

La seconda edizione delle

GIORNATE LARIANE PER L'AMBIENTE

Villa Erba - Cernobbio (Como) 3-4-5 Novembre

2005



GIORNATE LARIANE PER L'AMBIENTE

Con il patrocinio di

Ministero dell'Ambiente
Ministero delle Attività produttive



Regione Lombardia
Qualità dell'Ambiente

Regione Lombardia
Reti e Servizi di Pubblica Utilità

Atti - Volume 2 - Cernobbio (Como), novembre 2005

Rosario Mosello¹, Riccardo De Bernardi¹,
Giuseppe Morabito¹, Michela Rogora¹,
Letizia Garibaldi², Nico Salmaso³,
Alberto Barbieri⁴, Mauro Veronesi⁴, Marco Simona⁴

¹ CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Verbania Pallanza

² Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Milano Bicocca

³ Istituto Agrario di San Michele all'Adige (TN)

⁴ Ufficio Protezione e Depurazione Acque - SPAAS, Bellinzona (CH)

La qualità delle acque dei laghi profondi subalpini italiani

■ **SOMMARIO** *I laghi Maggiore, Lugano, Como, Iseo e Garda hanno un volume complessivo pari all'82% del totale delle acque dolci italiane. L'eutrofizzazione costituisce la più diffusa causa del deterioramento della qualità delle acque. Essa è determinata dall'eccessivo apporto di fosforo dal bacino imbrifero; di conseguenza gli interventi per il risanamento devono necessariamente considerare l'eliminazione di questo elemento dagli affluenti. La situazione attuale vede i laghi Maggiore e Garda collocati in una fascia di oligo-mesotrofia, mentre gli altri sono da definirsi meso-eutrofi (Como) o eutrofi (Iseo e Lugano bacino Nord). Per quanto riguarda l'evoluzione del fenomeno, questo è in miglioramento per i laghi Maggiore, Como e Lugano, in peggioramento per i laghi Garda e Iseo. L'evoluzione trofica di questi grandi laghi trova riscontro anche in una diversa composizione delle specie algali dominanti e in una diversa predisposizione a sviluppare fioriture di cianobatteri potenzialmente tossici. Altri problemi ambientali interessanti in misura diversa questi laghi sono l'arricchimento in azoto, dovuto in misura prevalente alle deposizioni atmosferiche, e la presenza di composti dannosi per le biocenosi e potenzialmente tossici per l'uomo, tema sul quale le informazioni disponibili sono ancora frammentarie.*

I laghi profondi subalpini (laghi Maggiore, Lugano, Como, Iseo e Garda), con un volume complessivo di $122,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, costituiscono circa l'82% della riserva totale di acqua dolce in Italia. Le loro caratteristiche morfometriche, fra le quali prevale l'elevata profondità massima (compresa fra i 245 m del Lago d'Iseo e i 410 m del Lago di Como), influenzano in maniera determinante anche le caratteristiche idrologiche e le modalità di rimescolamento tardo invernale delle acque, variabili importanti nel determinare la sensibilità agli inquinanti. La collocazione dei

laghi in aree con elevata densità di popolazione e di attività produttive, fra le quali spicca l'agricoltura, rende le loro acque particolarmente preziose, ma anche soggette a molteplici rischi di alterazione. L'utilizzo delle acque deve tenere conto delle esigenze di usi diversi, da quello potabile maggiormente esigente in termini di qualità, alle utenze turistiche, alla pesca e alla navigazione. Da non trascurare è anche la valenza naturalistica di questi ambienti, in termini di biodiversità dei popolamenti lacustri e delle zone riparie.

La forma di degrado più diffusa per queste acque, al pari di quelle di gran parte degli altri laghi italiani, è costituita dall'eutrofizzazione, determinata da un apporto eccessivo di fosforo dal bacino imbrifero. Questo elemento deriva da liquami domestici e industriali non adeguatamente trattati, dall'uso di fertilizzanti e, in passato, dai detersivi. Le conseguenze principali dell'eutrofizzazione sono una proliferazione delle alghe microscopiche (fitoplancton) con effetti a livello fisico (trasparenza e colorazione delle acque), chimico (formazione di gradienti chimici fra le acque epilimniche e quelle profonde per pH, ossigeno, composti del fosforo, dell'azoto e della silice) e biologico (variazioni nella tipologia e densità dei popolamenti algali, comparsa di fioriture di cianofite che, in particolari condizioni, possono risultare tossiche, alterazione dei diversi livelli della catena trofica, sino alla sostituzione di specie ittiche sensibili e pregiate con altre più tolleranti). Per quantificare il livello di eutrofizzazione si utilizzano spesso indici quali la trasparenza delle acque, la clorofilla (entrambi indici legati alla densità del fitoplancton) e le concentrazioni medie di fosforo. Ai fini di questa sintesi saranno considerate le concentrazioni medie di fosforo totale, misurate al termine dell'inverno limnologico (marzo-aprile), quando le acque raggiungono il massimo grado di omeotermia che solo occasionalmente si trasforma in una vera e propria circolazione completa delle acque con omogeneizzazione delle caratteristiche chimiche. Sulla base delle concentrazioni di fosforo, i laghi sono in genere classificati in oligotrofi (a basso livello di sostanze nutritive, concentrazioni inferiori a $10 \mu\text{g P l}^{-1}$) o eutrofi (livello elevato di alterazione per eccesso di sostanze nutritive, concentrazioni superiori a $20 \mu\text{g P l}^{-1}$), con una fascia intermedia definita mesotrofa (concentrazioni fra 10 e $20 \mu\text{g P l}^{-1}$). La condizione originaria dei laghi subalpini era l'oligotrofia, come ampiamente dimostrato sia dalle prime misure eseguite sia da evidenze ricavabili dallo studio dei sedimenti.

L'evoluzione nel tempo delle concentrazioni medie del fosforo (Fig. 1) deriva dagli studi eseguiti dal CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi sino agli anni Ottanta, quando sui diversi laghi si sono sviluppate ricerche di maggior dettaglio a cura di altri enti di ricerca e di controllo ambientale, tuttora attive. Nel caso del Lago di Lugano si è preferito non fare uso della sola concentrazione media relativa all'intera massa lacustre, ma considerare separatamente i primi cento metri d'acqua dalla sottostante porzione di lago (Fig. 1), a causa della persistente separazione chimica di questi due strati, interrottasi, dopo decenni, nell'inverno 2004-05, che ha presentato condizioni meteorologiche particolari.

L'esame dei grafici evidenzia come solo i laghi Maggiore e Garda siano attualmente collocati in una fascia di oligo-meso eutrofia, mentre gli altri sono da definirsi meso eutrofi (Como) o eutrofi (Iseo e Lugano bacino Nord). Per quanto riguarda l'evoluzione del fenomeno, questo è in miglioramento per i laghi Maggiore, Como e Lugano, in peggioramento per i laghi Garda e Iseo. Per alcuni

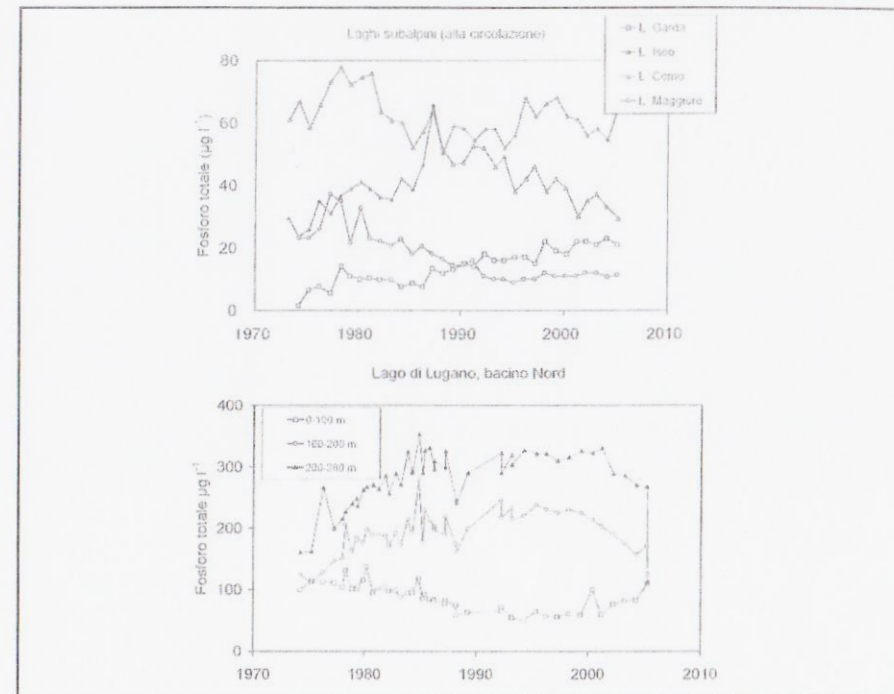


Figura 1 - Evoluzione delle concentrazioni di fosforo totale nelle acque dei laghi profondi. Le concentrazioni originarie erano inferiori a $10 \mu\text{g P l}^{-1}$

di questi laghi manca addirittura uno studio sulle più importanti sorgenti di fosforo e una valutazione del bilancio in entrata e in uscita di questo elemento, strumenti importanti per l'ottimizzazione degli interventi.

Le indicazioni sul livello trofico fornite dalle variabili chimiche sono confermate dagli studi biologici. La diminuzione dei nutrienti algali nel Lago Maggiore dalla fine degli anni '80 è stata seguita da un graduale aumento della biodiversità fitoplanctonica, da una riduzione progressiva della biomassa algale e dalla completa assenza di fioriture. Al contrario, il significativo aumento delle concentrazioni di nutrienti algali nel Lago di Garda ha favorito, nonostante condizioni complessive che ricadano ancora nell'oligo-mesotrofia, lo sviluppo occasionale di elevate quantità di biomasse algali e la formazione di estese fioriture di cianobatteri (*Anabaena lemmermannii*) sull'intero specchio lacustre. Nonostante la recente tendenza al miglioramento, le condizioni trofiche del Lago di Como risultano ancora non soddisfacenti e in grado, occasionalmente, di determinare lo sviluppo di elevate biomasse algali sotto forma anche di fioriture di cianobatteri (*Microcystis aeruginosa*).

Una conseguenza dell'eutrofizzazione, unita alla modesta tendenza alla completa circolazione delle acque, è costituita dalle concentrazioni di ossigeno negli strati profondi. Le concentrazioni medie nello strato d'acqua al di sotto dei 200 m

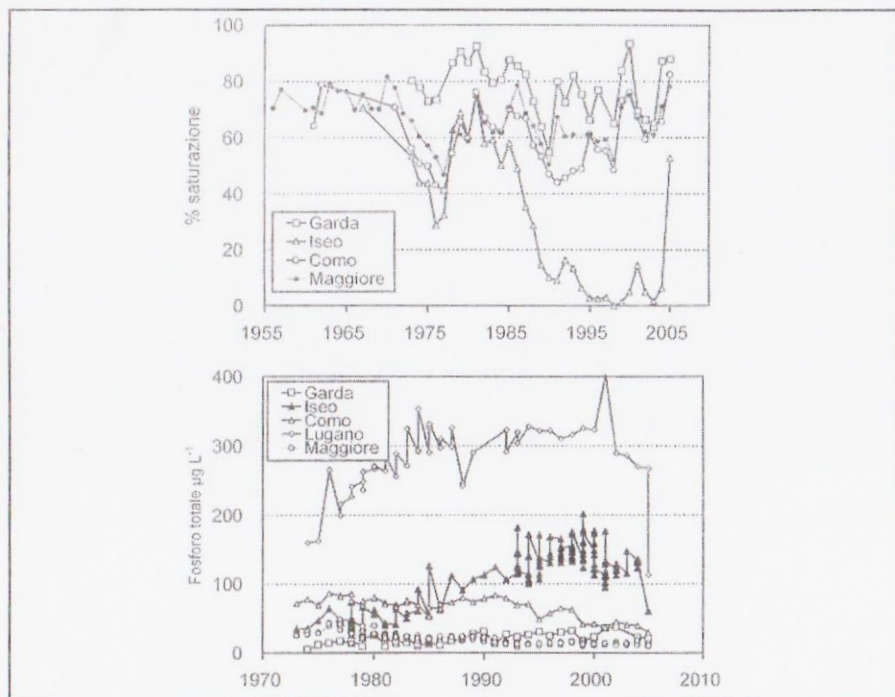


Figura 2 - Evoluzione delle concentrazioni di ossigeno disciolto e di fosforo totale nello strato d'acqua al di sotto dei 200 m di profondità

di profondità (Fig. 2) evidenziano il progressivo depauperamento di ossigeno negli anni di non completa circolazione, interrotti da fenomeni di riossigenazione in coincidenza di inverni particolarmente freddi e ventosi. I valori variano fra 6 e 10 mg l⁻¹ per i laghi Maggiore, Como e Garda, mentre il Lago di Iseo che, a lungo, ha mostrato un comportamento analogo agli altri tre laghi, dal 1985 ha sviluppato una stratificazione chimica stabile, che ha comportato, in un arco di circa 10 anni, il raggiungimento dell'anossia e un forte accumulo di nutrienti, soprattutto fosforo, nelle acque profonde (Fig. 2). Tale situazione si è interrotta solo durante l'inverno 2004-05, del quale si è detto sopra, che ha visto anche la parziale ossigenazione delle acque del Lago di Lugano, dopo anni di anossia.

In questo contesto, l'esame delle condizioni dei laghi è stato limitato al solo fenomeno dell'eutrofizzazione; in realtà, tra i fattori che hanno contribuito ad alterare la qualità delle acque, è da considerare anche l'arricchimento di azoto, dovuto prevalentemente agli apporti dalle deposizioni atmosferiche, a loro volta determinati dalle eccessive emissioni in atmosfera di ossidi di azoto e di ammoniaca. Infine, non è ancora stata validamente affrontata la problematica dei microinquinanti organici che, come è stato evidenziato dal caso del DDT nelle acque del Lago Maggiore, costituisce un pericolo da non trascurare.