

Che cos'è l'eutrofizzazione? Cause, effetti e controllo



Fioritura algale del 2010 lungo la costa di Qingdao, Cina orientale (<http://www.nationalgeographic.it/>)

Dopo aver visto l'immagine dei bimbi che nuotano in un mare di alghe, vi sarete sicuramente chiesti quale strano fenomeno abbia colpito la costa di Qingdao, nella Cina orientale. Si tratta di un'anomala crescita di alghe, manifestazione evidente di un processo chiamato eutrofizzazione.

“L'eutrofizzazione è un arricchimento delle acque in sali nutritivi che provoca cambiamenti strutturali all'ecosistema come: l'incremento della produzione di alghe e piante acquatiche, l'impoverimento delle specie ittiche, la generale degradazione della qualità dell'acqua ed altri effetti che ne riducono e precludono l'uso”. Questa è una delle prime definizioni date al processo eutrofico dall'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) negli anni '70.

L'eutrofizzazione costituisce un serio problema ecologico in quanto determina un deterioramento della qualità delle acque e rappresenta uno dei maggiori impedimenti al raggiungimento degli obiettivi di qualità stabiliti dalla Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE) a livello europeo. Secondo il Survey of the State of the World's Lakes, un progetto promosso dall'International Lake Environment Committee, l'eutrofizzazione colpisce il 54% dei laghi asiatici, il 53% di quelli europei, il 48% di quelli nord-americani, il 41% di quelli sud-americani e il 28% di quelli africani (www.lescienze.it). Tutti i corpi idrici sono soggetti a un naturale e lento processo di eutrofizzazione, che negli ultimi decenni ha subito una progressione molto veloce a causa della presenza dell'uomo e delle sue attività (la cosiddetta eutrofizzazione culturale). Il processo di eutrofizzazione culturale consiste in un continuo aumento dell'apporto di sostanze nutritive, principalmente azoto e fosforo (il carico organico), fino a superare la capacità ricettiva del corpo idrico (ovvero la capacità di un lago, fiume o mare di autodepurarsi), innescando cambiamenti strutturali nelle acque.

Questi cambiamenti strutturali dipendono principalmente da 3 fattori:

- **Uso di fertilizzanti:** Le pratiche agricole e l'uso dei fertilizzanti nel suolo contribuiscono all'accumulo di nutrienti. Quando queste sostanze nutritive raggiungono alte concentrazioni e il suolo non riesce più ad assimilarle, vengono trasportate dalle piogge nei fiumi e nelle acque sotterranee che confluiscono nei laghi o nei mari.



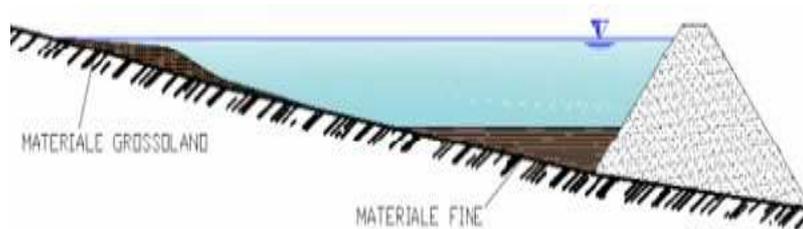
Esempio di spandimento di fertilizzanti su suoli agricoli

- Scarico di acque reflue nei corpi idrici: In diverse parti del mondo, e in particolare nei Paesi in via di sviluppo, le acque reflue vengono direttamente scaricate in corpi idrici quali fiumi, laghi e mari. Il risultato di ciò è il rilascio di un'elevata quantità di nutrienti che stimola la crescita spropositata di alghe. Nei Paesi industrializzati, invece, le acque reflue possono essere riversate direttamente nei corpi idrici in maniera abusiva. Quando invece le acque sono trattate mediante impianti di depurazione prima dello scarico nell'ambiente, non sempre i trattamenti applicati sono tali da ridurre il carico organico, con il conseguente accumulo dei nutrienti nell'ecosistema.



Esempio di scarico di acque reflue in un bacino idrico

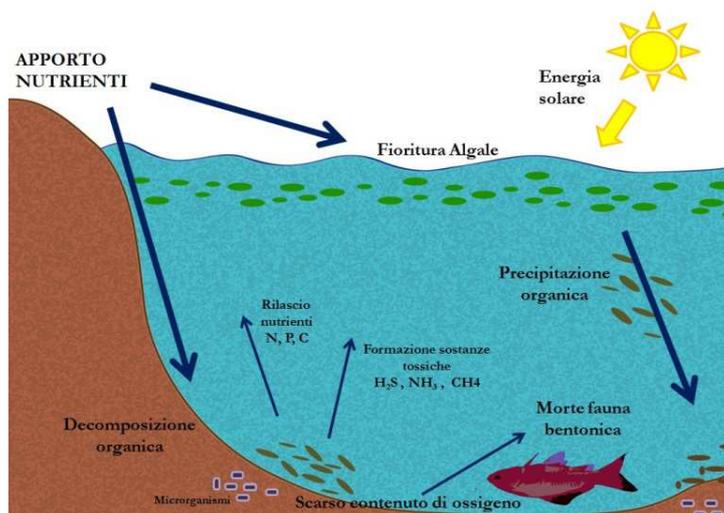
- Riduzione della capacità auto depurativa: Con il passare degli anni i laghi accumulano grandi quantitativi di materiale solido trasportato dalle acque (i sedimenti). Questi sedimenti hanno caratteristiche tali da poter adsorbire grandi quantità di nutrienti e di inquinanti. Di conseguenza, l'accumulo dei sedimenti comporta il riempimento dell'invaso e, aumentando le interazioni tra acque e sedimenti, viene favorita la risospensione delle sostanze nutritive presenti sul fondo del bacino (N. Sechi, 1986). Questo fenomeno potrebbe in effetti comportare un ulteriore peggioramento della qualità delle acque accentuando i processi connessi all'eutrofizzazione (V. Tonolli, 2001).



Schema esemplificativo di Interrimento di un bacino artificiale (<http://www.rivistadiagraria.org/>)

Il meccanismo di formazione

L'eutrofizzazione è caratterizzata da un aumento notevole delle alghe (organismi microscopici simili alle piante) dovuto alla maggiore disponibilità di uno o più fattori di crescita necessari per la fotosintesi, come la luce solare, anidride carbonica e i nutrienti (azoto e fosforo). Quando le alghe iniziano a crescere in modo incontrollato si forma una biomassa sempre più consistente destinata al degrado. Nelle acque profonde si accumula una grande quantità di sostanza organica rappresentata dalle alghe giunte alla fine del loro ciclo di vita. Per demolire tutte le alghe morte è richiesto un consumo eccessivo di ossigeno, in alcuni casi quasi totale da parte dei microrganismi. Si crea così un ambiente anossico (privo di ossigeno) sul fondo del lago, con la crescita di organismi capaci di vivere in assenza di ossigeno (anaerobi), responsabili della degradazione della biomassa. I microrganismi, decomponendo la sostanza organica in assenza di ossigeno, liberano composti che sono tossici, quali ad esempio l'ammoniaca e l'acido solfidrico (H_2S). L'assenza di ossigeno riduce la biodiversità determinando in alcuni casi addirittura la morte di specie animali e vegetali. Tutto ciò accade quando la velocità di degradazione delle alghe da parte dei microrganismi è maggiore rispetto a quella di rigenerazione dell'ossigeno, che nei periodi estivi è già presente in concentrazioni basse.



Rappresentazione del processo di eutrofizzazione (Rielaborazione Feem da Arpa Umbria, 2009)

Gli effetti

La perturbazione degli equilibri acquatici può essere più o meno evidente in base all'arricchimento delle acque in nutrienti (fosforo e azoto). Un ambiente acquatico con limitate disponibilità di fosforo e azoto è definito "oligotrofico" mentre uno con elevate disponibilità degli stessi viene chiamato "eutrofico"; un lago con disponibilità intermedia viene

chiamato "mesotrofico". Quando il fenomeno dell'eutrofizzazione diventa particolarmente intenso, si generano effetti indesiderati e squilibri ambientali. I due fenomeni più acuti dell'eutrofizzazione sono l'ipossia nella parte profonda del lago (o carenza di ossigeno) e le fioriture algali che producono tossine nocive, processi che possono distruggere la vita acquatica nelle zone colpite (www.unep.or.jp).

Gli effetti principali causati dall'eutrofizzazione possono essere riassunti come segue (N. Sechi, 1986):

- abbondanza di sostanze particellate (fitoplancton, zooplancton, batteri, funghi e detriti) che determinano l'intorbidimento e la colorazione delle acque;
- abbondanza di composti chimici inorganici tipo ammoniaca, nitriti, acido solfidrico etc. che negli impianti di potabilizzazione inducono la formazione di sostanze dannose come ad es. le nitrosammine indiziate di mutagenicità;



Fioritura algale



Moria pesci

- abbondanza di sostanze organiche che impartiscono odori e sapori sgradevoli all'acqua, appena mascherati dalla clorazione nel caso di uso potabile. Queste sostanze, inoltre, formano composti chimici complessi che impediscono i normali processi di potabilizzazione, si depositano sulle pareti dei tubi di ingresso al potabilizzatore accelerando la corrosione e limitando la portata;
- l'acqua acquista degli odori e sapori sgradevoli (di terra, di pesce marcio, di garofano, di cocomero, etc) anche per la presenza di particolari alghe;
- scomparsa o forte diminuzione dei pesci pregiati con effetti fortemente negativi sulla pesca (invece di specie pregiate come ad es. la trota si affermano quelle indesiderabili come la carpa);
- possibile affermazione di alghe tossiche con pericolo di danni sulla popolazione e sul bestiame che si abbeverava delle acque interessate;
- interdizione all'uso turistico del lago e alla balneazione sia per il cattivo odore che si riscontra nelle rive a causa della presenza di certe alghe, sia per la torbidità e l'aspetto tutt'altro che pulito e attraente delle acque; la balneazione è pericolosa perché alcune alghe provocano irritazione della pelle;
- riduzione della concentrazione di ossigeno, in particolare negli strati più profondi del lago alla fine dell'estate e nel periodo autunnale.

Alla luce di queste pesanti ripercussioni e dei gravi danni economici e naturalistici conseguenti, appare evidente l'esigenza di porre freno al progredire dell'eutrofizzazione evitando il collasso degli ecosistemi interessati dal fenomeno.

Il controllo

In passato le tradizionali strategie di riduzione dell'eutrofizzazione, tra cui l'alterazione dei nutrienti in eccesso, la

miscelazione fisica delle acque, l'applicazione di erbicidi e potenti algicidi, si sono rivelate inefficaci, costose e impraticabili per grandi ecosistemi (Michael F. Chislock, 2013). Oggi il principale meccanismo di controllo del processo eutrofico si fonda sulle tecniche di prevenzione, ovvero sulla rimozione dei nutrienti dalle acque che vengono immesse nei corpi idrici. Basterebbe ridurre le concentrazioni di uno dei due nutrienti principali (azoto e fosforo), in particolare del fosforo che è considerato il fattore limitante per la crescita delle alghe agendo sui carichi localizzati (carichi associati alle acque reflue) e sui carichi diffusi (carichi di fosforo determinati da fonti diffuse quali terreni e piogge). Il carico è il quantitativo (milligrammi, chilogrammi, tonnellate, ecc) di nutrienti immesso nell'ambiente a causa di un'attività umana. Le possibili attività da intraprendere per prevenire l'apporto di nutrienti e per limitare i carichi di fosforo possono essere così sintetizzate (www3.uninsubria.it):

- miglioramento delle performance depurative degli impianti di trattamento delle acque reflue, installando sistemi di trattamento terziario che portino all'abbattimento delle concentrazioni di nutrienti;
- realizzazione di ecosistemi filtro efficaci per la rimozione di azoto e fosforo presenti nelle acque di dilavamento (come gli impianti di fitodepurazione);
- riduzione della presenza di fosforo nei detersivi;
- razionalizzazione delle tecniche agricole mediante una corretta programmazione delle concimazioni e l'utilizzo di fertilizzanti a lento rilascio;
- utilizzo di pratiche alternative in zootecnia per limitare la produzione di acque di rifiuto.

Nel caso in cui la qualità delle acque fosse già compromessa a tal punto da rendere inefficace ogni tentativo di prevenzione, si può procedere con procedure "curative" quali:

- il prelievo e trattamento delle acque ipolimniche (sono le acque profonde a contatto con i sedimenti) ricche di nutrienti essendo a contatto diretto con la fonte di rilascio;
- il drenaggio dei primi 10-20 cm di sedimenti soggetti alle reazioni biologiche e con concentrazioni di fosforo elevate;
- l'ossigenazione delle acque per ripristinare le condizioni ecologiche riducendo gli effetti negativi del processo eutrofico, quali carenza di ossigeno e formazione di composti tossici derivanti dal metabolismo anaerobico;
- la precipitazione chimica del fosforo mediante aggiunta alle acque di sali di ferro o alluminio, oppure carbonato di calcio, che danno luogo alla precipitazione dei rispettivi ortofosfati di ferro, alluminio o calcio, riducendo in questo modo gli effetti negativi connessi all'eccessiva presenza di fosforo nei sedimenti.

Conclusioni

L'acqua non è un prodotto commerciale al pari degli altri, bensì un patrimonio che va difeso e protetto soprattutto a fronte della diminuzione globale della disponibilità di acqua potabile e dell'aumento della sua richiesta.

Nonostante i notevoli sforzi condotti per migliorare la qualità delle acque limitando l'arricchimento in nutrienti, l'eutrofizzazione culturale e le fioriture algali conseguenti continuano a essere la principale causa di inquinamento delle acque. Risulta dunque sempre più rilevante l'azione di prevenzione e protezione che gli Stati devono intraprendere per salvaguardare lo stato di qualità delle acque superficiali, come richiesto non solo da parte della comunità scientifica e da altri esperti, ma in misura sempre crescente da parte dei cittadini e delle organizzazioni ambientali (<http://ec.europa.eu>). La gestione del processo eutrofico è una questione complessa che richiederà sforzi collettivi di scienziati, responsabili politici e cittadini.

A cura di Francesca Scannone

Riferimenti bibliografici

- Arpa Umbria (2009). Stato di qualità ambientale dei laghi e analisi dei trend evolutivi. Documento Tecnico.
- Fenomeni di inquinamento delle acque naturali:
<http://www3.uninsubria.it/uninsubria/allegati/pagine/5114/eutrofizzazione.pdf>
- <http://algaeanalytics.com/blog/2016/2/19/algae-blooms-a-general-discussion>
- http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/info/intro_en.htm
- <http://news.psu.edu/story/361695/2015/06/25/research/project-reduce-risk-harmful-algal-blooms-ponds-and-lakes>
- <http://www.ecologiae.com/inquinamento-delle-acque/36576>
- http://www.ehow.com/list_7346477_harmful-effects-fertilizers-pesticides.html
- http://www.lescienze.it/news/2008/07/22/news/eutrofizzazione_dei_laghi_non_solo_azoto-578799/
- http://www.nationalgeographic.it/ambiente/2011/07/27/foto/cina_la_marea_verde_che_soffoca_le_spiagge-438797/3/#media
- <http://www.rivistadiagraria.org/articoli/anno-2013/lagheti-collinari-e-interrimento/>
- http://www.unep.or.jp/ietc/publications/short_series/lakereservoirs-3/1.asp
- Michael F. Chislock (2013) Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems - Nature Education
- N. Sechi (1986), Il Problema dell'eutrofizzazione dei laghi: la situazione trofica degli invasi della Sardegna. Bollettino della Società sarda di scienze naturali, Vol. 25 p. 49-62. ISSN 0392-6710.
- V. Tonolli, Introduzione Allo Studio Della Limnologia (Ecologia E Biologia Delle Acque Dolci). versione elettronica di Roberto Bertoni del testo originale rivisto da Gianluigi Giussani - CNR Istituto Italiano di Idrobiologia 2001.