

GAETANO BARBATO*

IL LAGO D'IDRO Caratteristiche fisico-chimiche delle acque**

RIASSUNTO - Nell'arco di un anno è stata svolta un'indagine sulle caratteristiche fisico-chimiche delle acque dell'Eridio: i prelievi sono stati fatti in tre stazioni.

I risultati hanno confermato lo stato meromittico del lago, con inversione termica sui 40 metri di profondità e alte concentrazioni di soluti nella zona profonda che è anche quasi priva di ossigeno.

Sembra anche probabile l'arrivo al corpo idrico di sostanze diverse in grado di alterarne le proprietà.

SUMMARY - *Physical/chemical characteristics of the waters of Lake Idro (Brescia - Northern Italy).* The waters of Lake Idro have been drawn for a year to analyse their physical/chemical content. The drawings have been carried out in three different places. The results show that the lake has a meromictic character with thermic inversion at the depth of some 40 metres. Its deep waters also contain high ionic concentrations while oxygen is almost completely absent. They also seem to contain various substances which have altered their character.

PREMESSA

Notizie sulle caratteristiche fisico-chimiche dell'Eridio sono state fornite dal VOLLENWEIDER (1965) con un unico prelievo delle acque superficiali e dall'I.R.S.A. con due prelievi rispettivamente nel 1973 e 1977 e dall'autore della presente nota (BARBATO, 1971-1975) che ha svolto un'indagine sui parametri fisico-chimici del lago per un periodo di circa tre anni. Dall'analisi dei risultati dell'indagine sopra citata il lago d'Idro è risultato essere di tipo meromittico, con inversione termica tra le acque ipolimniche ed epilimniche soprattutto durante la stagione fredda, con concentrazioni dei sali disciolti molto più elevate e stagionalmente stabili nella zona ipolimnica con contemporaneo contenuto di ossigeno vicinissimo allo zero. Il rimescolamento annuale interessa le acque fino ai 40 metri di profondità. La meromissi dell'Eridio è probabilmente di origine diversa: crenogenica e soprattutto biogenico-morfogenica, con interdipendenza fra queste due cause.

Il presente studio ha come scopo, tra l'altro, una conferma dei dati già noti e un controllo della stabilità nel tempo delle caratteristiche delle acque; vi è anche una maggiore diversificazione delle stazioni di prelievo.

* Università degli Studi di Brescia - Centro Studi Naturalistici Bresciani.

** La relazione è il frutto di indagini eseguite in collaborazione con il Centro di Ricerche Idrobiologiche applicato alla Pesca presso lo Stabilimento Ittiogenico di Brescia della Regione Lombardia. La Regione Lombardia ha consentito la pubblicazione dei risultati delle indagini ad alcuni anni di distanza dal termine delle stesse.

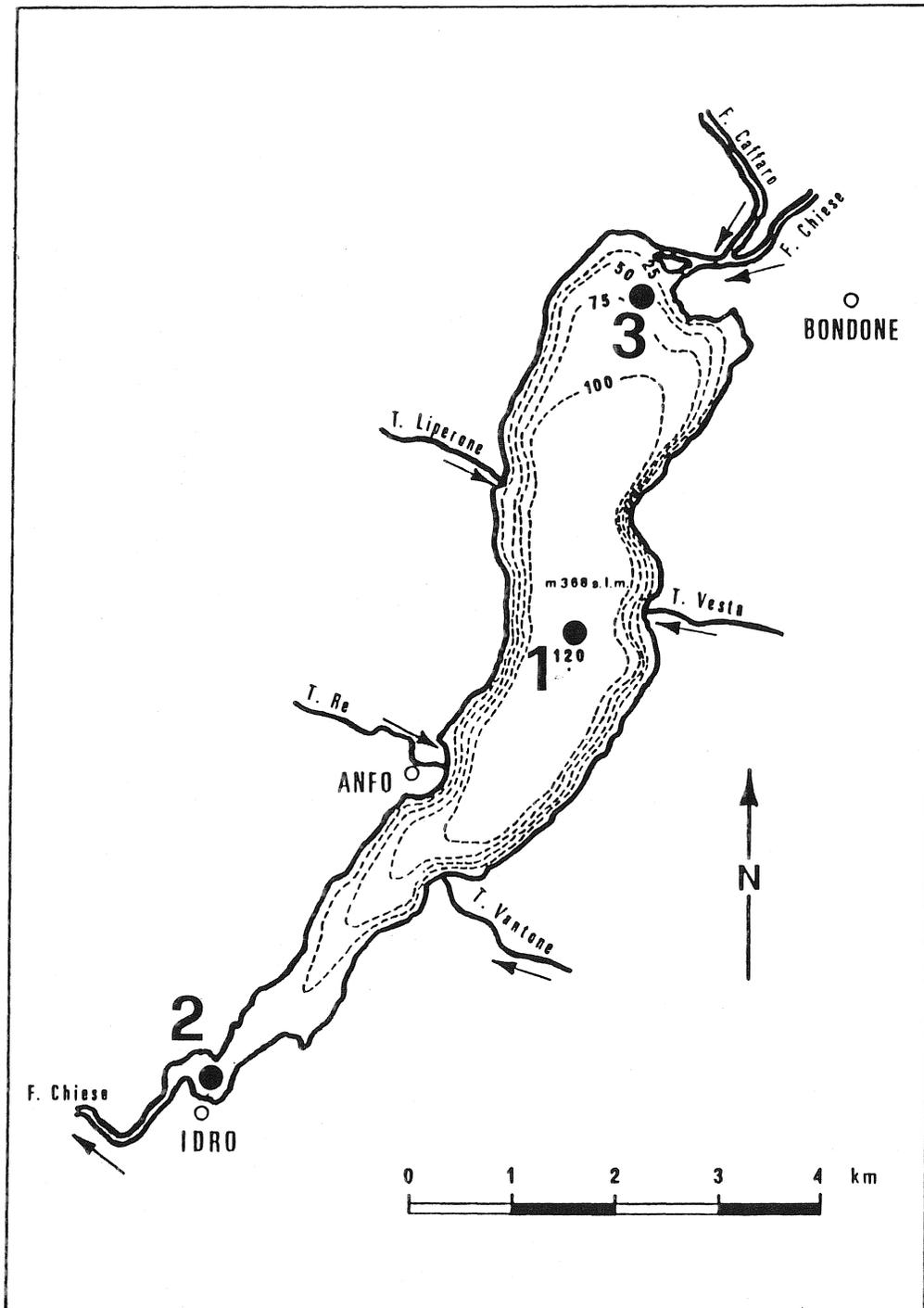


Fig. 1 - Batimetria e stazioni dei prelievi.

METODI

Le stazioni di prelievo sono state tre (fig. 1): rispettivamente la prima al centro del lago dove sono state prelevate le acque a diverse profondità, la seconda di fronte all'abitato di Crone, all'estremità meridionale del lago e la terza allo sbocco dell'immissario, il Chiese, quando questo ha già ricevuto le acque del Caffaro. Le due ultime stazioni sono state scelte ai fini della determinazione di eventuali carichi inquinanti derivanti o dagli insediamenti umani, dei quali la parte bassa del lago è la più ricca, o dall'apporto fluviale. Gli affluenti minori (fig. 1) hanno un'importanza limitata: solo il Re, che passa attraverso l'abitato di Anfo, può ricevere scarichi pericolosi.

Nelle stazioni 2 e 3 inizialmente i prelievi sono stati doppi: il primo riguardante le acque superficiali ed il secondo quelle vicino al fondo. Data la bassa profondità — circa 2 metri — e quindi l'identità dei risultati, successivamente si è proceduto ad un solo prelievo.

I metodi usati per le analisi chimiche sono quelli normalmente in adozione presso l'I.R.S.A. di Brugherio e presso l'Istituto di Idrobiologia di Pallanza, ambedue facenti parte del C.N.R. Alcuni di essi sono variati rispetto a quelli adottati nelle precedenti indagini e precisamente:

l'azoto ammoniacale col metodo all'isocianurato - Bollettino dei Chimici dell'Unione Italiana dei Laboratori Provinciali (1981);

il fosforo ortofosfato con il metodo dell'ammonio molibdato;

il fosforo totale con il metodo al potassio persolfato e digestione in autoclave;

i solfati per turbidimetria;

i metalli con assorbimento atomico.

Le analisi degli anioni sono state eseguite presso lo Stabilimento Ittiogenico di Brescia.

RISULTATI

Temperatura

Date le caratteristiche dell'Eridio la temperatura delle acque è uno dei parametri più importanti: è stata misurata con l'uso di un termist, che veniva accuratamente tarato ogni volta prima dell'uso, ottenendo così una determinazione istantanea ad ogni profondità.

I risultati sono riportati nella tab. I; nella fig. 2 sono rappresentate alcune curve di temperatura riferite alle diverse stagioni.

La situazione termica del lago è abbastanza chiara e conferma quanto già noto: 1) le acque sono influenzate dalle variazioni termiche atmosferiche fino ad una profondità di 40 metri circa; 2) la zona ipolimnica profonda ha una temperatura costante media di 7.2°; 3) sussiste un'inversione termica sui 40 metri di profondità nel senso che le acque di questo livello sono sempre più fredde di quelle più profonde; 4) l'isoterma invernale giunge fino ai 30-35 metri di profondità: nella definizione della profondità bisogna tener conto delle cospicue variazioni di livello — anche 6-7 metri — conseguenti all'uso idroelettrico del bacino.

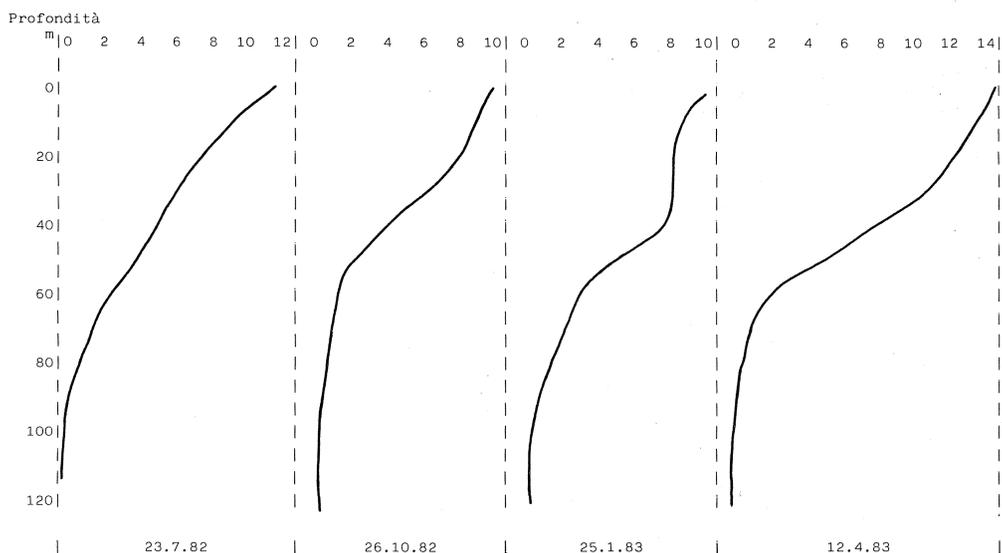


Fig. 2 - Distribuzione verticale della temperatura °C.

prof. m.	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
0	11.4	19.0	17.5	12.5	7.3	6.0	5.7	8.5
5	10.6	17.0	16.0	12.5	7.3	6.0	5.7	8.5
10	9.5	14.5	13.5	11.5	7.3	6.0	5.7	8.5
15	8.5	10.0	10.5	11.0	7.3	6.0	5.5	8.0
20	7.0	8.0	9.9	10.0	7.3	6.0	5.5	8.0
25	6.8	6.7	8.0	8.0	7.3	6.0	5.5	7.0
30	6.5	6.2	6.8	7.0	7.3	6.0	5.5	6.3
35	6.0	6.0	6.7	6.7	7.0	6.5	5.5	6.0
40	6.0	5.9	6.5	6.5	6.7	6.5	6.0	6.0
45	6.0	6.0	6.0	6.6	6.5	6.7	6.2	6.3
50	6.2	6.0	6.3	6.6	6.7	6.7	6.3	6.5
60	6.5	6.4	6.7	6.9	6.9	6.7	6.5	7.0
70	6.8	6.5	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
80	6.9	6.8	7.0	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0
90	7.0	6.9	7.0	7.0	7.3	7.2	7.1	7.2
100	7.1	7.0	7.2	7.0	7.3	7.2	7.1	7.4
110	7.1	7.0	7.2	7.0	7.3	7.2	7.1	7.4
115	7.1	7.0	7.2	7.0	7.3	7.2	7.1	7.4

Tab. I - Temperatura °C

Ossigeno

I risultati delle analisi sono raccolti nella tab. II; nella fig. 3 viene evidenziata la distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto nelle acque.

Nella zona superficiale — cioè fino ai 20 metri di profondità — le concentrazioni dell'ossigeno nonché le percentuali di saturazione sono abbastanza buone, senza raggiungere i livelli di altri grandi laghi dell'Italia settentrionale: i valori più elevati

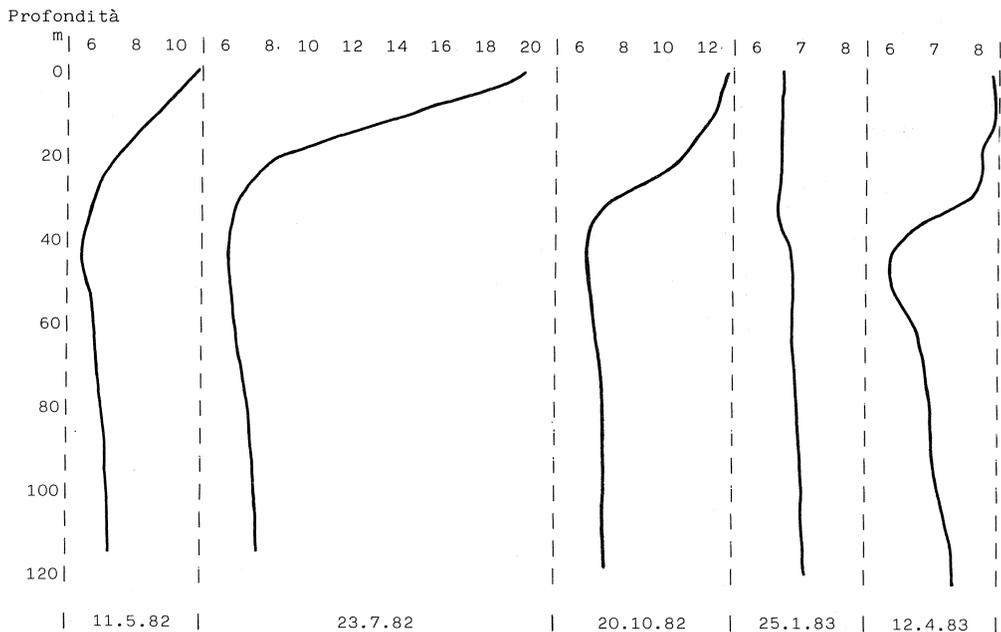


Fig. 3 - Distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto - mg/l.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	10.5	11.3	11.5	9.9	9.3	9.3	10.0	16.0
	98		124	127	96	82	82	84	142
	10		8.9	7.7	8.9	9.3	8.5	8.2	12.8
	20		7.6	5.1	7.9	9.6	8.5	8.1	11.2
	50	6.7	3.8	2.9	1.9	4.0	3.5	4.2	2.1
115	57		32	24	16	34	30	35	19
			0.4	0.0	0.6	0.4	0.6	0.1	0.0
2			4.0	0.0	5.0	3.6	5.1	0.8	0.0
	12.0		11.1	7.5	7.7	8.6	9.1	10.1	14.2
3			119	122	82	72	74	76	85
	11.4		12.3	10.7	9.6	9.4	9.3	11.2	12.8
		105	135	114	89	82	78	94	113

Tab. II - Ossigeno disciolto: mg/l / % satur.

sono peculiari delle stagioni primaverile ed estiva in rapporto con le fioriture algali. Sui 50 metri di profondità le concentrazioni si riducono fortemente e la percentuale di saturazione è sempre inferiore al 40%.

L'ipolimnio profondo è quasi completamente privo di ossigeno in tutte le stagioni. Questa situazione già riscontrata in passato, si accorda con i risultati della analisi della temperatura.

Nelle stazioni n. 2 e n. 3 la presenza di ossigeno nelle acque è buona, corrispondendo a quella delle acque di superficie della stazione centrale: questo può essere considerato un risultato positivo, soprattutto per la stazione meridionale n. 2, dove

la corrente superficiale è ridottissima e vi è lo scarico derivante dagli insediamenti umani costieri.

Le curve dell'ossigeno sono rappresentate nella fig. 3: sono di tipo clinogrado, ma questa definizione è impropria per il lago d'Idro che è anomalo e non può essere inserito nelle classificazioni tradizionali.

Alcalinità (tab. III)

I valori inerenti l'alcalinità sono di livello medio, confrontati con quelli di altri laghi prealpini italiani: bisogna tener presente che nel bacino imbrifero sono presenti in notevole entità rocce calcareo dolomitiche. È abbastanza evidente una uniformità di valori durante tutto l'anno: i livelli meno elevati nella stagione più calda possono essere attribuiti agli sviluppi algali e agli accentuati processi fotosintetici.

Piuttosto interessanti i risultati ottenuti nella stazione n. 3 dove avviene l'immissione del maggior affluente del lago, derivante da un bacino litologicamente misto con presenza di tonaliti e rocce gessose: i livelli di alcalinità sono mediamente meno elevati che nel resto del lago.

Eccezionali infine i risultati delle analisi delle acque prelevate il 12.IV.83: i valori sono notevolmente inferiori alla media, in tutte e tre le stazioni e a tutte le profondità.

È noto che l'alcalinità totale è una determinazione dell'anidride carbonica totale che può essere libera o combinata sotto forma di bicarbonati a loro volta in equilibrio con i carbonati. I valori della costante di equilibrio fra questi tre componenti e la concentrazione di CO_2 determinano di solito il pH. Ci si serve quindi del pH per definire la concentrazione della CO_2 , dello ione bicarbonato e dello ione carbonato.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	1.80	1.26	1.28	2.04	1.64	2.16	1.72	0.95
	10		2.24	1.32					
	20		2.12	1.72	1.52			1.74	0.87
	50		2.26	1.89	2.10	1.75	2.10	1.90	1.55
	115		2.34	1.84	2.28	2.30	2.28	2.10	1.50
2		1.78	1.34	1.26	1.56	1.64	1.80		0.91
3		1.40		1.36	1.40	1.42	1.50	1.28	0.81

Tab. III - Alcalinità meq/l.

pH (tab. IV)

I valori sono compresi fra 7 e 8.9 caratteristici cioè, in termini sperimentali, delle acque contenenti bicarbonati.

La maggior parte dei valori tuttavia sono compresi fra 7.0 e 8.0 cioè rientra nella norma delle acque lacustri: si verifica una leggera diminuzione con la profondità, cosa abbastanza in accordo con le altre caratteristiche fin qui riportate. Piuttosto marcata questa diminuzione in due occasioni: il 23.VII.82 e il 2.IX.82, fra le acque

di superficie e quelle a 10 metri di profondità: si può ipotizzare essere pervenuto nel lago qualche prodotto in condizione di alterare il pH delle acque superficiali, anche solo localmente dal momento che le acque della stazione n. 2 avevano un pH diverso dalle altre.

Abbastanza normali i risultati nella stazione n. 3. Anomala la situazione del 12.IV.83: valori alquanto elevati in tutta la colonna d'acqua, fino alla maggiore profondità. Questa situazione è da rapportare con quanto detto per l'alcalinità i cui bassi valori a quella data possono essere una conseguenza dell'aumento del pH e dello spostamento della costante d'equilibrio con precipitazione dei carbonati e diminuzione di CO₂ disciolta. È dubbio comunque che l'aumento del pH sia dovuto a diminuito potere tampone dei bicarbonati: è più probabile, anche in questo caso, l'arrivo al lago — in quantità elevata — considerata l'entità spaziale del fenomeno di qualche sostanza alterante le caratteristiche delle acque.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	7.9	8.2	8.7	7.9	7.5	7.8	7.8	8.7
	10		7.8	7.7	7.5				
	20		7.2	7.6	7.3	7.4	7.7	7.6	8.9
	50		7.4	7.5	7.1	7.3	7.3	7.5	8.7
	115		7.1	7.3	7.1	7.2	7.3	7.3	8.6
2		8.2	7.7	8.0	7.5	7.6	7.9	7.9	8.0
3		8.5	7.5	8.5	7.3	7.7	7.4	7.9	8.2

Tab. IV - pH.

Silicati (tab. V)

La presenza della silice nelle acque dell'Eridio è legata in buona parte alla presenza di rocce gessose nell'alta parte del suo bacino (alta valle del Caffaro): dall'esame della tab. V si evidenzia infatti che nella stazione n. 3, dove arrivano anche le acque del Caffaro, le concentrazioni dei silicati sono sempre abbastanza elevate. Nella zona pelagica le acque epilimniche presentano delle variazioni stagionali legate probabilmente ai cicli delle Diatomee, mentre in quelle profonde le concentrazioni — assai più elevate — sono stabili nel tempo.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	12/4/83
1	0	0.50	0.08	0.07	0.18	0.40	1.55	0.08
	10		0.50	0.60	0.24			
	20		0.50	0.50	4.3	1.20	1.28	1.12
	50				2.15	2.10	2.08	2.50
	115		1.66	3.10	3.60	3.00	3.50	3.10
2		0.10	0.10	0.10	0.42	0.50	1.20	1.13
3		1.4	1.30	1.50	1.30	1.90	1.84	1.12

Tab. V - Silicati mg/l.

Solfati (tab. VI)

I metodi per la determinazione dei solfati, sono stati sempre oggetto di discussione perchè o troppo complessi o non molto precisi. Il metodo usato in questa indagine — turbidimetria e spettrofotometria — è uno di quelli adottati più frequentemente, con alcune varianti, dai laboratori di analisi chimiche delle acque: data però l'importanza che questi ioni hanno nelle acque del lago d'Idro e quindi la necessità che i risultati siano i più attendibili possibile, le analisi sono state fatte in triplo per ogni campione ed i risultati sono stati riportati solo nel caso di uniformità delle tre prove. L'esame della tab. VI rivela che le concentrazioni dei solfati sono alquanto elevate e stabili nel tempo a tutti i livelli; che nelle acque profonde le concentrazioni sono circa il triplo di quelle riferibili alle acque di superficie; che vi è un apporto discreto da parte degli immissari, come del resto era già noto (BARBATO, 1975).

Staz.	Prof. m	23/7/82	2/9/82	26/10/82	25/1/83	12/4/83
1	0	22	20	18		38
	10		19		30	
	20	28		32		42
	50	42	51		54	56
2		16	8		10	21
3		14	11	12	9	10

Tab. VI - Solfati mg/l.

Solfuri

Non è stata fatta una determinazione quantitativa dei solfuri, ma questi sono stati facilmente identificati nelle acque profonde per il loro intenso e caratteristico odore.

Calcio (tab. VII) Magnesio (tab. VIII)

Per quanto riguarda il calcio i valori sono alquanto elevati se raffrontati con quelli di altri laghi prealpini italiani; la cosa è facilmente spiegabile considerando l'ambiente litologico circostante. Le concentrazioni dei sali di calcio nelle acque profonde sono in media il doppio di quelle delle acque superficiali e mantengono una stabilità stagionale; le variazioni delle acque epilimniche sono legate probabilmente ai fatti metabolici della biocenosi presente. Nelle due stazioni periferiche le concentrazioni del calcio sono abbastanza in accordo con quelle pelagiche di superficie.

Nella stazione centrale alla data 12.IV.1983 il contenuto di calcio nelle acque è risultato generalmente inferiore, a tutte le profondità.

Anche per il magnesio le concentrazioni sono abbastanza alte con i soliti livelli più elevati nelle acque ipolimniche e la generale uniformità dei risultati delle tre stazioni. Come già visto per il calcio, le concentrazioni del magnesio nella zona pelagica alla data del 12.IV.1983 erano minori della media annua. Il rapporto Ca/Mg è mediamente 2/1, valore che rientra nell'ambito delle concentrazioni dei laghi prealpini italiani (VOLLENWEIDER, 1965; I.R.S.A., 1980).

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	30.0	21.8	20.6	27.1	33.6	43.1	28.2	33.1
	10		33.8	23.7					
	20		40.8	37.0	28.6	33.0	29.0		35.1
	50		45.7	41.8	47.6	34.5		41.6	32.4
	115		52.4	49.8	53.1	51.8	53.5	52.0	41.5
2		32.2	22.0	20.1	29.6	32.4	29.8	28.1	33.6
3		31.9	28.8	23.2	24.0	28.3	29.5	32.1	39.4

Tab. VII - Calcio mg/l.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	14.2	12.6	13.3	14.8	10.6	11.0	11.2	8.6
	10		12.5	10.5					
	20		19.4	11.1	15.2	15.4	10.4		9.4
	50		12.6	23.7	23.5	16.9		19.8	8.8
	115			16.4	26.1	25.1	20.0	20.0	12.1
2		16.0	10.2	9.8	15.3	10.4	10.4	10.4	10.5
3		10.0	11.0	9.9	10.4	10.1	11.1	11.0	9.7

Tab. VIII - Magnesio mg/l.

Sodio e Potassio (tabb. IX e X)

Le concentrazioni del sodio sono piuttosto basse, confrontate con quelle di altri laghi (Ledro, Caldonazzo, Endine, Garda ecc.), mentre quelle del potassio sono in linea con i livelli determinati nei bacini sudalpini. Il rapporto Na/K che di solito è 2/1 o 3/1 nell'Eridio è vicino ad 1/1.

Una più elevata concentrazione del sodio nelle acque di tutte le stazioni è evidente nel prelievo del 12.IV.1983. È opportuno ricordare a questo proposito che il sodio è contenuto in discreta quantità negli scarichi urbani.

Staz.	Prof.	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	1.40	1.30	1.24	1.24	1.13	1.16	1.19	2.10
	10		1.33	1.19		1.18			
	20		1.70	1.23	1.24		1.22	1.22	1.80
	50		1.35	1.22	1.26	1.04	1.09	1.24	1.60
	115			1.25	1.28	1.29	1.19	1.31	2.40
2		1.31	1.23	1.18	1.27	1.26	1.16	1.24	2.30
3		1.20	1.20	1.20	1.25	1.19	1.35	1.26	2.80

Tab. IX - Sodio mg/l.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	0.96	1.06	1.12	1.14	0.70	0.80	0.75	0.90
	10		1.41	1.03		0.80			
	20		1.12	1.08	1.17		1.05	0.70	0.80
	50		1.17	1.07	1.18	0.66	0.90	0.85	0.80
	115			1.04	1.06	1.06	0.90	0.76	1.04
2		1.05	1.05	1.06	1.09	1.05	0.96	1.02	1.30
3		0.90	1.00	1.00	1.11	0.75	1.04	0.84	1.20

Tab. X - Potassio mg/l.

Metalli pesanti

Ferro e manganese: le concentrazioni di questi due metalli nelle acque di tutti i campioni esaminati sono risultate estremamente basse, molte volte al di sotto del limite di rivelabilità dell'apparecchio e questo malgrado la scarsa o nulla ossigenazione delle acque profonde; in esse però vi è una notevole presenza di acido solfidrico che può dare origine a precipitati, soprattutto di ferro.

Rame e Zinco (tabb. XI e XII)

Metalli ricercati poichè possono giungere alle acque lacustri in conseguenza di pratiche agricole sulle rive. Il rame è presente in concentrazioni notevoli con scarse differenze fra le varie stazioni e le diverse profondità; per lo zinco viceversa, presente anch'esso in quantità discrete, sembra esservi un aumento delle concentrazioni con l'aumento della profondità. Non vi sono molti termini di confronto con altri laghi prealpini italiani per questi due metalli: nei laghi briantei un'indagine dell'I.R.S.A., 1977 non ha evidenziato la presenza di questi elementi nelle acque.

Staz.	Prof. m.	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	3.0	3.1	3.5	4.1	3.1	3.3	3.4	4.0
	10		3.8	3.6		3.2			
	20		5.8	3.1	2.6	3.6	3.4	3.2	3.2
	50		4.2	2.8	5.0	2.4	6.5	3.8	2.4
	115		3.0	2.7	5.1	3.0	2.8	3.3	5.1
2		2.9	2.6	2.4	2.1		5.4	5.5	6.0
3		4.4	4.6	3.9	4.3	4.7	3.6	3.2	3.5

Tab. XI - Rame mg/l.

Staz.	Prof. m.	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	26	24	28	53	18	22	32	30
	10		27	26		16			
	20		22	41	29	18	24	33	50
	50		51	35	29	16	38	38	40
	115			37	31	32	34	44	65
2		38	28	38	47	16	15	26	37
3		50	30	24	32	12	20	20	65

Tab. XII - Zinco mg/l.

Piombo, Mercurio, Cromo

Le concentrazioni di questi metalli sono sempre risultate al di sotto dei limiti di rivelabilità.

Derivati dell'azoto

Ammoniaca (tab. XIII)

La presenza di ammoniaca nelle acque di un lago è indice di deterioramento dal momento che essa può derivare da fenomeni di decomposizione anaerobica, da carenza di ossigeno e quindi mancata ossidazione a nitriti e nitrati.

Dalla tab. XIII si constata che l'ammoniaca nelle acque del lago d'Idro è presente soprattutto nell'ipolimnio profondo, dove l'ossigeno è quasi completamente assente, e in modesta quantità anche nella stazione n. 3, fatto quest'ultimo che può destare qualche preoccupazione.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
	10		0.0	0.0	0.0		0.0		
	20		0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0
	50		0.0	0.0	0.0	6.0	3.0	4.0	0.0
	115		14.0	1.0	20.0	24.0	18.0	26.0	100.0
2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3			0.0	0.0	20.0	5.0	0.0	4.0	0.0

Tab. XIII - Azoto ammoniacale $\mu\text{g/l}$.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	380	185	175	275	475	400	300	740
	10		535	215					
	20		1000	370	385	450	440	450	625
	50		135	325	290	540	390	290	450
	115		60	90	20	60	150	90	430
2		420	410	130	370		450	220	85
3		470	340	410	320	675	550	380	455

Tab. XIV - Azoto nitrico $\mu\text{g/l}$.

Nitrati (tab. XIV)

Le concentrazioni dei nitrati nelle acque dell'Eridio possono essere valutate di media entità a confronto con quelle di altri laghi.

Nelle acque superficiali i valori meno elevati sono caratteristici dei mesi estivi, probabilmente in conseguenza dell'utilizzazione di questi composti da parte degli organismi vegetali.

Nella zona ipolimnica profonda le concentrazioni dei nitrati sono assai ridotte, verosimilmente perchè i processi riduttivi dei sedimenti sono scarsi e l'ossidazione è impedita dalla carenza di ossigeno.

I valori più elevati sono peculiari della zona di media profondità — 20-50 metri — cioè in quella zona corrispondente ad un eventuale metalimnio, termine improprio per il lago d'Idro. Questa peculiarità dell'Eridio può essere spiegata ricordando che i processi di demolizione della sostanza organica che portano alla formazione dei derivati dell'azoto avvengono di solito a livello del fondo sul quale vanno sedimentando le spoglie degli organismi morti, ma possono avvenire anche in pelago. Ciò

è tanto più probabile nel lago d'Idro dove a media profondità gli elementi sedimentanti subiscono probabilmente una stasi a causa dell'impatto con acque notevolmente più dense.

Il 12.IV.83 nella stazione centrale le concentrazioni dei nitrati sono risultate le più elevate rispetto a tutti gli altri prelievi.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	6	26	3	0	0	0	0	35
	10		55	3		0	0	0	
	20		15	3	26	0	0	4	35
	50		58	8	85	0	6	6	45
	115		66	120	160	26	35	18	62
2		9	14	5	15	0	0	0	42
3		5	6	5	30	20	6	16	32

Tab. XV - Fosforo ortofosfato $\mu\text{g/l}$.

Derivati del fosforo

Ortofosfati (tab. XV) *Fosforo totale* (tab. XVI)

Come è noto il fosforo è il principale fattore limitante nei fenomeni di eutrofizzazione: esso può essere presente nelle acque in forme diverse, ma in pratica è solo il fosforo ortofosfato quello direttamente utilizzabile dagli organismi fitoplanctonici. Sono stati proposti vari livelli del contenuto del fosforo totale o degli ortofosfati come indici del livello di trofia di un lago (SAKAMOTO, 1966; VOLLENWEIDER, 1968; I.R.S.A., 1978).

L'esame della tab. XVI evidenzia che nelle acque del lago d'Idro le concentrazioni del fosforo totale sono variabili passando da situazioni di completa assenza ad altre di notevole presenza: nelle stazioni periferiche, soprattutto in quella settentrionale — n. 3 — il fosforo è quasi sempre presente e questo fatto deve essere tenuto in considerazione perchè sono le due stazioni maggiormente influenzate da scarichi di origine antropica.

Le concentrazioni più elevate sono peculiari delle acque profonde: il fenomeno è comprensibile ricordando i rapporti dei derivati del fosforo con il ferro e la già accennata possibilità di precipitazione di questo metallo sotto forma di solfuro.

Dalla tab. XV si vede che le differenze quantitative fra fosforo totale e ortofosfato sono limitate e cioè che quasi tutto il fosforo presente può essere direttamente metabolizzato. Sembra ragionevole ritenere che queste concentrazioni del fosforo siano prevalentemente originate da attività umane.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	8	28	5	68	0	0	0	42
	10		60	6		0	0	0	
	20		18	6	38	0	0	4	40
	50		66	10	92	0	10	8	54
	115		72	130	166	30	40	24	64
2		12	23	10	6	0	0	0	48
3		6	8	7	8	24	8	20	38

Tab. XVI - Fosforo totale $\mu\text{g/l}$.

Staz.	Prof. m	11/5/82	23/7/82	2/9/82	26/10/82	14/12/82	25/1/83	1/3/83	12/4/83
1	0	120	120	112	105	152	198	155	160
	10		147	142	105	152	200		
	20		172	202	115	152	200	180	164
	50		200	236	182	245	266	230	225
	115		310	270	210	320	310	300	264
2		120	118	122	125	148	202	160	180
3		125	130	132	90	140	190	140	161

Tab. XVII - Conducibilità μ S.

Conducibilità (tab. XVII)

Questo parametro che dipende dal contenuto dei sali disciolti, dà un po' un'idea delle condizioni generali.

Nel lago d'Idro i valori sono medio-alti, sempre facendo un confronto con altri specchi d'acqua dalla posizione geografica simile, e presentano delle variazioni stagionali piuttosto modeste e relative soprattutto alle acque superficiali. Nella sezione ipolimnica i valori sono più elevati, come era logico attendersi, ma non raggiungono i livelli delle determinazioni fatte nelle indagini precedenti già citate.

Gli affluenti minori

In data 11.V.82 è stata fatta un'analisi delle acque di tre affluenti minori (fig. 1). La tab. XVIII raccoglie i risultati ottenuti. Le acque di un fiume presentano delle caratteristiche molto variabili nel tempo, rispetto alla stabilità di un lago e le analisi di conseguenza sono meno probanti.

Dal quadro della tab. XVIII si può notare comunque un pH alto, notevoli concentrazioni di nitrati, e livelli medi per il calcio, l'alcalinità, il potassio, il rame e lo zinco.

	unità	RE	VANTONE	VESTA
pH		8.4	8.4	8.4
azoto amm.	μ g/l	0.1	0.0	0.0
azoto nitr.	μ g/l	860	100	900
alcalinità	μ g/l	2.4	2.3	2.3
silicati	mg/l	0.0	1.4	0.4
fosfati	μ g/l	14.0	4.0	11.0
fosforo tot.	μ g/l	16.0	6.0	12.0
calcio	mg/l	28.0	32.0	25.0
magnesio	mg/l	12.4	10.6	17.8
sodio	mg/l	0.58	1.48	0.50
potassio	mg/l	1.10	1.15	1.12
rame	mg/l	2.6	3.3	4.1
zinco	mg/l	29.0	36.0	35.0

cromo, mercurio, piombo assenti

Tab. XVIII - Caratteri delle acque degli affluenti. Data del prelievo: 11/5/1982.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Vengono confermate le caratteristiche identificate nelle indagini precedenti: sussiste nel lago d'Idro una meromissi con inversione termica sui 40 metri di profondità; manca una circolazione annua completa delle acque; l'ossigeno è praticamente assente nelle acque di fondo ed in esse vi è una maggiore concentrazione dei sali disciolti, concentrazione che può impedire il rimescolamento anche in occasione di un'eventuale isoterma, isoterma che in tutti i casi non inficierebbe la definizione di lago meromittico (HUTCHINSON, 1957; FINDENEGG, 1938). Tale concentrazione è tuttavia, alla luce dei risultati della presente indagine, un po' meno elevata che nel passato per quasi tutti i sali: una conferma è data dalla conducibilità delle acque profonde che è minore rispetto a quella determinata nelle indagini precedenti.

Il pH è condizionato non solo dal complesso bicarbonati-carbonati, ma anche dai solfati presenti in discrete concentrazioni. Per quanto riguarda lo stato di «salute» dell'Eridio sarebbe forse più opportuno parlare di due laghi sovrapposti dal momento che la zona profonda, al di sotto dei 50 metri, è fortemente isolata da quella di superficie e anche per questo motivo, è in condizioni assai precarie.

La zona superficiale dal punto di vista trofico, considerando i contenuti di fosforo e di nitrati può essere definita oligo-mesotrofica, ma tenendo conto anche di altri parametri, come la trasparenza, l'ossigeno disciolto, l'assenza di ferro e manganese, è forse più vicina all'oligotrofia.

Parlare invece di trofia per le acque della zona profonda, non ha senso. Da altri punti di vista sembra indubbio che ogni tanto giungano alle acque dall'area circostante dei prodotti dannosi di origine diversa come il rame e lo zinco (attività agricole) o il sodio e gli ortofosfati (prodotti fognari): la situazione complessiva riguardante il prelievo del 12.IV.83 è indice proprio della possibilità di tale eventualità. Sembra che questi apporti giungano al lago più dagli affluenti che dagli insediamenti rivieraschi, i quali tuttavia non possono essere trascurati.

Un controllo periodico sarebbe quanto mai opportuno perchè il lago si trova in una condizione d'equilibrio molto delicata, stante anche la sua condizione naturale, e può degenerare facilmente.

B I B L I O G R A F I A

- BARBATO G., 1971 - *Indagine idrobiologica sul lago d'Idro*. Amministrazione Provinciale di Brescia.
BARBATO G., 1975 - *Il lago d'Idro: caratteristiche fisiche e chimiche*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 32: 261-295.
FINDENEGG I., 1938 - *Sechs Jahre Temperaturlootungen in den Kärntner Seen*. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr., XXXVII: 364-384.
HUTCHINSON G.E., 1957 - *A treatise on limnology*. John Wiley e Sons, Inc.: 1-1015.
I.R.S.A., 1978 - *Il problema dell'eutrofizzazione in Italia*. Quaderni IRSA, 42.
I.R.S.A., 1980 - *Indagine sulla qualità delle acque lacustri italiane*. Quaderni IRSA, 43.
SAKAMOTO M., 1966 - *Primary production by phytoplankton community in some japanese lakes and its dependance on lake depth*. Arch. Hydrobiol., 62: 1-28.
VOLLENWEIDER R.A., 1965 - *Materiali ed idee per una idrochimica delle acque insubriche*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 19: 213-286.

Indirizzo dell'Autore:

GAETANO BARBATO, via P. Gobetti, 5 - 25015 DESENZANO DEL GARDA (Brescia)