

Caratteristiche chimiche e comunità fitoplanctonica del Lago d'Idro

Letizia GARIBALDI, Alba Varallo, Annalisa ARLOTTA, Cinzia CASALI, Susanna CORSICO,
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio. Università degli Studi di Milano-Bicocca.
Piazza della Scienza, 1. 20126 Milano

1. Introduzione

Il Lago d'Idro è collocato nelle Alpi Orobie Bresciane, all'altitudine di 368 m s.l.m., ha come immissario principale il Fiume Chiese, che ha origine dal ghiacciaio dell'Adamello e drena un bacino imbrifero di 390,5 km² che rappresentano circa i 2/3 dell'areale imbrifero totale. Altri tributari sono il Fiume Caffaro, con un bacino drenato di 151 km² e, con minore importanza, il Liperone e il Re, sul versante occidentale, il Vantone e il Vesta in sponda orientale. Emissario del lago è il Chiese che, dopo esser stato ampiamente utilizzato a scopi irrigui nella bassa bresciana, si immette nel Fiume Oglio.

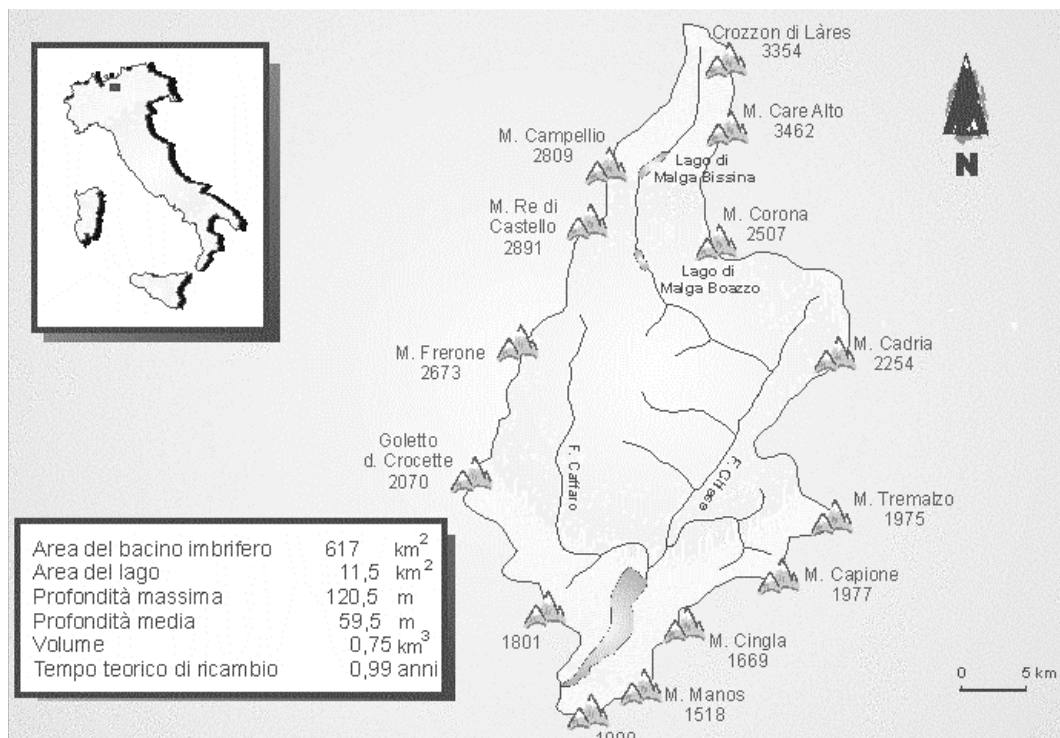


Fig 1: Il bacino imbrifero del Lago d'Idro

Il bacino imbrifero (Fig. 1) è orientato da nord a sud ed è caratterizzato da montagne di notevole altitudine, 3462 m il Monte Care Alto, 3354 m il Crozzon di Làres a nord, anche verso sud è racchiuso tra montagne di notevole altitudine, il che lo rende particolarmente protetto dall'azione incisiva dei venti.

Nel bacino del fiume Chiese e dei suoi affluenti prevalgono le rocce impermeabili: la tonalite è presente nel massiccio di emersione dell'Adamello e nell'alta Val di Caffaro, mentre nella bassa Val di Caffaro prevalgono porfidi quarziferi (Rossetti, 1960). La valle del Chiese pre-lacuale e le sponde del lago presentano grandi formazioni di dolomia triassica, probabilmente originatesi per la forte subsidenza di un'ampia piattaforma carbonatica, mentre nella parte meridionale del lago e nella valle del Chiese emissario (la Val Sabbia) affiorano arenarie alternate con siltiti ed argilliti rosse. La presenza dei gessi è probabilmente la causa principale dello stato meromittico che è la caratteristica limnologia più importante dell'Eridio.

L'Idro è annoverato tra i "bacini naturali ampliati" poiché viene utilizzato per la produzione di energia elettrica: infatti dal 1932 l'uscita delle acque non avviene più naturalmente a causa della realizzazione di un'opera di sbarramento dell'emissario e di una galleria da cui escono le acque in quantità dipendente dalle esigenze di energia.

Dal 1958 anche l'immissione è stata in gran parte regolata; infatti sull'alto corso del Chiese sono stati costruiti due bacini artificiali (laghi di Malga Bissina e Malga Boazzo) per usi idroelettrici; anche il Caffaro è stato utilizzato nello stesso modo (Spadea, 1953).

Gli unici corsi d'acqua non regolati sono quelli che si gettano nel lago direttamente dalle con valli: il Re, il Vantone, il Vesta, il Liperone.

Le variazioni di livello, sono legate alle varie esigenze di rifornimento energetico e sono comprese tra la quota massima di 370 metri e quella minima di 363,60: le caratteristiche idrologiche del lago sono quindi più vicine a quelle dei serbatoi montani piuttosto che ai laghi naturali. Si sono anche registrate variazioni giornaliere di livello superiori a 1 metro: questo può comportare sensibili alterazioni lungo la fascia rivierasca interessata dall'escursione, particolarmente per la deposizione di

uova dei pesci e, in alcuni momenti del ciclo biologico stagionale di *Bufo bufo* (riproduzione, deposizione e schiusa delle uova).

Il lago d'Idro è un tipico lago meromittico e questa caratteristica ha un'origine sia crenogenica, legata alla presenza dei gessi fra i componenti litologici dei rilievi circostanti, sia per la collocazione del corpo d'acqua in una conca molto riparata dall'azione dei venti, che hanno consentito al processo di imporsi con estrema facilità.

Il chemioclinio dell'Idro si colloca ad una profondità tra 20 e 30 metri, e la sua persistenza nel tempo impongono per l'Eridio una valutazione del tempo teorico di ricambio delle sue acque non per l'intero volume del lago, ma esclusivamente agli strati del mixolimnio. I primi dati sul chimismo delle acque superficiali sono stati raccolti da Vollenweider (1965). Successivi studi sulla qualità delle acque sono stati condotti dal 1969 e il 1973 (Barbato 1971, 1975) dove è stata evidenziata la condizione di meromissi del lago. Successivi studi (Barbato 1981, 1988 a, b; Resola 1993) hanno confermato questa caratteristica del lago oltre al progressivo deterioramento delle acque dovuto all'eutrofizzazione (Barbato *et al.* 1989, Barbato *et al.* 1990). Altri studi furono condotti dall'Istituto Italiano di Idrobiologia, nel 1977 (de Bernardi *et al.* 1985), nel 1994 (Barbanti *et al.* 1994) e dall'Università degli Studi di Milano nel 1996 (Garibaldi *et al.* 1996).

2. Campionamenti e metodi

I campionamenti di acqua e di fitoplancton sono stati effettuati in contenitori da 1,5 litri, in PET per la determinazione dei parametri chimici e in bottigliette di vetro da 250 ml per lo studio della comunità fitoplanctonica, da riva dal 23 marzo al 9 luglio 2003 e sulla verticale, nel punto di massima profondità a 0, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 110 m, il 2 settembre, mediante bottiglia da prelievo Van Dorn. Sono state scelte tre stazioni sulla costa orientale, in località Vesta, Vantone e Parole, di particolare interesse per le migrazioni di *Bufo bufo*.

La temperatura è stata misurata con un termistor associato ad una sonda per la misura dell'ossigeno disciolto (ossimetro WTW OXI 320). La conducibilità a 20 °C e il pH sono stati misurati in laboratorio con strumenti Radiometer CDM83 e pHM83

rispettivamente. L'alcalinità è stata misurata con metodo acidimetrico a 2 punti di titolazione (A.P.H.A. 1985). Metodi colorimetrici sono stati usati per l'analisi dell'azoto ammoniacale (Fresenius *et al.* 1988), fosforo e azoto totale, fosforo reattivo (Valderrama, 1981) e la silice reattiva (A.P.H.A. 1985), l'azoto nitrico e i principali ioni sono stati analizzati in cromatografia ionica con Dionex DX-120.

3. Risultati

Le tre stazioni di prelievo sulla costa orientale, che distano tra loro di circa 1000 m, mostrano valori omogenei e costanti nel tempo (Tab.1).

	2003	Temp. °C	pH unità	Cond. µS/cm	TP µg/l	TN µg/l	N-N0 ₃ µg/l	N-NH ₄ µg/l	Ninorg µg/l	Norg µg/l	Si µg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
VESTA	6/4	9,5	8,48	244	21	900	558	29	587	313	296	1,41	31,86
	25/4	12,0	8,27	244	12	798	566	35	606	192	274	1,43	29,20
	17/5	17,0	8,73	226	11	734	573	23	603	131	573	1,45	27,80
	7/6	20,0	8,86	205	12	787	497	31	537	250	182	1,36	26,39
	22/6	22,0	9,22	175	17	699	440	32	481	219	454	1,34	25,40
	9/7	24,0	8,86	205	11	516	309	26	342	174	248	1,24	23,62
PAROLE	6/4	8,5	8,61	242	20	870	549	24	582	288	292	1,63	33,17
	25/4	13,0	8,37	253	11	803	570	47	623	180	265	1,56	30,90
	17/5	16,0	8,64	229	11	735	591	29	627	108	604	1,51	28,60
	7/6	23,0	8,88	208	9	657	503	24	536	121	136	1,42	26,20
	22/6	24,0	9,08	178	19	653	395	31	437	216	424	1,21	22,40
	9/7	23,0	8,88	208	13	645	307	31	345	300	296	1,11	20,00
VANTONE	6/4	8,5	8,67	242	19	805	560	19	588	217	221	1,37	33,77
	25/4	11,5	8,24	252	25	908	555	51	612	296	358	1,40	31,00
	17/5	18,0	8,66	229	11	715	571	22	600	115	560	1,43	27,90
	7/6	24,0	8,94	201	11	763	512	44	565	198	150	1,36	25,23
	22/6	23,0	9,32	176	15	577	361	19	391	186	349	1,23	22,06
	9/7	22,0	8,94	201	13	609	302	29	338	271	254	1,16	19,39

Tab. 1- Parametri chimici e fisici dei campioni prelevati da riva.

I valori della concentrazione idrogenionica, sono tendenzialmente alti, con valori di pH massimi il 22 di giugno in ogni stazione, mese in cui le idrofite sommerse hanno una intensa attività fotosintetica. La concentrazione del fosforo totale, salvo rari casi, si mantiene al di sotto di 20 $\mu\text{gP/l}$ e quindi in condizioni di mesotrofia, anche se ha poco significato fare delle valutazioni di trofia considerando un così breve lasso di tempo, ma, le caratteristiche di meromissi rendono particolarmente stabili le condizioni del lago nel suo insieme. L'azoto totale è formato per lo più da azoto nitrico, l'azoto nitroso è sempre risultato molto basso, al di sotto di 10 $\mu\text{gN/l}$ e l'ammonio compreso tra il minimo di 19 e il valore massimo di 47 $\mu\text{gN/l}$. La concentrazione dei silicati è tendenzialmente bassa e potrebbe risultare limitante per lo sviluppo delle diatomee che, di questo elemento necessitano per la costruzione del frustolo.

La caratteristica di estrema stabilità delle condizioni del Lago d'Idro è evidenziata dal confronto effettuato tra i valori di conducibilità ed alcalinità lungo il profilo del punto di massima profondità dagli anni '70 ad oggi (Fig. 2).

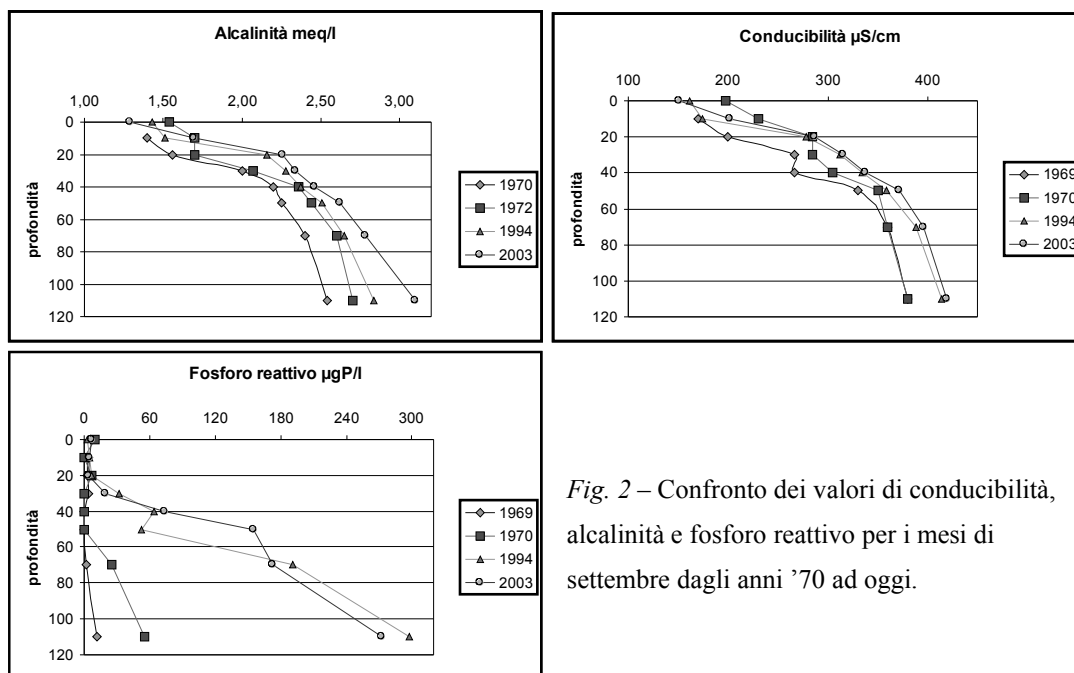


Fig. 2 – Confronto dei valori di conducibilità, alcalinità e fosforo reattivo per i mesi di settembre dagli anni '70 ad oggi.

Le condizioni di non rimescolamento delle acque non hanno influito eccessivamente sulla concentrazione degli ioni sul fondo ma è notevolmente aumentato il contenuto di fosforo reattivo che da 50 $\mu\text{gP/l}$ all'inizio degli anni '70, causa i carichi eutrofizzanti che giungono a lago, ha raggiunto oggi i 300 $\mu\text{gP/l}$.

Anche l'analisi della comunità fitoplanctonica (Tab.2) sottolinea le condizioni tendenti all'eutrofia di questo lago con la presenza di una notevole biodiversità e densità che sembra essere più consistente nella stazione di Vantone. Sono state trovate per lo più Diatomee, alcune colonie di Cianobatteri filamentosi come *Planothrix* e colonie globulari come *Microcystis* che possono produrre tossine.

Specie Classificate	C.L. 2 / 9	VESTA						PAROLE						VANTONE									
		23/ 3	6/4	25/ 4	17/ 5	7/6	22/ 6	9/7	23/ 3	6/4	25/ 4	17/ 5	7/6	22/ 6	9/7	23/ 3	6/4	25/ 4	17/ 5	7/6	22/ 6	9/7	
Cyanobacteria																							
<i>Microcystis</i> sp.			•	•	•	•	•	•		•		•	•			•	•				•	•	
<i>Planothrix</i> sp.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•			•	•	•	•	
<i>Anabaena spiroides</i>	•				•	•	•				•	•	•									•	
Bacillariophyceae																							
<i>Aulacoseira italica</i>			•	•				•	•	•	•					•	•						
<i>Aulacoseira granulata</i>			•	•				•	•	•	•					•	•						
<i>Cyclotella comensis</i>	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•		•	•	•			•	•		•	
<i>Tabellaria fenestrata</i>		•							•	•	•	•	•			•	•						
<i>Fragilaria crotonensis</i>			•	•	•	•	•			•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
<i>Fragilaria virescens</i>					•	•	•				•	•	•				•	•	•	•		•	
<i>Asterionella formosa</i>			•	•				•	•	•	•				•	•			•	•	•	•	
<i>Synedra acus</i>	•		•	•					•	•	•					•	•			•	•	•	
<i>Achnantes</i> sp.			•	•				•	•	•	•				•	•			•	•	•	•	
<i>Navicula</i> sp.			•	•	•				•	•	•	•	•			•	•	•	•	•		•	
<i>Cymbella</i> sp.			•	•	•				•	•	•	•	•	•			•	•	•	•		•	
<i>Surirella angustata</i>					•							•		•							•	•	
<i>Stephanodiscus</i> sp.	•				•				•		•	•				•				•		•	
<i>Nitzschia acicularis</i>					•			•						•					•		•	•	
Chrysoficeae																							
<i>Mallomonas</i> sp.	•				•												•						
Chryptophyceae																							
<i>Rhodomonas minuta</i>	•				•				•		•	•				•	•	•	•				
<i>Rhodomonas lacustre</i>	•								•		•	•				•	•	•	•				
<i>Cryptomonas erosa</i>	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Dynophyceae																							
<i>Gymnodium</i> sp.	•								•						•					•			•
<i>Peridinium</i> sp.	•								•						•								•
Euglenophyceae																							
<i>Trachelomonas armata</i>	•								•														
Chlorophyceae																							
<i>Monoraphidium</i> sp.															•			•	•			•	•
<i>Monoraphidium circinale</i>															•			•	•			•	•
<i>Elakatotrix</i> sp.			•	•						•					•	•	•	•					
<i>Scenedesmus</i> sp.	•									•					•								•
<i>Eudorina elegans</i>	•			•		•					•							•					
<i>Pandorina</i> sp.	•							•	•													•	•
<i>Pediastrum boryanum</i>	•												•		•						•	•	•
<i>Spherozystis scroeteri</i>	•				•			•	•					•	•						•	•	•
<i>Coelastrum reticulatum</i>	•					•		•													•		

Nel mixolimnio non si evidenziano le conseguenze dell'eutrofizzazione perché sono attenuate dalla meromissi che comporta il non mescolamento lungo la verticale e quindi le elevate concentrazioni di nutrienti algali rimangono relegate sul fondo. Però, più aumenterà il contenuto in soluti eutrofizzanti e più sarà interessata la gran parte del volume delle acque profonde, più facilmente potranno risalire in superficie quantità di fosforo che daranno il via ad un rapido progredire dell'eutrofizzazione del lago con scadimento repentino dell'intero habitat.

Già la comunità fitoplanctonica è caratteristica di acque meso-eutrofiche, con alghe indicatrici di acque ricche di nutrienti algali e, le tre stazioni a riva sono pressoché omogenee.

La condizione complessiva della qualità delle acque dell'Idro non sembra degradata a tal punto da nuocere all'herpetofauna, che come problema basilare ha la non stabilità dei livelli del lago.

Per la salute dell'intero ecosistema, oltre alla regolamentazione dei livelli, problema di cui non voglio trattare, è assolutamente necessario che vengano allontanati al più presto, dalle acque del lago tutti gli scarichi eutrofizzanti sia puntiformi (scarichi di fognature) che diffusi.

Bibliografia

- A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F. 1985. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Am. Publ. Healt Ass., Washington. 1268 pp.
- Barbanti, L., R. Baudo, A. Calderoni, R. de Bernardi, G. Galanti, G. Giussani & R. Mosello. 1994. *Valutazione della situazione limnologica del Lago d'Idro sulla base delle conoscenze bibliografiche ed alla luce degli usi preminenti delle acque*. C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia, Report 01.94: 42 pp.
- Barbato, G. 1971. Indagine idrobiologica sul Lago d'Idro. *Amm. Prov. Brescia*: 30 pp.
- Barbato, G. 1975. Il lago d'Idro: caratteristiche fisiche e chimiche. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 32: 261-295.
- Barbato, G. 1981. Il plancton del lago d'Idro. *Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. St. Nat.*, 17: 89-113.

- Barbato, G. 1988a. Il lago d'Idro. Caratteristiche fisico-chimiche delle acque. *Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. St. Nat.*, 24: 115-128.
- Barbato, G. 1988b. Il popolamento zooplanctonico del lago d'Idro. *Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. St. Nat.*, Brescia, 24: 129-138.
- Barbato, G., M. Grottolo & S. Resola. 1989. Eutrofizzazione del Lago d'Idro: dati preliminari relativi al piano di monitoraggio effettuato ai sensi della Legge 322 del 25 giugno 1985. Atti Conv. Reg., *Tutela delle acque di balneazione*. Lecco, 12 maggio 1989.
- Barbato, G., M. Grottolo & S. Resola. 1990. Indagine sul Lago d'Idro. Aspetti chimico fisici, microbiologici e fitoplanctonici. *Monografia di Natura Bresciana*, 15: 82 pp.
- De Agostini, G. 1917. *Atlante dei laghi italiani*. Ist. Geogr. De Agostini, 14 tav.
- de Bernardi, R., G. Giussani, P. Guilizzoni & R. Mosello. 1985. Indagine conoscitiva per una caratterizzazione limnologica dei "Piccoli Laghi Lombardi". *Documenta Ist. ital. Idrobiol.*, 8: 205 pp.
- Fresenius, W., K.E. Quentin & W. Schneider (Eds). 1988. *Water Analysis*. Springer-Verlag, Berlin: 804 pp.
- Garibaldi, L., Brizzio M.C., Varallo A., Mosello R. 1996. Water chemistry of the meromictic Lake Idro (Northern Italy). *Mem. Ist. ital. Idrobiol*, 54: 77-95.
- Resola, S. 1993. Indagini chimico-fisiche sui laghi di Garda, Iseo, Idro e Moro. *Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. St. Nat.*, 28: 45-56.
- Rossetti, R. 1960. Osservazioni sulla geologia della sponda orientale dell'Eridio. *Atti Ist. Geol.*, Università di Pavia, 2: 30 pp.
- Spadea, M.C. 1953. Studio preliminare sulle oscillazioni libere del Lago di Idro. *Ann. Geof.*, 6: 61-72.
- Valderrama J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.*, 10: 109-122.
- Vollenweider, R.A. 1965. Materiali ed idee per una idrochimica delle acque insubriche. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 19: 213-28