

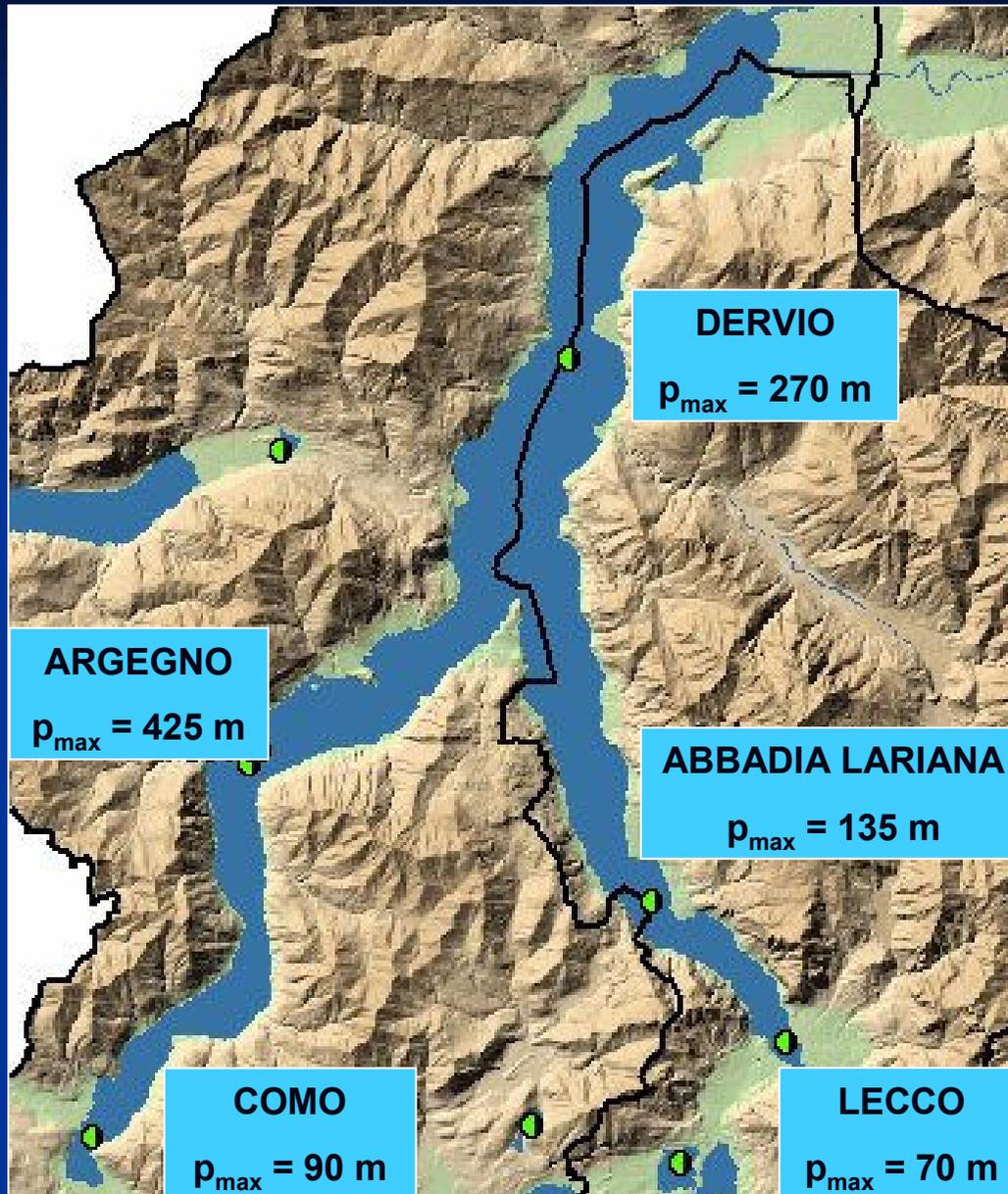
Caratterizzazione dei popolamenti fitoplanctonici di un lago profondo sudalpino

R. Formenti, F. Galimberti, E. Villa, C. Agostinelli, F. Buzzi, E. Carena, G. Esabon,
M. Maierna, M. Mirrione, F. Nastasi, D. Ricci, M. Volante

ARPA Lombardia - Dipartimento di Lecco - CRRL -

Il Lago di Como

Caratteristiche morfometriche



Superficie	145,5 km ²
Perimetro	170 km
Profondità massima	425 m
Volume	22500 10 ⁶ m ³
Tempo teorico di ricambio	4,4 anni
Stratificazione termica	Olo-oligomittico

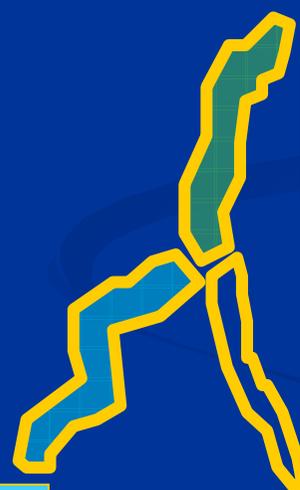
Bacini e sottobacini

Il Lago di Como è stato suddiviso in due corpi idrici (bacini nord ed est considerati unitamente e bacino ovest) secondo la tipizzazione prevista dalla WFD.



Il nostro Dipartimento conduce tuttavia il monitoraggio del fitoplancton considerando la divisione del lago in 3 sottobacini: nord ed est con una stazione di campionamento ciascuno, ovest con due stazioni.

- Dervio: bacino con apporti (immissari)
- Abbadia: deflusso significativo
- Argegno: stazione di massima profondità
- Como: elevato inquinamento



BACINO NORD

t_m ric. 8,4 anni;

P_m circ. $22\mu\text{g l}^{-1}$ (Dervio)

BACINO EST

t_m ric. 5,1 anni;

P_m circ. $16\mu\text{g l}^{-1}$ (Lecco)
e $17\mu\text{g l}^{-1}$ (Abbadia)

BACINO OVEST

t_m ric. 12,7 anni;

P_m circ. $29\mu\text{g l}^{-1}$
(Como) e $34\mu\text{g l}^{-1}$
(Argegno)

Fattori ambientali caratteristici del Lago di Como

- **Circolazione delle acque**

Grande estensione superficiale

Elevata profondità massima

Localizzazione geografica



termica delle acque
caratteristica:
un periodo di circolazione
uno di forte stratificazione
per diversi mesi. Inerzia termica

- **Rapporto Z_{mix}/Z_{eu}**



Valori elevati del rapporto nei
mesi invernali ed autunnali. Valori
bassi tra maggio e settembre

- **Grandi riserve di fosforo
negli strati profondi**

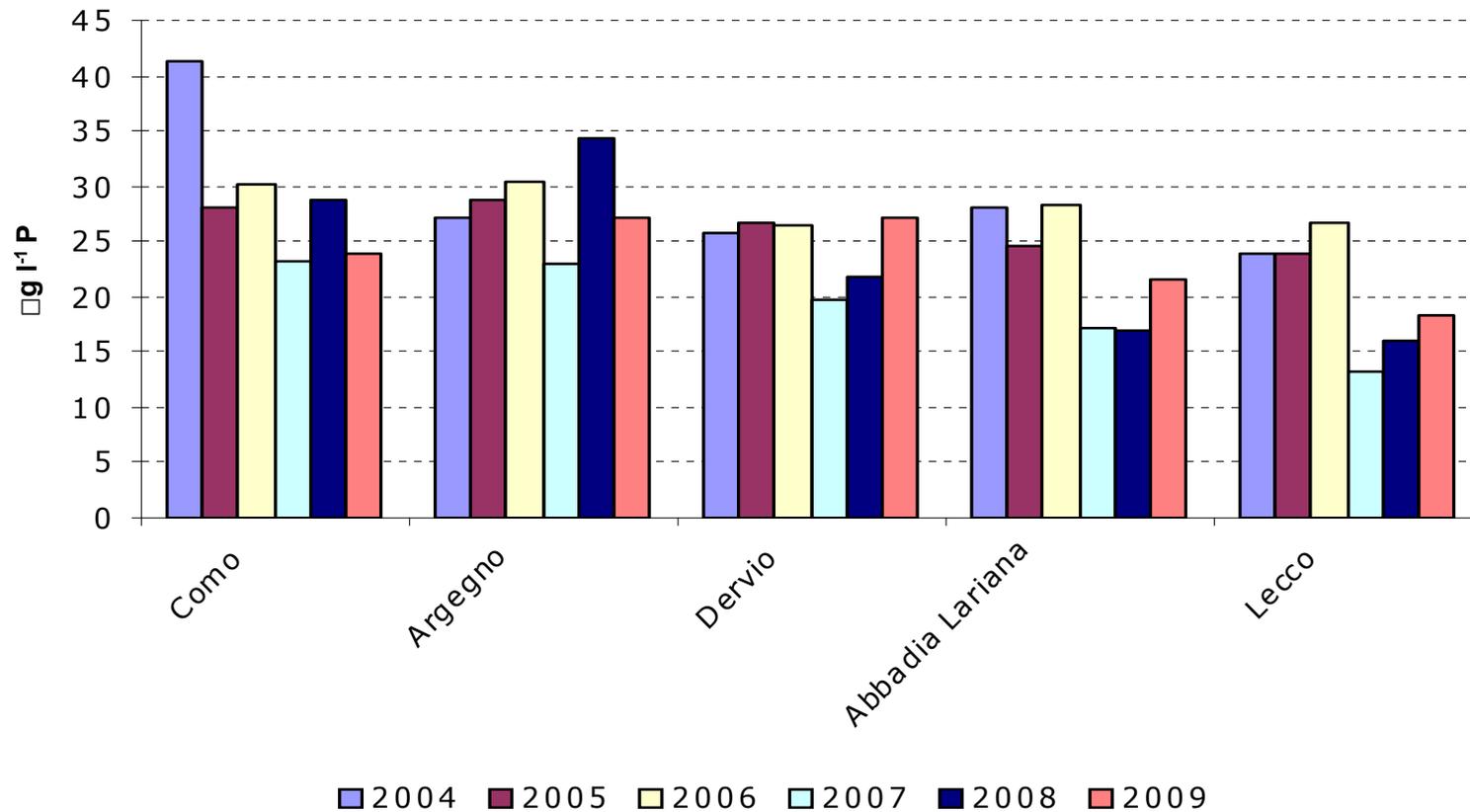


Rappresentano un apporto
importante per lo sviluppo di
biomasse algali.

Questi tre fattori influenzano la struttura in gruppi e specie della comunità fitoplanctonica e la sua distribuzione spaziale.

SITUAZIONE TROFICA RECENTE

Fosforo totale circolazione primaverile



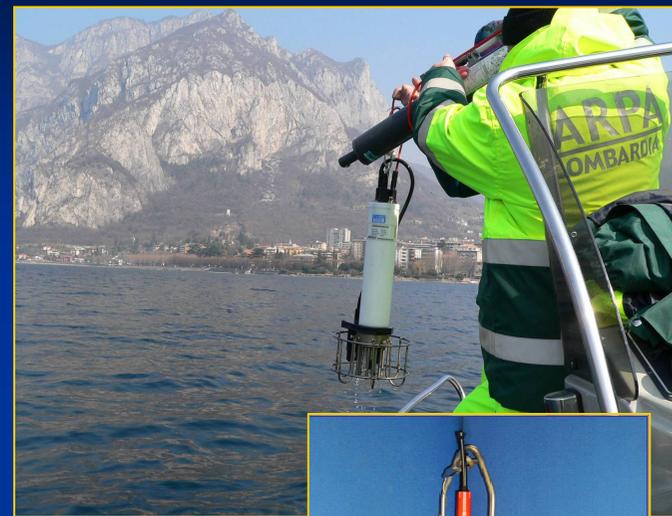
Attività in campo

Il nostro Dipartimento conduce attività di monitoraggio della componente fitoplanctonica del lago dal '94.

Il campionamento ha assunto frequenza mensile dal '98 sulle stazioni di Abbadia Lecco e Dervio, dal 2003 per Como e Argegno.

Il fitoplancton viene determinato su campioni integrati raccolti nella zona eufotica, individuata tramite radiometro associato alla sonda multiparametrica (Idronaut Ocean Seven 316, Licor).

Per intercettare lo strato di interesse viene utilizzata una bottiglia IWS (Integrating Water Sampler) programmabile.



Attività in campo

A sostegno dei dati biologici vengono determinati anche i parametri chimico-fisici sulla colonna d'acqua (D.L.14 aprile 2009, n.56), fondamentali per la verifica degli effetti prodotti dai processi fotosintetici (es. O_2 , pH, alcalinità e bilancio ionico) e per la definizione dello stato trofico (Ptot).



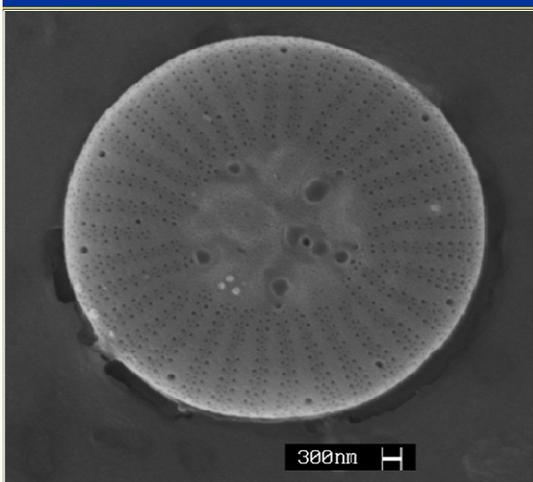
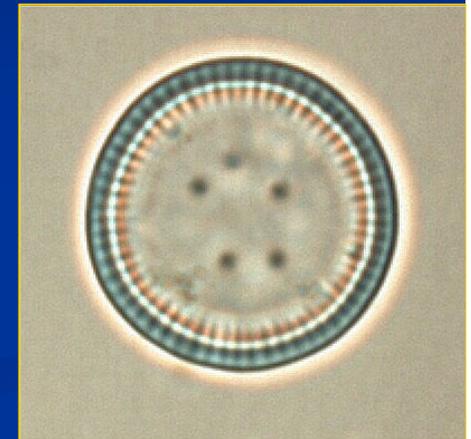
Circolazione completa
Argegno
marzo 2005



Analisi in laboratorio

Alla complessità della gestione dell'attività sul campo si aggiunge la difficoltà della parte analitica in laboratorio per quel che riguarda l'identificazione e il conteggio degli organismi.

Questo tipo di analisi ha richiesto notevoli sforzi per affinare la capacità di riconoscimento dei fitoplanctonti a livello di specie da parte degli operatori, raggiunta anche grazie alla formazione con ISE CNR ed alla collaborazione con IASMA e Università di Milano nei primi anni '90.

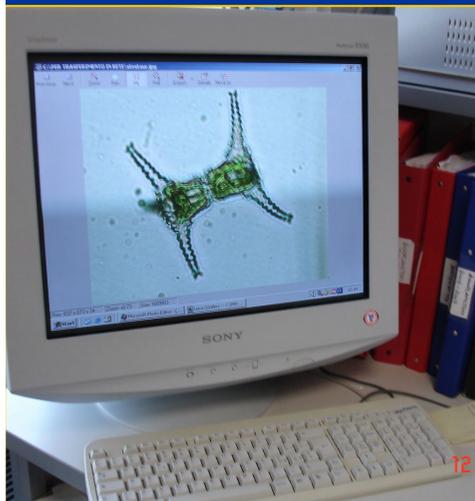
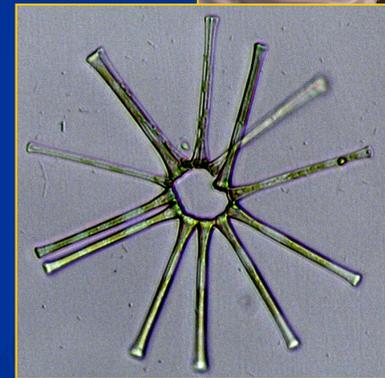


Nei casi in cui si riveli necessario ottenere ulteriori informazioni, non rilevabili al microscopio ottico, sulla microstruttura del frustulo siliceo di alcune specie di Bacillariophyceae, ci si avvale del supporto del Centro di Microscopia Elettronica del Dipartimento di Milano.

Il nostro metodo interno di riconoscimento e conteggio

MT.LC.576 “Riconoscimento e conteggio fitoplancton” messo a punto dal 2004, accreditato SINAL secondo ISO 17025:2005 dal 2006 (ACCREDIA dal 2009).

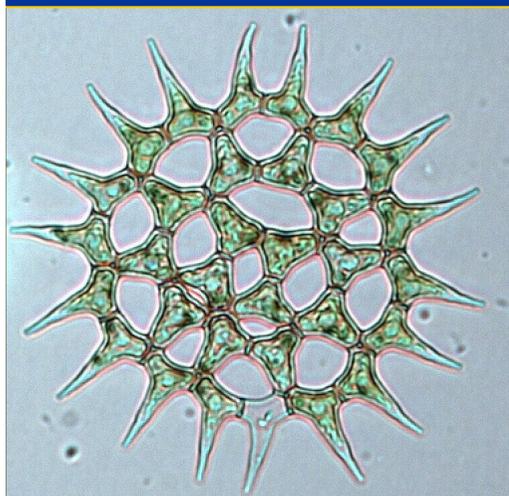
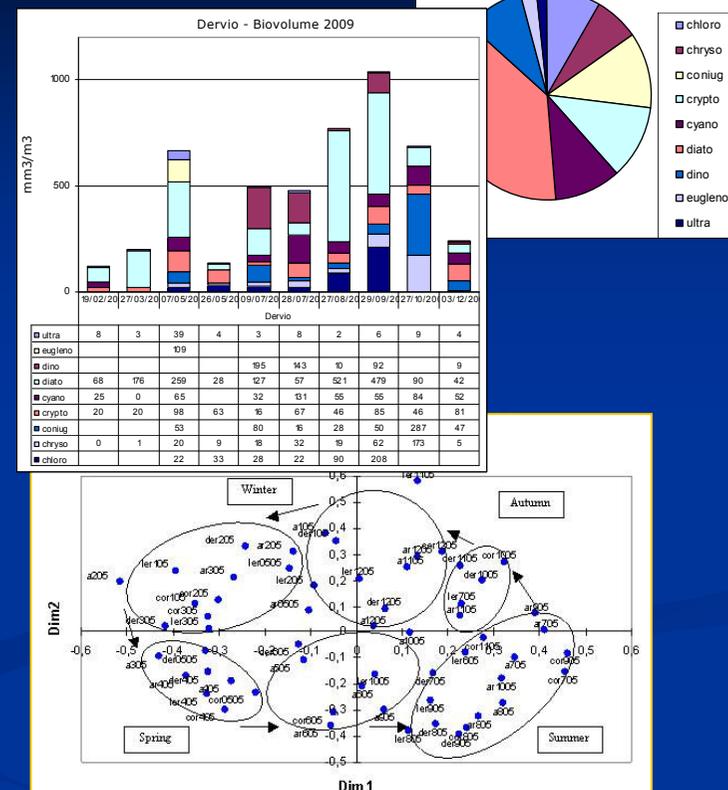
L'accreditamento del metodo ha richiesto un notevole impegno, in particolare per lo studio dell'incertezza di misura, anche in considerazione dell'assenza di standard di riferimento specifici.



Partecipazione con successo nel 2007 e nel 2009 al ring test EQAT (External Quality Assessment Trials) sull'analisi qualitativa e quantitativa del fitoplancton, organizzato dalla State Reservoir Administration of Saxony e dalla Working Committee Drinking water Reservoirs (Germania-Lussemburgo).

Studio della comunità fitoplanctonica

- Determinazione densità e biovolume delle specie riscontrate
- Studio successione stagionale dei taxa e gruppi morfo-funzionali costituenti la comunità
- Verifica dei risultati attraverso analisi multivariata (es. NMDS), e studio delle relazioni trofiche tra fitoplancton e zooplancton (predabilità alghe, PEG-model)



- Caratterizzazione trofica del lago tramite indici basati sulla comunità fitoplanctonica



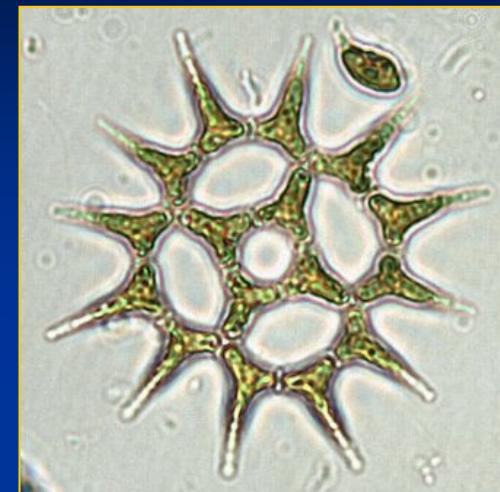
Studio della comunità fitoplanctonica : indici di qualità ambientale

Per i grandi laghi profondi sudalpini è stato implementato un indice apposito il PTIspecies

Nato da una collaborazione scientifica tra ISE CNR, Università di Milano Bicocca, IASMA S.Michele all'Adige, ARPA Lombardia Dipartimento di Lecco, SUPSI nell'ambito del GLaP (Gruppo Laghi Profondi)

Dataset omogeneo specifico laghi profondi sudalpini (Garda, Iseo, Como, Maggiore, Lugano)

Variabilità ridotta al solo gradiente trofico

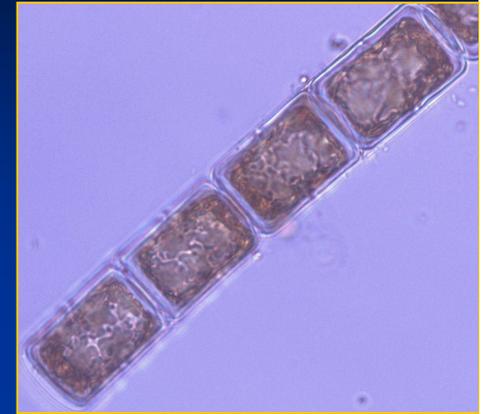


Sottoposto ad intercalibrazione
con successo nel Geographic
Intercalibration Group (GIG)
Alpine Lakes

Studio della comunità fitoplanctonica : indici di qualità ambientale

PTIspecies: dalla media ponderata, rispetto al biovolume medio annuale, dei pesi trofici di tutte le specie.

I pesi, ricavati da analisi multivariata di relazioni tra biovolumi e parametri di stato trofico, sono stati assegnati a classi da 1 a 5 previste dalla WFD.



Problematiche del PTIspecies:

- Non sono stati individuati corpi idrici di riferimento (nessuna deviazione dalla trofia naturale) per la tipologia “deep” neanche all’interno del GIG alpino
- Alcune specie non hanno un proprio score (si usa quello del genere): è essenziale un aggiornamento
- Necessario associare una tolleranza (affidabilità) allo score specie euriecie (*Planktothrix rubescens*) e stenoecie (*Cyclotella pseudocomensis*)
- Metrica fioriture

CLASSIFICAZIONE FITOPLANCTON

- Progetto Mon.Eco.La (Monitoraggio Ecologico dei Laghi) finanziato dalla Regione Lombardia
- Monitoraggio di 17 corpi idrici nelle Provincie di Lecco, Como e Sondrio
- Durata 3 anni 2007-2009
- 3 stazioni fitoplancton frequenza mensile
- 5 stazioni chimico fisici frequenza bimestrale

CLASSIFICAZIONE FITOPLANCTON

Abbadia Iariana	2007	2008	2009	Triennio
Chl-a µg/l	3,9	3,5	2,2	0,57
EQRc	0,59	0,62	0,78	MODERATE
CLASSE	MODERATE	MODERATE	GOOD	
Biovol mm ³ l ⁻¹	1,66	1,47	0,629	
EQRbio	0,44	0,47	0,65	
CLASSE	MODERATE	MODERATE	GOOD	
PTIspecies	3,33	3,25	3,49	
EQRot	0,53	0,5	0,61	
CLASSE	MODERATE	GOOD	GOOD	
EQRfin.	0,53	0,52	0,66	
	MODERATE	MODERATE	GOOD	

CLASSIFICAZIONE FITOPLANCTON

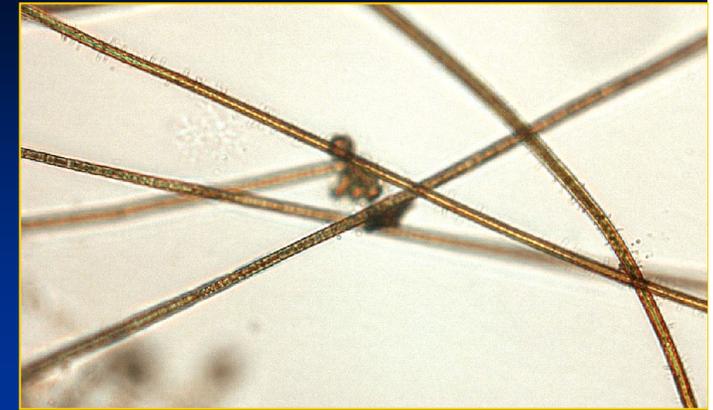
Como	2007	2008	2009	Triennio
Chl-a µg/l	6,7	8	5	0,456
EQRc	0,4	0,34	0,51	MODERATE
CLASSE	MODERATE	POOR	MODERATE	
Biovol mm ³ l ⁻¹	2,37	2,7	2	
EQRbio	0,37	0,345	0,4	
CLASSE	POOR	POOR	MODERATE	
PTIspecies	3,18	3,5	3,17	
EQRot	0,47	0,61	0,46	
CLASSE	MODERATE	GOOD	MODERATE	
EQRfin.	0,43	0,48	0,46	
	MODERATE	MODERATE	MODERATE	

CLASSIFICAZIONE FITOPLANCTON

Dervio	2007	2008	2009	Triennio
Chl-a µg/l	4,1	4	2,5	0,59
EQRc	0,57	0,58	0,74	MODERATE
CLASSE	MODERATE	MODERATE	GOOD	
Biovol mm ³ l ⁻¹	2,02	1,44	0,483	
EQRbio	0,4	0,44	0,4	
CLASSE	MODERATE	MODERATE	GOOD	
PTIspecies	3,34	3,51	3,6	
EQRot	0,54	0,62	0,72	
CLASSE	MODERATE	GOOD	GOOD	
EQRfin.	0,52	0,57	0,69	
	MODERATE	MODERATE	GOOD	

Fitoplancton potenzialmente tossico

Identificazione al livello di specie e valutazione della tossicità in caso di fioriture algali di specie potenzialmente tossiche (acque destinate al consumo umano e ad uso ricreativo).



Planktothrix rubescens, dell'ordine Oscillatoriales, è la specie potenzialmente tossica più comunemente responsabile di proliferazioni algali, storicamente presente nelle acque del Lago di Como.

Altre specie comunemente rinvenibili nel Lario, e soggette a sporadiche fioriture, sono:

- *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii* e *Snowella lacustris*, dell'ordine Chroococcales;
- *Aphanizomenon flos-aquae* e *Anabaena lemmermannii*, delle Nostocales.



Fitoplancton potenzialmente tossico: qualche caso

Planktothrix rubescens: densità cellulare nel campione integrato
Como, ago e set 2007: circa $90 \cdot 10^6$ e $70 \cdot 10^6$ cell/l; lug 2008: $80 \cdot 10^6$ cell/l
Dervio, set 2007: $65 \cdot 10^6$ cell/l

Microcystis aeruginosa: Como, ago e set 2003: $300 \cdot 10^6$ e $200 \cdot 10^6$ cellule/l in
superficie

Snowella lacustris:
Argegno, ago 2005: $100 \cdot 10^6$ cellule/l nel
campione integrato 0-20

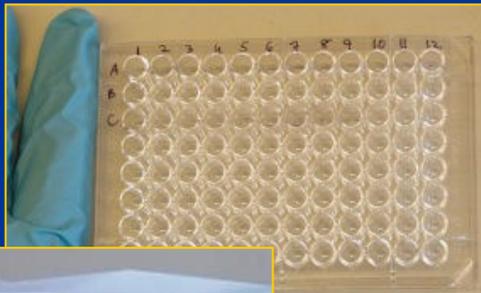
Anabaena lemmermannii:
emergenze per evidenti fioriture in superficie
Mandello del Lario, lug 2006 e Dervio, sett 2008:
circa $50 \cdot 10^6$ cellule/l
Abbadia Lariana, lug 2009: oltre $175 \cdot 10^6$ cellule/l



Tossine: problematiche e tecniche di rilevazione

Problematiche legate alla tossicità algale:

- Microcistine: tossine intracellulari (senescenza)
- Coesistenza di ceppi tossici e non
- Concentrazione tossina e densità algale non sempre correlate
- Criticità legate al campionamento in caso di fioritura (strato di prelievo per caratterizzazione della fioritura stessa, tempestività)



Tecniche di rilevazione della tossicità:

- test immunoenzimatico per la ricerca e la quantificazione della microcistina
- test di tossicità aspecifica su *Vibrio fischeri* (metodo APAT 8030)
- analisi HPLC per la separazione della tossina nelle sue varianti

Prospettive

L'impegno del Dipartimento è proseguire il monitoraggio delle stazioni di Abbadia, Dervio, Como e Argegno con le modalità concordate con il Settore e di concerto con quelle previste dal nuovo Protocollo di Campionamento ISPRA anche attraverso l'inserimento delle stesse in una rete nucleo (decreto 14/04/09, n.56) allo scopo di valutarne l'evoluzione trofica e le variazioni a lungo termine dovute all'attività antropica.

I dati biologici e chimico-fisici raccolti ad oggi sul Lago di Como rappresentano il primo set di una serie storica, utile per l'analisi dell'evoluzione climatica su scala locale.

Il controllo della variabilità delle determinazioni analitiche come Chl-a e P_{totale} anche con la partecipazione a ring test ad hoc per la matrice in oggetto ed ai livelli di concentrazione di interesse.

...Grazie per l'attenzione!

