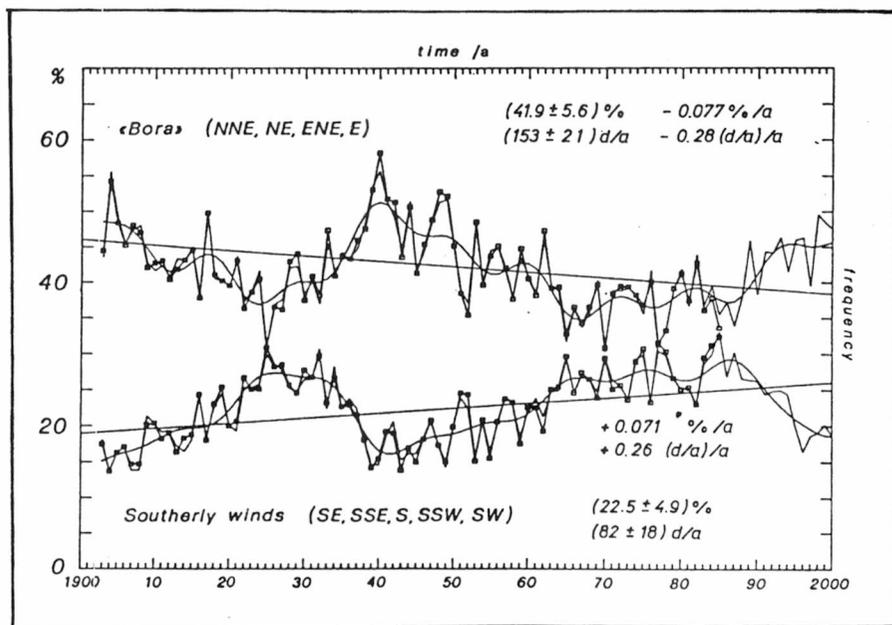


fig. 9. Variazioni climatiche a Trieste (1903-1985). Frequenza dei venti di Bora (NNE, NE, ENE, E) e dei venti meridionali (SE, SSE, S, SSO, SO). Da Stravisi, 1987.

dei fenomeni naturali che come in passato, continuano ad essere presenti e a contrastare le attività dell'uomo. C'è da auspicare che in futuro gli studi e le ricerche possano scoprire il meccanismo di questa alterazione dell'ambiente marino, di prevederne il suo manifestarsi e di programmare efficaci difese.