

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana

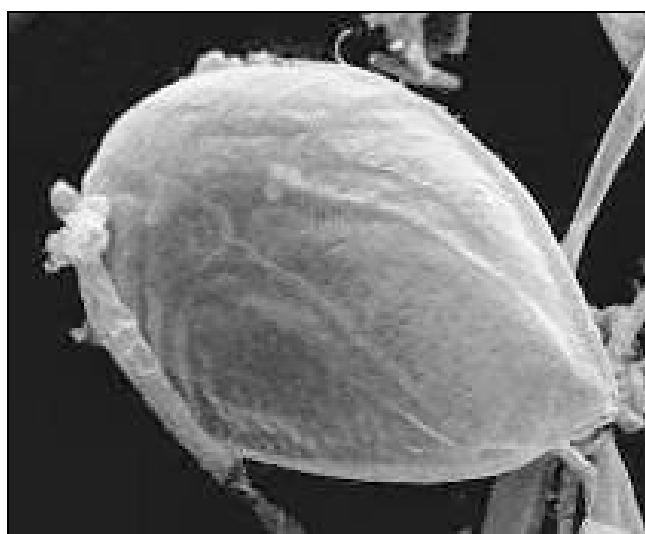
Assessorato Territorio ed Ambiente

Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente

Tavolo Tecnico Regionale sulle Acque

Tavolo di Settore n. 5: “*Fioriture di cianobatteri nei corpi idrici superficiali*”

Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* nelle acque costiere Scheda tecnica



Tavolo Tecnico Regionale sulle Acque

Tavolo di Settore n. 5: “Fioriture di cianobatteri nei corpi idrici superficiali”

Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* – Scheda tecnica

Premesse

Nelle ultime settimane diverse decine di bagnanti si sono rivolti a medici di famiglia e presidi sanitari dell'isola (guardia medica, pronto soccorso) dopo aver accusato malori in spiaggia e/o nelle immediate vicinanze della battigia. Al momento risultano interessati dal fenomeno i litorali di Aspra (Bagheria), Capaci, Isola delle Femmine e San Giuliano (Erice).

I Sindaci dei Comuni coinvolti hanno attivato l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) che, dopo avere effettuato i necessari prelievi, ha informato le amministrazioni interessate della presenza nelle acque antistanti i litorali in oggetto di fioriture algali (HAB) dovute alla microalga *Ostreopsis ovata*, correlando i sintomi accusati dai bagnanti alla tossina dell'*Ostreopsis* trasportata dal vento con l'aerosol marino. Si ricorda che con il termine HAB (Harmful Algal Blooms) la comunità scientifica si riferisce a fioriture di microalghe unicellulari, tossiche per l'uomo, che hanno in generale un impatto negativo sull'ecosistema.

Per fronteggiare la situazione i Sindaci dei comuni interessati si sono attivati per promuovere un coordinamento fra le amministrazioni interessate ad affrontare il problema, mentre ad Aspra il Sindaco di Bagheria ha imposto, per un periodo limitato, il divieto di balneazione. Presso il Comune di Isola delle femmine è stata inoltre organizzata una giornata di studi destinata ad approfondire il tema delle fioriture algali causate dall'*Ostreopsis ovata*.

La Procura di Palermo ha aperto un'inchiesta sul fenomeno, ripetutamente citato dai media negli ultimi giorni, affidando le indagini al Nucleo Operativo Ecologico dei Carabinieri.

Va ricordato che episodi di fioriture tardo-estive della microalga marina *Ostreopsis ovata*, accompagnati da aerosol tossici per bagnanti e turisti presenti sulle rive, vengono segnalati anche in altre Regioni (Liguria, Toscana, Emilia Romagna, Puglia, Lazio), e si ripetono da alcuni anni, ponendo a livello nazionale il problema della prevenzione e della gestione dei rischi derivati. Alcune di queste regioni, come la Liguria e la Toscana, che sono particolarmente interessate dal fenomeno, hanno messo a punto protocolli operativi finalizzati ad affrontare le emergenze minimizzando gli effetti sulla popolazione.

Le fioriture algali marine - soprattutto quelle attribuibili ai dinoflagellati - sono ritenute responsabili della produzione di tossine la cui veicolazione nell'ambiente può avere conseguenze sulle biocenosi bentoniche (danni e morie di organismi marini) e sull'uomo. L'individuazione e identificazione delle tossine presenti negli aerosol è stata tentata su campioni provenienti dalla fioritura di *Ostreopsis ovata* segnalata in Liguria nell'estate 2005. Gli esami hanno rivelato la presenza di numerosi composti organici, la cui natura e valenza tossica è in corso di approfondimento.

Va evidenziato, infine, che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha recentemente istituito a livello nazionale un'unità di crisi, composta da biologi, tecnici e chimici dell'ICRAM (Istituto di ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare), con il preciso compito di effettuare analisi e stabilire la causa della proliferazione dell'alga.

Le cause

Aspetti generali

Le fioriture algali (“*bloom*”) marine sono note da moltissimo tempo, anche grazie all’appariscenza caratteristica del colore rosso-brunastro che spesso le distingue e che in passato ha procurato a questi fenomeni l’appellativo di “maree rosse”. Vanno distinte dalle fioriture marine cosiddette “stagionali”, tipiche delle coste oligotrofiche e a basso contenuto di clorofilla *a*, che non sono mai monospecifiche ed esprimono una grande varietà di generi nell’ambito di una classe o di una divisione.

Si sviluppano in zone per lo più costiere, dove strati di acqua più calda si sovrappongono a strati più freddi e ricchi di nutrienti, generando un termoclino che ostacola il rimescolamento. Questo evento può verificarsi per un eccessivo riscaldamento degli strati superficiali, o per un apporto di acque dolci dall’entroterra (in quest’ultimo caso si crea un picnoclino, brusco gradiente chimico che impedisce il mescolamento anche in caso di omogeneità termica).

La stratificazione causa delle modifiche nel fitoplancton degli strati superficiali, dove le alghe a replicazione veloce esauriscono rapidamente i nutrienti disponibili e scompaiono, non essendo in grado di oltrepassare il gradiente. A questo punto i dinoflagellati, dotati di movimento autonomo e di discreta velocità (anche più di dieci metri al giorno con capacità di migrazione verticale giornaliera), oltrepassano la barriera chimico-fisica e raggiungono nell’ipolimnio la riserva di nutrienti, immagazzinandoli secondo il bisogno e ritornando a replicarsi in superficie dove l’intensità luminosa è maggiore. La densità cellulare in questi casi può raggiungere valori dell’ordine di diverse decine di milioni per litro o più e, a causa di questa capacità le fioriture possono comparire in acque superficiali decisamente povere di nutrienti, non dipendendo da queste per il loro sostentamento ^[1].

Il cambiamento nella composizione fitoplanctonica a seguito di stratificazioni superficiali e dell’aumento dei nutrienti negli strati profondi è ben documentato anche in Europa: uno studio eseguito lungo le coste della Germania ha evidenziato lo spostamento delle frequenze di popolazione dalle diatomee verso i dinoflagellati, aumentati di dieci volte nel corso di ventitré anni, al quadruplicare dei rapporti azoto/silicio e fosforo/silicio nelle acque.

Le fioriture marine, e in particolare quelle tossiche, sono aumentate enormemente in tutto il mondo nell’ultimo quarantennio, di pari passo con l’aumento della popolazione e dell’industrializzazione: un esempio estremo è quello del Giappone, che dal 1965 al 1975 ha visto aumentare le proprie fioriture tossiche annuali da 44 a circa 300. L’accresciuto numero di rilevamenti è da imputare al peggioramento delle condizioni trofiche delle coste con aumento degli scarichi umani e delle acquicoltura (un allevamento di 200.000 pesci rilascia una quantità di azoto e fosforo equivalenti agli scarichi non trattati di 65.0000 persone) e al concorso di mutamenti climatici straordinari da effetto serra, su cui si sono innestate le introduzioni di specie algali esotiche, come cisti quiescenti trasportate nelle stive di navi da carico o negli stock di pesci da allevamento ^[1].

Un aspetto importante è giocato su scala globale dall’effetto serra, con un aumento delle temperature che ha modificato l’andamento climatico. Va ricordato che nella storia della Terra fenomeni di riscaldamento globale (“*global warming*”) si sono ripetuti nel corso delle ere geologiche, alternandosi a glaciazioni, con intensità e durata estremamente variabili.

Le prove più interessanti sulla loro frequenza nel passato sono state trovate nei carotaggi dei ghiacci antartici e artici, dove è stato riscontrato un aumento delle fioriture algali legate ai periodi di “*global warming*”. Tuttavia le caratteristiche di questi eventi sono illuminanti sul ruolo

rivestito dall'intervento umano innestatosi nelle ultime "pulsazioni" naturali climatiche: mentre nelle ere passate si riscontra un aumento delle frequenze delle fioriture, nell'attuale periodo di riscaldamento aumenta anche l'intensità delle stesse, con produzione di maggiore biomassa sostenuta da una maggiore quantità di nutrienti presente nei mari a causa degli sversamenti umani ^[1].

Le fioriture algali sono pertanto un fenomeno normale, che avviene in alcune particolari zone anche dei nostri mari (ad es. Adriatico) da molto tempo e, nella maggior parte dei casi, provocano solo una intensa colorazione delle acque (rossa, bruna, verde, ecc, a seconda della specie). Alcune specie di microalghe, però, possono produrre sostanze con effetto tossico sugli altri organismi marini e, a certe concentrazioni, anche sull'uomo. Nel caso in cui la fioritura di una specie tossica avvenga in zone con scarso ricambio delle acque, a causa di condizioni naturali (golfi chiusi, deboli correnti, bassi fondali) o artificiali (presenza di scogliere, moli, dighe o altre barriere), le ripercussioni possono pertanto essere particolarmente pesanti per gli ecosistemi marini e per la salute umana.

Va infine ricordato che il riscaldamento globale, con la cosiddetta "tropicalizzazione" del clima, determina un fenomeno ormai sempre più accentuato: la temperatura del mare si sta infatti lentamente innalzando, con una variazione che è impercettibile per l'uomo (un decimo di grado l'anno) ma che stravolge lentamente gli ecosistemi portando specie tropicali a colonizzare il Mediterraneo.

E' il caso "della vongola delle Filippine, originaria del Pacifico e introdotta per motivi commerciali nella Laguna di Venezia nel 1983", ormai diventata specie comune, delle alghe esotiche *caulerpa taxifolia* e *racimosa* che minacciano le praterie di posidonia oceanica, del "pesce pappagallo che da Lampedusa si sta spingendo verso le Eolie", della "donzella pavonia, che fino a una quindicina di anni fa era confinata a sud della Sardegna e della Campania" e ora si osserva con facilità anche all'Elba e in Liguria, del "pesce serra, delle aguglie imperiali e delle lampughe segnalate ormai abitualmente nelle acque dell'Alto Tirreno", o, infine, "dell'alga tossica" *Ostreopsis* giunta lungo i litorali di Toscana, Liguria, Sicilia e Lazio con le acque di zavorra delle navi cisterna prelevate in mari tropicali e scaricate nei nostri porti ^[2].

L'Ostreopsis ovata

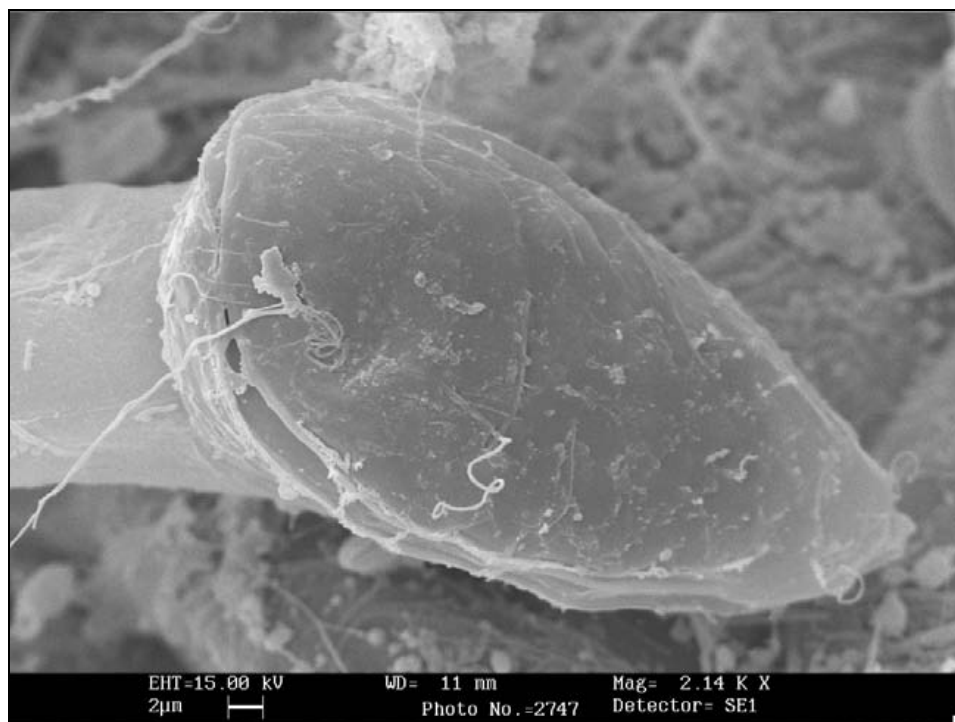
Le fioriture algali riscontrate in Sicilia appartengono al genere *Ostreopsis ovata*, una microalga originaria dei tropici e che appartiene alla famiglia delle Ostreopsidaceae. E' la peridinea più piccola del genere (dimensioni 47-55 µm x 27-35 µm), e sebbene produca tossine del gruppo della ciguatera è ritenuta tossica solo per gli animali marini; in letteratura non sono segnalati casi d'intossicazione alimentare umana attribuibili chiaramente ad essa ^[3].

Le caratteristiche ecologiche di questo genere richiedono acque eutrofiche: per la crescita sono necessarie luce e temperatura elevate (temperatura ottimale 26 °C), acque costiere calde e trasparenti, poca o nessuna turbolenza, alta pressione atmosferica e naturalmente elevate concentrazioni di azoto e fosforo. Per questa ragione si sviluppa soprattutto sotto costa nei primi metri d'acqua dalla riva. Vive sul fondale al di sopra di altre alghe (bentonica ed epifita), e raggiunge concentrazioni apprezzabili nella colonna d'acqua solo dopo aver ricoperto i fondali rocciosi che ne costituiscono l'habitat.

Il genere conta nove specie, la maggior parte bentoniche ed epifite su macroalghe brune o rosse, alcune delle quali ne stimolano la crescita mediante rilascio di composti lipofili.

<i>Ostreopsis ovata</i>	
Regno:	Protista
Phylum:	Dinoflagellata
Classe:	Dinophyceae
Ordine:	Peridinales
Famiglia:	Ostreopsidaceae
Genere:	<i>Ostreopsis</i>
Specie:	<i>O. ovata</i>

L'identificazione morfologica viene effettuata al microscopio ottico, con l'eventuale ausilio dell'elettronico a scansione ^[1].



Ostreopsis ovata : fotografia al microscopio elettronico a scansione (Marina Cabrini, 2005 – “Rapporti ISTISAN 05/29”).

Ostreopsis ovata è presente in baie protette dell'Oceano Pacifico e nelle regioni caraibiche, ma si può ritrovare anche in zone temperate come il Mediterraneo ^[4], in particolare nel tratto settentrionale dalla Spagna alla Grecia. In Italia si sono registrati casi di fioriture di *Ostreopsis* spp. nell'Alto Adriatico fin dal 1989.

Alcuni autori sostengono che le specie del genere *Ostreopsis*, ma anche specie dei generi *Coolia* e *Prorocentrum*, anch'essi associati alla produzione di tossine e rinvenuti lungo le coste italiane, potrebbero essere sempre state presenti nel Mediterraneo, ma finora semplicemente non rilevate.

La maggior parte degli autori ritiene invece che la presenza di queste microalghe sia dovuta al trasporto mediante navi o prodotti ittici. Quasi tutte le alghe unicellulari, infatti, in condizioni avverse hanno la capacità di formare cisti di resistenza che cadono sul fondo e resistono anche anni in condizioni di quiescenza finché la situazione ambientale non torna favorevole. Le cisti presentano parete cellulare ispessita, nessuna assimilazione di nutrienti, e possono affrontare il trasporto passivo in nuove acque.

Le specie algali viaggiano usualmente sotto forma di cisti di resistenza nelle stive vuote delle navi da carico riempite di acqua di mare per stabilizzare la portanza. Il meccanismo di trasferimento è semplice: il cargo raggiunge un porto tropicale dove effettua lo scarico delle merci e assume acqua marina per equilibrare le stive vuote, ritornando quindi al porto di carico dove svuota le stive dall'acqua e carica le nuove merci. In questo modo specie tropicali possono ritrovarsi in latitudini temperate e, se le condizioni ambientali sono abbastanza favorevoli, il risultato può essere l'impianto della nuova specie.

La sterilizzazione delle acque di stiva è perciò uno dei più recenti problemi posti dalla

moderna oceanologia. I metodi sperimentati comprendono sistemi fisici come l'assunzione di acqua oceanica, la certificazione dell'assenza di organismi tossici nelle acque dei porti di scarico, l'utilizzo delle acque portuali su basi stagionali in assenza di fioriture, il controllo o la filtrazione delle acque di stiva, un danno meccanico durante il pompaggio.

Altri metodi per uccidere le cisti sono costituiti dall'utilizzo di luce ultravioletta e ultrasuoni, dall'uso di scariche elettriche ogni 5 secondi, da trattamenti ad alta temperatura, dalla riduzione dei livelli di ossigeno disciolto, dal trattamento con H₂O₂, dalla clorazione, dall'elettrolisi o dall'uso di varie altre sostanze chimiche ^[1].

Gli effetti

Le ripercussioni delle fioriture algali di *Ostreopsis* possono essere particolarmente pesanti per gli ecosistemi marini e per la salute umana.

Gli effetti più evidenti sull'ecosistema sono rappresentati da schiume superficiali, opalescenza delle acque, tracce più e meno marcate di anaerobiosi sui fondali (chiazze nerastre dovute all'azione dei batteri solfito-riduttori), stato di sofferenza delle cenosi bentoniche, materiali di consistenza gelatinosa in sospensione con un "effetto nebbia" che riduce la trasparenza, e sporadicamente "fiocchi" di materiale sospeso di ridotte dimensioni (raggruppamenti di cellule).



Aggregati galleggianti (www.rete.toscana.it)

La comparsa delle fioriture è immediatamente seguita da danni alle faune bentonica ed ittica stanziali ("stress ambientale"), e può provocare - direttamente o indirettamente - gravi danni nei popolamenti animali e macroalgali sommersi. L'intensità del fenomeno è massima in aree soggette a ridotto ricambio idrico (golfi chiusi, deboli correnti, bassi fondali, presenza di scogliere, moli, dighe o altre barriere) e ad un eccessivo riscaldamento delle acque in condizioni meteorologiche particolari. La situazione può durare alcuni giorni, finché non cambiano le condizioni meteorologiche e/o meteomarine. Il monitoraggio ha rivelato che il fenomeno si ripresenta regolarmente ogni anno e nello stesso periodo dalla registrazione del primo caso.



Effetti delle fioriture algali: ricci di mare (*paracentrotus lividus*) sopravvissuti, con vari gradi di perdita di aculei; stelle marine (*coscinasterias tenuispina*) sopravvissute con vari gradi di perdita delle braccia (Sansoni et alii, 2003 - "*Ostreopsis ovata*: un problema emergente).

Nell'uomo la fioritura può causare un'intossicazione dovuta all'inalazione di sostanze irritanti veicolate dall'aerosol marino, i cui sintomi indirizzano verso un meccanismo irritativo aspecifico sulle mucose respiratorie e congiuntivali, con conseguente irritazione congiuntivale,

rinorrea (raffreddore), difficoltà respiratorie (tosse, respiro sibilante, broncospasmo con moderata dispnea), dermatiti, febbre, dolori muscolari, dissenteria. La tossicità dell'*Ostreopsis ovata* è dovuta alla produzione di una tossina non ben conosciuta (solubile in butanolo), ad azione emolitica e con caratteristiche simili alla palitossina, tossina marina ben conosciuta e molto potente.

La sindrome clinica è da considerare completamente benigna e non paragonabile ad altre sindromi tossiche causate da alghe. Studi specifici effettuati nel periodo 1998-2001 sul litorale apuano (Toscana nord-occidentale) in un'area interessata da fioriture di *Ostreopsis ovata* hanno evidenziato che la sintomatologia insorgeva dopo 2-3 ore d'esposizione all'aerosol marino e regrediva nel giro di 1-2 ore, ricomparendo a seguito di una eventuale nuova esposizione. I casi di persone colpite sono stati un centinaio dell'agosto 1998, e si sono ridotti a poche decine nell'agosto 2000 ed a poche unità nell'agosto 2001^[3].

Va sottolineato che la modalità di esposizione per il manifestarsi dei sintomi non è l'ingestione, ma l'inalazione di aerosol marino e cioè di microparticelle acquose in sospensione contenenti l'agente tossico. Questo giustifica i sintomi anche in soggetti che non praticano attività acquatiche e rende pertanto il divieto di balneazione, in assenza di altre iniziative di prevenzione, inappropriato per limitare l'esposizione.

Il significato biologico ed ecologico delle tossine non è stato ancora del tutto chiarito, sebbene siano state osservate evidenze di inibizione della crescita di specie algali competitive. Sono da approfondire gli studi su possibili effetti legati al consumo di prodotti ittici eventualmente contaminati.

Diverse sono le regioni interessate da fioriture algali di *Ostreopsis spp.*: Liguria, Toscana, Emilia Romagna, Lazio, Puglia e Sicilia.

Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* si sono verificate nelle stagioni estive degli anni 1998 (3.000-50.000 cell/L dall'esame microscopico di acqua di mare e da 250 milioni a 3 miliardi cell/L dall'esame della pellicola bruna che rivestiva il substrato), 2000 e 2001 nel mare costiero apuano (Toscana nord-occidentale). La fioritura di questa microalga si è manifestata con una certa frequenza, provocando direttamente o indirettamente morie di animali e macroalghe. Sono stati registrati, nel corso di queste fioriture, anche casi di malesseri nei bagnanti – come segnalato anche in Liguria, Toscana, Puglia e Sicilia – apparentemente dovuti alla presenza di aerosol tossico.

Nella regione Lazio, da acque marine provenienti da Civitavecchia, nel 1994 è stata rinvenuta *Ostreopsis ovata*, con una densità di 80.000 cell/L. Dal 2003 nelle acque marine costiere dei comuni di Terracina, Fondi, Sperlonga, Gaeta e Formia viene segnalata la presenza di cellule di Dinoflagellati bentonici appartenenti al genere *Ostreopsis*, che in passato sono state probabilmente causa di locali episodi di morie di fauna marina lungo le coste laziali. La presenza di *Ostreopsis spp.* è stata segnalata anche in Liguria negli ultimi 5 anni e in Puglia a partire dal 2001. In Puglia, in particolare, la microalga è stata identificata come *Ostreopsis lenticularis* e la sua distribuzione ha interessato i litorali di Bari, Brindisi e Manfredonia; dal 2003 la fioritura è tale da destare particolare attenzione per la tutela della fauna marina e dell'uomo^[4].

In Sicilia al momento sono state segnalate fioriture lungo i litorali di Aspra (Bagheria), Capaci, Isola delle Femmine e San Giuliano (Erice). I sintomi registrati da chi ha frequentato il litorale sono quelli ricorrenti: malori, stati febbrili, tosse e difficoltà respiratorie, bruciore e arrossamento degli occhi.

In seguito alle segnalazioni l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale ha effettuato una serie di campionamenti in base ai quali è risultata la presenza di *Ostreopsis ovata* nelle acque antistanti i litorali in oggetto. Secondo l'Agenzia i sintomi accusati dai bagnanti

Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* nelle acque costiere – Scheda tecnica

sono correlati alla presenza della tossina dell'*Ostreopsis ovata* trasportata dal vento con l'aerosol marino, quando le mareggiate provocano il distacco dal fondale delle macroalghe ospiti che si accumulano sulla riva insieme all'*Ostreopsis ovata*.



Le strategie di controllo

Dalla scoperta delle fioriture algali tossiche innumerevoli sono stati i tentativi per contrastarne gli effetti sull'ambiente e sull'uomo. Le attuali strategie per quanto riguarda le coste marine comprendono sistemi di trattamento sintomatico come la flocculazione delle biomasse algali con argilla, sperimentata in Giappone e Sud Corea, l'uso di batteri ambientali e la coltivazione su vasta scala di macroalghe per la rimozione dei nutrienti che favoriscono lo sviluppo delle fioriture lungo le coste.

Considerati i problemi che seguono l'instaurarsi delle fioriture algali e le difficoltà della loro eradicazione, è evidente inoltre l'importanza della prevenzione e della corretta gestione dell'ecologia acquatica, sia lungo le coste che in mare aperto. A livello internazionale la Commissione Oceanografica Pew ha elaborato, nel rapporto del 2003, quattro linee di condotta principali che ha proposto per contrastare l'aumento globale del livello trofico degli oceani, e che comprendono un concetto di gestione basato su:

- ◆ difesa dell'ecosistema;
- ◆ dichiarazione generale di habitat critico per le coste e un conseguente uso intelligente delle stesse;
- ◆ definizione di standard che fissino limiti all'inquinamento dei nutrienti lungo le coste;
- ◆ il perseguimento dell'armonia tra questi standard e le ulteriori riduzioni degli inquinanti tossici.

Per quanto riguarda il monitoraggio una importante parte delle ricerche moderne si sta occupando di sviluppare sistemi di rilevazione sempre più rapidi, efficienti e globali per permettere valide contromisure nella gestione del rischio legato alle fioriture algali. Le strategie di controllo in questo senso si esplicano fondamentalmente come monitoraggio fitoplanctonico sul campo e come monitoraggio via satellite.

La prima prevede campagne di campionamento continue e regolari con analisi chimiche, biologiche e tossicologiche ad ampio spettro per delineare la portata e la durata delle fioriture tossiche. Malgrado l'impegno continuato e notevole di mezzi e personale questa rimane ancora la migliore pianificazione di prevenzione e gestione del rischio attualmente disponibile.

La seconda strategia prevede invece l'utilizzo di tecnologie satellitari di *remote sensing*: una immagine satellitare copre infatti grandi aree geografiche, e serie di immagini in successione nel tempo possono essere ottenute facilmente. Inoltre, l'informazione registrata da un'immagine satellitare può fornire analisi quantitative obiettive.

Numerosi gruppi di ricerca hanno evidenziato come l'energia retrodiffusa da un corpo idrico nelle diverse lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico (principalmente nella parte del visibile e dell'infrarosso vicino, tra 380 e 900 nm) porti con sé informazioni sulle concentrazioni di fitoplancton, di sedimento solido sospeso e sostanze organiche disciolte. Questi parametri otticamente attivi sono responsabili della colorazione delle acque. Previa una correlazione statistica tra la radianza misurata dal satellite e la concentrazione dei parametri chimico-fisici nelle acque, si possono elaborare equazioni di trasporto radiativo tra le concentrazioni dei parametri e la radianza emergente dalla colonna d'acqua mediata dall'atmosfera. A questo punto è possibile una lettura diretta delle condizioni del corpo idrico.

Questa promettente tecnologia è attualmente sperimentata da vari anni, a livello internazionale, sulle acque marine e oceaniche con i progetti SEAWIFT, AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometers*), e NEMO. Le rilevazioni satellitari permettono di acquisire dati sull'eutrofizzazione, sul dilavamento di sostanza organica disciolta, sulla clorofilla, sui cambi nell'abbondanza del seston e sugli effetti per l'acquicoltura. Tramite satellite è stato

possibile rilevare l'entità e la durata di fioriture tossiche di *Karenia brevis* lungo le coste della Carolina del Nord e della Florida, fioriture di *Alexandrium spp.* nel golfo del Maine, fioriture lungo le coste dell'alto Adriatico nel 1991 e l'aumento globale delle fioriture algali nel mondo dall'estate 1997 all'estate 1999 ^[1].

Per quanto riguarda le azioni di prevenzione inoltre, e considerato che l'origine del problema è per lo più in paesi del terzo mondo, le cui economie non possono facilmente tutelare l'ambiente, va ricordato che l'*International Maritime Organisation* (IMO), l'organismo internazionale che tra l'altro promulga le linee guida per il controllo e la gestione delle acque di zavorra delle navi, ha lanciato nel 2001 il *Global Ballast Water Management Program*, un programma di assistenza a sei paesi in via di sviluppo (Cina, Sud Africa, India, Ucraina, Iran e Brasile) per l'assunzione di misure efficaci contro l'introduzione di specie estranee in latitudini diverse ^[1].

Sembra opportuno accennare anche ad un recente intervento normativo UE che ha affrontato il problema delle fioriture algali: una nuova direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio finalizzata a preservare, proteggere e migliorare la qualità dell'ambiente idrico e a proteggere la salute integrando la direttiva 2000/60/CE. Si tratta della direttiva 2006/7/CE, che dovrà essere recepita entro il 2008, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione, secondo la quale “*qualora il profilo delle acque di balneazione mostri una tendenza alla proliferazione di macroalghe e/o fitoplancton marino, vengono svolte indagini per determinarne il grado di accettabilità e i rischi per la salute e vengono adottate misure di gestione adeguate, che includono l'informazione al pubblico*”, e che stabilisce che “*qualora il profilo delle acque di balneazione indichi un potenziale di proliferazione cianobatterica, viene effettuato un monitoraggio adeguato per consentire un'individuazione tempestiva dei rischi per la salute*”, prevedendo inoltre che “*qualora si verifichi una proliferazione cianobatterica e si individui o si presuma un rischio per la salute, vengono adottate immediatamente misure di gestione adeguate per prevenire l'esposizione, che includano l'informazione al pubblico*”.

L'Unione Europea ritiene anche che “*informazioni adeguate sulle misure previste e sui progressi relativi all'attuazione dovrebbero essere divulgate ai soggetti interessati. Il pubblico dovrebbe essere informato adeguatamente e tempestivamente dei risultati del monitoraggio della qualità delle acque di balneazione e delle misure di gestione dei rischi per prevenire pericoli per la salute, specialmente in caso di eventi di inquinamento prevedibile a breve termine o anomali. Dovrebbero essere applicate le nuove tecnologie che consentano al pubblico di essere informato efficacemente e in maniera comparabile sulle acque di balneazione in tutta la Comunità*”.

Infine nella direttiva viene evidenziato che la conformità delle acque di balneazione “*dovrebbe dipendere da adeguate misure di gestione e di garanzia della qualità e non soltanto da misurazioni e calcoli. È pertanto opportuno un sistema di profili delle acque di balneazione che permetta una migliore individuazione dei rischi quale base per le misure di gestione*”

In Italia oggi, tuttavia, la normativa non sembra ancora adeguata ad affrontare in modo esaustivo fenomeni come le fioriture algali di *Ostreopsis ovata*, alle cui caratteristiche non sono adattabili i limiti fissati dalla circolare del Ministero della Salute sulle acque di balneazione, che fissa l'interdizione delle acque marine oltre la soglia dei 10 milioni di cellule/litro ^[1].

A livello nazionale inoltre, salvo casi sporadici, manca ancora una conoscenza capillare e completa del fenomeno della diffusione delle alghe tossiche. E la situazione non migliora di molto se si tenta di stabilire un quadro dettagliato delle concentrazioni dei nutrienti (azoto e fosforo) nelle acque interne e marino-costiere, considerato il loro ruolo primario nel fenomeno.

Le cause principali di tale situazione sono peraltro note:

- ◆ ritardi e carenze nelle attività finalizzate a fornire le conoscenze di base sullo stato di

- ◆ qualità dei corpi idrici;
- ◆ settorializzazione degli attori istituzionali e tecnici;
- ◆ mancanza di collegamenti tra i soggetti interessati, e di scambio d'informazione e di un'organizzazione che garantisca la disponibilità di linee-guida;
- ◆ un sistema informativo non aggiornato secondo le disposizioni contenute nelle più recenti direttive europee;
- ◆ un sistema di sorveglianza delle patologie associate alle acque non adeguato.

Ne deriva che la mancanza di sufficienti informazioni riduce notevolmente le possibilità di pianificare a livello centrale possibili strategie di intervento, e si rafforza pertanto la necessità di colmare tempestivamente le lacune oggi esistenti, con:

- ◆ l'avvio di una azione rapida ed efficace di monitoraggio e controllo dei corpi idrici della regione;
- ◆ l'attivazione delle opportune forme di collaborazione e coordinamento fra i soggetti e gli enti interessati;
- ◆ la messa a punto di un sistema informativo regionale, per quanto riguarda sia la qualità dei corpi idrici che la sorveglianza delle patologie, in linea con le principali direttive nazionali ed europee.

Per quanto riguarda il primo punto risulta evidente la necessità di attivare rapidamente un efficace sistema di controlli a tutela della salute pubblica e dell'ambiente. E' fondamentale, pertanto, che gli organi di controllo abbiano la conoscenza delle caratteristiche ecologiche e tossicologiche delle specie che interessano il proprio territorio, al fine di prevenire le conseguenze ambientali e sanitarie delle loro fioriture. In quest'ottica Arpa Sicilia ha già avviato una campagna preliminare di controlli in tutte le zone nelle quali è stato riscontrato il fenomeno delle fioriture.

Va ricordato in proposito che, per quanto riguarda le acque dolci, l'Arpa ha elaborato una *“Proposta di piano per il monitoraggio della diffusione delle fioriture algali nei laghi della regione Sicilia”*, in linea con il protocollo che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha messo a punto per definire criteri e modalità di una risposta graduata al formarsi ed al progredire di una fioritura di cianobatteri. Tale attività sarà integrata e razionalizzata prevedendo anche una sezione specifica dedicata ai controlli sulle fioriture algali che interessano le acque marino-costiere, nell'ambito del *“Piano regionale di monitoraggio dei corpi idrici”* che il Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente ha ormai in via di definizione.

Analogamente anche l'Ispettorato Regionale Sanitario (IRS), che per quanto riguarda le acque interne ha già avviato uno specifico *“Programma tecnico-operativo di monitoraggio analitico”* dei principali invasi coinvolgendo le proprie strutture periferiche, i Servizi di Igiene degli Alimenti e della Nutrizione (SIAN) ed i Laboratori di Sanità Pubblica (LSP), sta definendo il sistema di controlli più idoneo da attivare sulle acque marino-costiere nell'ambito delle attività istituzionali di competenza.

Per quanto riguarda il secondo punto va ricordato che il tema in questione ha aspetti che coinvolgono, a vario titolo, competenze e responsabilità di diverse amministrazioni, e che presuppongono pertanto un approccio metodologico di tipo integrato e multidisciplinare. Si ricorda ad esempio che amministrazioni ed enti interessati in prima battuta, per via delle specifiche competenze in merito, sono:

- ◆ i Sindaci dei Comuni (autorità sanitaria locale, autorizzazioni allo scarico, controlli);
- ◆ l'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente (tutela dell'ambiente in generale, coordinamento monitoraggio e controlli di competenza);

- ◆ l'Assessorato Regionale Sanità (tutela della salute in generale, coordinamento monitoraggio e controlli di competenza);
- ◆ le Capitanerie di Porto (servizi di istituto relativi alla protezione dell'ambiente marino, in rapporto di dipendenza funzionale dal Ministero Ambiente);
- ◆ la Struttura Commissariale (Piano regionale di tutela delle acque);
- ◆ le Province (controlli e catasto scarichi).

Esistono poi aspetti correlati che, in seconda battuta, coinvolgono – o potrebbero coinvolgere – altre amministrazioni o enti quali, la Protezione Civile e le Prefetture (emergenza, ordine pubblico), l'ICRAM, l'Università e le istituzioni scientifiche (studi e ricerche), vista l'importanza di indagini finalizzate ad approfondire le cause delle fioriture algali tossiche, l'esatta distribuzione geografica, la loro ricorrenza e le conseguenze per la popolazione e per l'ambiente.

Risulta chiara, quindi, l'esigenza di riunire intorno ad un tavolo le amministrazioni e gli enti coinvolti, per affrontare in modo coordinato l'emergenza rappresentata dalle recenti fioriture algali verificatesi in diversi litorali della Sicilia. Tale approccio metodologico, peraltro, è già stato seguito per affrontare l'analoga emergenza costituita dalle fioriture di cianobatteri (*Planktothrix*) che nei mesi passati si sono sviluppate in diversi invasi della Sicilia (Prizzi, Pozzillo, Nicoletti e Garcia), e che hanno determinato grossi problemi a livello di approvvigionamento idropotabile ed irriguo per via delle tossine prodotte da tali organismi e rilasciate nei corpi idrici superficiali.

E' questa la filosofia di fondo che ha ispirato l'attivazione, nell'ambito del *Tavolo Tecnico Regionale sulle Acque* istituito con D.D.G. n. 1475/03 (e di recente aggiornato con D.D.G. n. 296/06), di uno specifico Tavolo di Settore dedicato al “*Rischio cianobatteri tossici nei corpi idrici siciliani*”, che adesso è chiamato ad occuparsi anche dell'emergenza legata alle fioriture di *Ostreopsis ovata*.

Per quanto riguarda il terzo punto va ricordato che presso il Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente è stato di recente istituito ed attivato il *Centro Regionale di Documentazione sulle Acque*, in linea con quanto previsto dal D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152. Il centro ha il compito di raccogliere, catalogare e diffondere le informazioni relative alle caratteristiche dei bacini idrografici ed idrogeologici siciliani, con particolare riferimento agli elementi geografici, geologici, idrogeologici, fisici, chimici e biologici di tutti i corpi idrici, nonché quelli socioeconomici correlati. Il centro cura inoltre l'informatizzazione dei dati sul monitoraggio delle acque (superficiali, sotterranee, marino-costiere) e la loro elaborazione, gestione e diffusione. Come previsto dalla normativa vigente la struttura garantirà la diffusione dei dati di qualità delle acque anche su reti multimediali, ed a breve sarà a regime.

Una considerazione a parte merita, per quanto riguarda la sorveglianza delle patologie, il problema della valutazione degli effetti sull'uomo delle tossine liberate lungo i tratti di costa affetti da fioriture tossiche. Durante questi episodi una parte dei cittadini coinvolti, con patologie più gravi, si rivolge ai locali presidi sanitari d'urgenza, mentre la maggior parte si riferisce al medico di famiglia, o non si reca affatto dal medico smaltendo a casa l'intossicazione, ricorrendo eventualmente ad automedicazione o autoprescrizione. In questo modo diventa difficile avere un'idea chiara delle dimensioni dei fenomeni sanitari e del reale impatto sulla popolazione. A ciò si aggiunge l'inesperienza medica dei presidi d'urgenza sulle intossicazioni da tossine algali e sull'epidemiologia relativa, con la concreta possibilità di equivoco sulle patologie e di mancata assistenza medica adeguata.

Il modo più valido per risolvere questo problema si sta dimostrando pertanto lo sviluppo di sistemi di informazione medica contro la mancanza di esperienza professionale medica ed epidemiologica, con l'istituzione di corsi di addestramento e l'apertura di siti medici web sulle tossine algali, come è stato sperimentato con successo a Singapore nel 2001 ^[1].

Va infine sottolineato che, in linea con principi ripetutamente ribaditi dall'Unione Europea, è essenziale che il pubblico sia ben informato e cosciente dei rischi potenziali legati alle fioriture algali tossiche. Le seguenti azioni, perciò, rivestono un ruolo determinante:

- ◆ è opportuno elaborare appositi opuscoli, video, ecc. per informare il pubblico in generale o particolari gruppi di utenti;
- ◆ quando i popolamenti di microalghe superano determinati limiti, avvertimenti pubblici dovrebbero essere forniti (ad esempio su giornali, radio e televisione) in relazione alle diverse situazioni di *bloom* ed all'utilizzo del litorale;
- ◆ in occasione delle fioriture nelle zone di accesso al litorale, ed in punti strategici, dovrebbero essere esposti cartelli informativi e di pericolo; i segnali dovrebbero poi venire rimossi quando le condizioni lo permettono.

La consapevolezza e la partecipazione sono infine estremamente importanti in ambienti con fioriture occasionali, quando:

- ◆ la protezione della salute deve, in certa misura, affidarsi al giudizio personale;
- ◆ a causa della loro rapida comparsa/scomparsa, le fioriture e le schiume potrebbero non essere rilevate in tempo dalle autorità.

Per quanto sopra il Tavolo di Settore “*Rischio cianobatteri tossici nei corpi idrici siciliani*” dovrà mettere a punto direttive, indirizzi programmatici e linee di intervento finalizzati ad affrontare in modo organico, in linea con i principi e le linee guida oggi fissati a livello nazionale ed internazionale, il problema rappresentato dalle fioriture algali nei corpi idrici siciliani (invasi ed acque marino-costiere).

Si ritiene utile a tal fine riportare di seguito alcune sintetiche informazioni in merito agli interventi attuati in altre regioni, che già da alcuni anni affrontano il problema delle fioriture algali tossiche lungo i loro litorali, informazioni che si ritiene possano essere utili per la definizione delle migliori strategie di intervento.

Toscana

Dato che negli ultimi anni le fioriture di *Ostreopsis ovata* hanno assunto proporzioni ragguardevoli, la Regione Toscana ed l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT) hanno attivato un sistema di sorveglianza continua sia delle acque di balneazione che, più in generale, delle acque costiere. Durante la stagione estiva viene prestata attenzione a tutti gli indizi che possono segnalare una sofferenza degli organismi e/o un alterazione delle acque, effettuando sopralluoghi e prelevando campioni per le analisi. Nel momento in cui la presenza di *Ostreopsis ovata* o di altre specie algali potenzialmente tossiche viene rinvenuta a livelli significativi, scatta immediatamente la segnalazione alle Aziende Sanitarie Locali e ai Comuni competenti sul territorio interessato dal fenomeno, in modo da permettere l'emanazione tempestiva degli opportuni provvedimenti di rispettiva competenza.

Liguria

Nella regione è stata istituita una task force fra Comune, Regione, Asl ed Arpal che sta seguendo il problema coordinando i relativi interventi (ad es. le ordinanze di divieto di balneazione nei tratti di costa colpiti dalla presenza dell'alga tossica). La Regione ha convocato un tavolo, a settembre, con i Ministeri della Salute e dell'Ambiente.

Quest'estate, grazie al monitoraggio messo in atto da Regione Liguria, ARPAL, IZS, Carabinieri Subacquei e Capitaneria di Porto, è stato possibile riconoscere la fioritura di *Ostreopsis ovata* "prima" del verificarsi dell'emergenza sanitaria, a differenza di quanto avvenuto nel 2005. In luglio sono stati effettuati controlli periodici su acque, macrofite e fauna marina, che hanno confermato presenza e sviluppo delle fioriture. Alla luce di questi dati le autorità competenti, ed in particolare il Sindaco, hanno potuto modulare e programmare per tempo i necessari interventi.

Campania

In diverse occasioni sono stati segnalati lungo le coste campane casi di colorazione anomala dell'acqua di mare. Anche flagellati, non appartenenti ai dinoflagellati, sono stati in alcune occasioni responsabili di intense e anomale colorazioni dell'acqua.

Fino ad oggi nelle acque della Campania sono stati rinvenuti 34 taxa potenzialmente tossici più 5 responsabili di colorazioni anomale. Tuttavia non sembra che sia avvenuto il raggiungimento di abbondanze critiche con fioriture algali tossiche, e in questo senso un ruolo importante potrebbero averlo le caratteristiche idrografiche dell'area: la conformazione dei golfi della Campania e la circolazione delle acque consentono infatti un frequente ricambio delle acque costiere con le acque tirrene oligotrofiche, che preverrebbe l'accumulo e il ristagno di popolamenti algali più o meno dannosi nelle acque prossime alla costa.

Infine, si può ipotizzare che alcuni casi di intossicazione da tossine algali nell'area possano essere scambiati per altri tipi di sindromi gastro-intestinali che sono a volte associate con l'ingestione di cibo di origine marina, contaminato ad esempio da batteri. Vale la pena ricordare l'estrema diffusione di malattie trasmesse dagli alimenti nell'Italia meridionale e in particolar modo in Campania, che potrebbe portare ad attribuire ad altre cause sindromi da tossine microalgali ^[5].

Per la prevenzione dei fenomeni sopra citati, comunque, la Provincia di Benevento, insieme alla Regione Campania ed al Dipartimento di Scienze Biologiche dell'Università degli Studi del Sannio, ha attivato un centro per il monitoraggio satellitare integrato delle aree del Mediterraneo, che opera a favore della tutela e della salvaguardia del territorio attraverso la ricezione, l'elaborazione e l'archiviazione dei dati telerilevati da satellite. Gli esperti del centro ritengono che sia possibile prevenire il fenomeno delle fioriture algali utilizzando un monitoraggio satellitare 24 ore su 24.

Nel Comune di Castellammare di Stabia – che si affaccia sul golfo di Napoli, alla foce del Sarno – il MARSEC (*Mediterranean Agency for Remote Sensing and Environmental Control*) ha infatti messo a punto da circa un anno un servizio denominato "Semaforo delle acque", per il monitoraggio della qualità delle acque marino-costiere del litorale stabiese, in alcuni punti ritenuti di particolare interesse turistico e ambientale. I dati del satellite vengono trasmessi in tempo reale al Centro elaborazione dati, che li pubblica in Internet in un'area riservata per poter essere analizzati dagli esperti del settore.

Il sistema è in grado di valutare in tempo reale, e con risoluzione inferiore al minuto, la variazione di parametri essenziali quali la concentrazione di sali di azoto, la variazione di ossigeno disciolto, il "bloom" della clorofilla e le variazioni di temperatura. Tali parametri sono correlati alla fioritura della *Ostreopsis ovata*, ed un'analisi delle acque dettagliata e continua nel

Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* nelle acque costiere – Scheda tecnica

tempo, eseguita con tale tecnologia, offre pertanto la possibilità di avere un “sistema sentinella” in grado di valutare preventivamente lo svilupparsi di condizioni di pericolo biologico.

Bibliografia sintetica di riferimento

1. Mattei D. *et alii* (2005) “Caratteristiche e diffusione delle fioriture tossiche nelle acque dolci italiane”, in *Diffusione delle fioriture algali tossiche nelle acque italiane: gestione del rischio ed evidenze epidemiologiche*, a cura di Daniela Mattei, Serena Melchiorre, Valentina Messineo e Milena Bruno, Rapporti ISTISAN 05/29, 1-10.
2. Goletta Verde 2006 < <http://www.legambiente.com>
3. Sansoni G. *et alii* (2003) “*Ostreopsis ovata*: un problema emergente”, *Biologia Ambientale*, **17**(1), 17-23.
4. Salvatore G. *et alii* (2006) “Tossine di alghe marine”, in *Analisi SPME-HS/GC-MS di campioni della fioritura di *Ostreopsis ovata* del 2005 (Genova)*, a cura di Giuseppe Salvatore, Claudio Grillo, Daniela Mattei, Milena Bruno, Rapporti ISTISAN 06/9, 1-10.
5. Zingone A. *et alii* (2005) “Microalghe potenzialmente tossiche nelle acque costiere della Campania”, in *Diffusione delle fioriture algali tossiche nelle acque italiane: gestione del rischio ed evidenze epidemiologiche*, a cura di Daniela Mattei, Serena Melchiorre, Valentina Messineo e Milena Bruno, Rapporti ISTISAN 05/29, 98-111.
6. Cabrini M. (2005) “*Ostreopsis spp.*, *Coolia monotis* e *Prorocentrum mexicanum* in Adriatico: quali rischi ?”, in *Diffusione delle fioriture algali tossiche nelle acque italiane: gestione del rischio ed evidenze epidemiologiche*, a cura di Daniela Mattei, Serena Melchiorre, Valentina Messineo e Milena Bruno, Rapporti ISTISAN 05/29, 86-91.
7. <http://www.rete.toscana.it>