

GAETANO BARBATO

NOTE IDROBIOLOGICHE SUL LAGO DI LEDRO

SOMMARIO: In un arco di tempo compreso fra il 1969 e il 1977 è stato effettuato un controllo della temperatura delle acque del Lago di Ledro, divenuto dal 1948 bacino serbatoio del lago di Garda. Sono state fatte anche delle analisi del fitoplancton e dello zooplancton a varie profondità cercando di evidenziare, soprattutto per quest'ultimo, le variazioni avvenute dopo la connessione idraulica con il Benaco.

PREMESSA

Nel periodo Luglio 1949-Agosto 1952 è stata effettuata una ricerca limnologica sul lago di Ledro da parte di TONOLLI dell'Ist. Italiano di Idrobiologia di Pallanza. Tale ricerca tendeva a mettere in evidenza le modificazioni avvenute nella situazione termica delle acque e nella biocenosi zooplanctonica in seguito alla connessione idraulica Ledro-Garda. Il lago di Ledro infatti è divenuto un bacino serbatoio del Benaco dal 1949 mediante la costruzione di una galleria che si apre a 25 metri di profondità nel lago di Ledro, e attraverso la quale le acque sono convogliate alla centrale di Riva per terminare successivamente nel Garda. Nei periodi durante i quali le necessità di energia elettrica sono minori e la centrale è inattiva viene effettuato un pompaggio prelevando acqua negli strati superficiali del Benaco ed immettendola nel Ledro sempre tramite la suddetta galleria. Il presente lavoro è un'ulteriore indagine sia sulla situazione termica che sul popolamento fito e zoo planctonico.

METODOLOGIA

La ricerca è stata svolta dal Gennaio 1969 all'Agosto 1977 per un totale di 28 sopralluoghi aventi per due anni una periodicità almeno mensile ed in seguito maggiormente distanziati. Il rilievo della temperatura ed i prelievi di plancton sono stati effettuati in due stazioni: la prima — Molina — situata proprio di fronte alla galleria, e la seconda — Pieve — nella zona più lontana da questa nell'intento di evidenziare un'area maggiormente influenzata dal Garda rispetto ad un'altra influenzata il meno possibile. La

temperatura è stata misurata con termistor della L.R.E. di Milano e con due termometri a rovesciamento. Il fitoplancton è stato prelevato con bottiglie di plastica tipo Van Dorn; lo zooplancton con pescate verticali frazionate con rete a 44 maglie per centimetro fino al 9.8.1969 e successivamente con rete a 69 maglie per centimetro. Il conteggio è stato effettuato per campionamento: solo in alcuni casi è stata fatta la conta totale; in tal caso i risultati sono indicati con un asterisco (*).

RISULTATI

Nella tabella I sono riportate le variazioni di livello delle quali si deve tener conto necessariamente nell'analisi dei risultati: il livello è stato letto direttamente sull'asta graduata situata sulla verticale della bocca della galleria di collegamento con il Garda. Come si vede il lago raggiunge i massimi livelli nel periodo estivo-autunnale, approssimativamente da Giugno-Luglio fino ad Ottobre, talvolta anche oltre: questi massimi sono da mettere in rapporto con i ridotti bisogni di energia nel periodo estivo, nonché con le richieste della popolazione rivierasca del lago di Ledro, interessata al turismo in questa stagione, che il livello sia il massimo possibile. I minimi sono caratteristici dei mesi invernali — da Gennaio ad Aprile — con una variazione rispetto ai massimi di circa 18 metri. I mesi durante i quali la pompa funziona con ritmo notevole per «riempire» il lago di Ledro con acqua del Garda, sono Maggio e Giugno, mentre una volta raggiunto il massimo livello questo viene mantenuto senza nuove immissioni, impedendo di solito che entri in attività il vecchio sfioratore qualora il livello del lago dovesse salire a causa dell'apporto di acqua piovana. Un piccolo apporto di acqua dal Garda può avvenire anche durante il periodo invernale, poiché la pompa entra in funzione durante i giorni festivi allorché la centrale di Riva è inattiva per la minor richiesta di energia.

Temperatura

I dati sono riportati nella tabella 1. Nelle singole colonne è stata inserita una freccia la quale indica la profondità della galleria, profondità che varia con il variare del livello.

Dall'esame della tabella si può constatare che non vi sono differenze tra i valori misurati nella stazione di Molina e in quella di Pieve nei mesi invernali, durante i quali d'altra parte non vi sono immissioni dal Garda, ma anzi l'acqua viene emunta tramite la galleria. È evidente la presenza di isotermità e di un rimescolamento delle acque fino alla massima profondità. (Sono state saltuariamente effettuate delle misurazioni dell'ossigeno con il metodo Winkler: i risultati sono in accordo con la termica del lago). Anche

TABELLA 1 - TEMPERATURA DELLE ACQUE IN °C

P = Pieve di Ledro; M = Molina di Ledro. C = al centro del lago.

Prof. metri	26.1 1969		28.2		23.3		20.4		25.5		16.6		12.7		9.8		13.9		13.10	
	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
0	5	5	4,7	4,7	6,5	6	8	8	17	16,7	17,5	17,5	18,5	18,5	22	22	19	19	16,5	16,5
5	5	5	4,7	4,7	6	5,7	7,5	7,5	15	15	17	17	18	18	21	21	18,5	18,5	16,5	16,5
10	5	5	4,7	4,7	▷ 5,7	5,5	▷ 7	7	11	11	15	14	15,5	15,5	17	17	17,5	17	16,5	16,5
15	5	5	4,7	4,7	5,7	5	6,7	6,7	▷ 7	7,7	▷ 12	12	12,5	14	14	14	16	16	16	16
20	5	5	4,7	4,7	4,7	4,7	6	6	5,7	6,5	9	8	▷ 10	11	12	12	13,5	13,5	14,5	14,5
25	5	5	4,2	4,2	4,7	4,5	5,5	5,5	5,5	5,7	6	6	7	7,5	▷ 8	9	▷ 11	10	▷ 11,5	12,5
30	5	5	4,2	4,2							5,5	5,5	6	6	6	6,4	7	8	8	8,5
35	5	5	4,2	4,2									5,7	5,7	5,7	5,5	6	6,7	6,7	6,5
40															5,7		6,7	6	5,7	5,7
45																				
Livello metri	45		41		37,5		34,5		40		43		47		52		53		52,5	

durante i mesi estivi non vi sono differenze di temperatura fra le due stazioni e d'altra parte in questa stagione l'immissione di acqua dal Garda è ormai cessata dal momento che è stato raggiunto il massimo livello. Le differenze più significative dovrebbero essere peculiari dei mesi di Aprile, Maggio e Giugno proprio in conseguenza dell'immissione d'acqua dal Garda. Dalla tabella però non risulta un fenomeno del genere nemmeno in questi mesi: solo nel prelievo del 12.7.69 si manifesta una modesta differenza a vantaggio della stazione di Molina per le acque sovrastanti la bocca della galleria: è da attendersi infatti che le acque del Garda, prelevate in superficie, siano più calde di quelle del Lago di Ledro a 20-25 metri di profondità e tendono a risalire per raggiungere lo strato di isodensità riscaldando la massa d'acqua attraversata (TONOLLI, 1960). Per quanto riguarda le acque profonde, al di sotto della bocca della galleria, si possono notare piccoli sfasamenti fra le temperature delle due stazioni, sfasamenti da considerarsi occasionali e non molto interessanti: talvolta infatti la temperatura è più elevata a Molina (25.5.69, 12.7.69, 11.10.69) e talvolta lo è a Pieve (16.6.69, 9.8.69, 13.6.70). Non deve essere scartata inoltre la possibilità che al lago arrivi acqua infiltratasi nel terreno nel letto dei torrenti diretti verso lo specchio d'acqua: è il caso del Tiarno proprio durante i mesi estivi. Non sono state identificate sorgenti sub-lacustri, ma da notizie assunte presso le popolazioni locali, pare che nelle annate particolarmente fredde allorché il lago gelava, l'ultima parte a solidificarsi ovvero l'unica a non farlo era quella vicino a Pieve, indice questo di sorgenti sublacustri di acqua a temperatura più elevata.

Nel citato lavoro di TONOLLI è stata fatta una comparazione tra le escursioni termiche di tre periodi: è stato possibile inserirne una quarta inerente al periodo Gennaio 69 - Agosto 72 (fig. 1). Come si può vedere mentre la

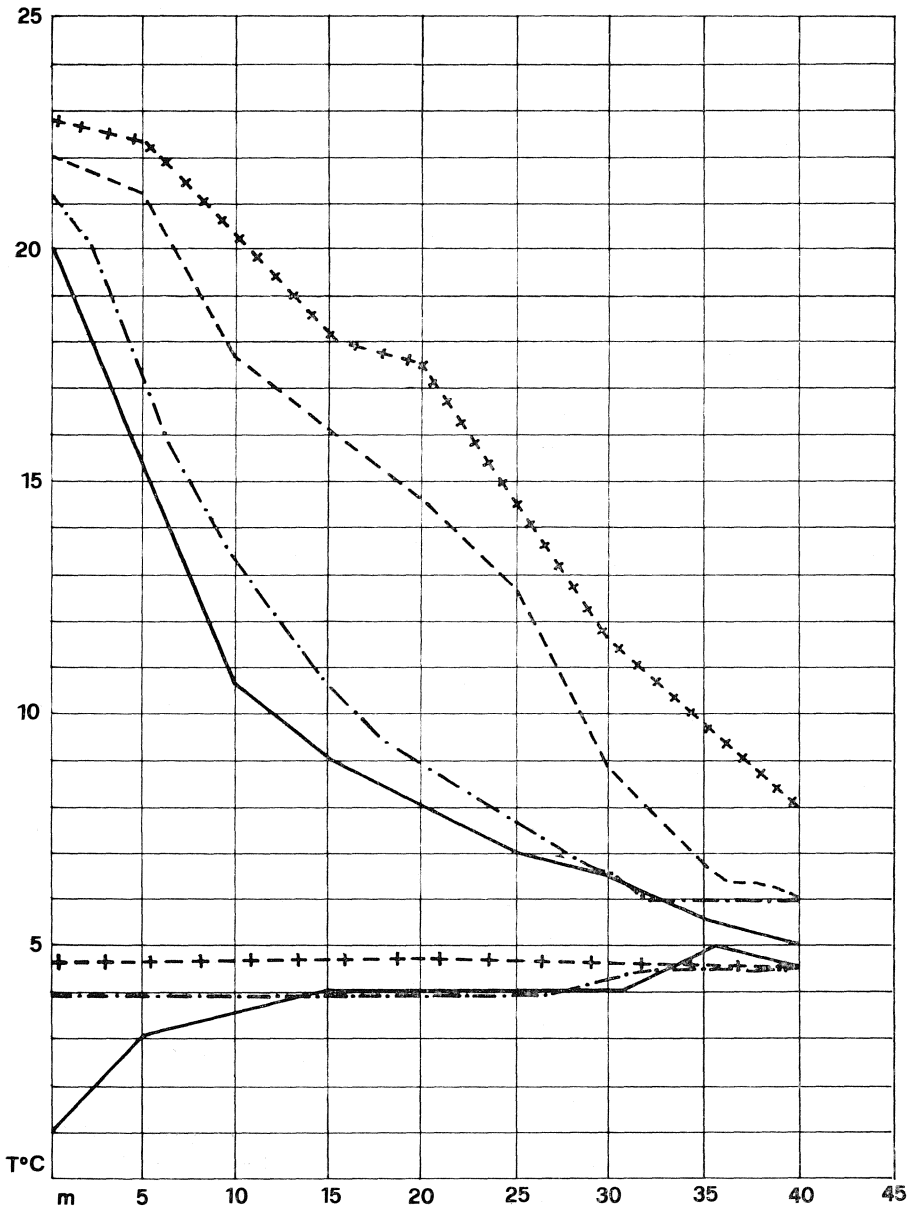
1.11		9.12	2.1.1970		21.2		5.4		1.5		13.6		25.7		19.3.1972		8.8		20.11.1975	
P	M	C	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
13,7	14	9	6	6	4,7	4,7	5,7	5,7	9,7	9,7	20	20	20,5	20,5	7	7	19,5	19,5	10	10
13,7	14	9	6	6	4,7	4,7	5,7	5,7	9,5	9,5	15	15	19	20	7	6,5	19	19	10	10
13,7	14	9	6	6	4,7	4,7	▷ 5,7	5,7	▷ 9	9	12	12	15,5	15	▷ 6,2	6,2	15	15	10	10
13,7	14	9	6	6	▷ 4,7	4,7	5,6	5,6	6,2	6,2	10,5	10,5	12	13	6	6	12,5	12,5	10	10
13,7	13,7	9	6	6	4,7	4,7	5,5	5,5	5,7	5,7	9	9	10,5	11	5,5	4,5	9,5	9,5	▷ 9	9
▷ 11,5	11,5	▷ 9	6	6	4,7	4,7	5,5	5,5	5,5	5,5	▷ 7,5	7	▷ 9	9	5,5	5,5	▷ 6,5	6,5	8,5	8,5
8	8	9	6	6	4,7	4,7	5	5			7	6	7,2	7	5,5	5,5	5,7	5,7	7	7
6,5	6,7	6,5	6	6	4,7	4,7					6,2	5,7	6,5	6,5			5,5	5,5	6,5	6,5
5,7	6	6	5,7	5,7							5,8	5,7	6,2	6,5						
5,7		5,7											6							
52		52	50,8		43		38		38,5		49,3		52,7		40,6		52		48	

minima coincide esattamente con quella inerente al periodo 49-52, la massima è alquanto inferiore, soprattutto per le acque ipolimniche. Le spiegazioni di questi valori più bassi, ma comunque pur sempre superiori a quelli delle misure precedenti (1927 e 1930) possono essere diverse. Per quanto riguarda l'epilimnio, considerando esatta l'ipotesi di Tonolli di un riscaldamento dovuto all'immissione delle acque superficiali del Garda, deve essere fatto un rapporto fra la quantità d'acqua pompata ed il periodo del prelievo dal Benaco: basterebbe infatti un inizio anticipato della operazione per provocare un minor riscaldamento delle acque del Ledro. D'altra parte bisogna tener conto dell'andamento stagionale che può influenzare la temperatura delle acque superficiali del Garda. L'andamento stagionale può anche essere invocato per il riscaldamento dell'ipolimnio del lago di Ledro, sempre tenendo valida l'ipotesi di Tonolli che questo riscaldamento avvenga almeno in parte ad opera degli immissari superficiali o sublacustri. È chiaro che ad una annata fredda nel periodo tarda primavera-inizio estate, corrisponderà una temperatura generalmente più bassa delle acque del lago di Ledro nel loro complesso.

Zooplankton

Sono state effettuate due pescate per ogni stazione: la prima dal fondo¹ a 20 metri di profondità e la seconda dai 20 metri alla superficie. Quando però il livello del lago era molto basso è stato fatto un unico prelievo

¹ Quando le acque raggiungono il livello massimo, il fondo, sia per la stazione di Pieve che per quella di Molina, si trova a circa 40 metri di profondità.



per ciascuna stazione (indicato con \emptyset). Il conteggio dei Rotiferi è iniziato con l'uso della rete a 69 maglie per centimetro e cioè il 13.9.1969.

La popolazione degli Entomostraci negli anni 1930-34 in base ai prelievi del LARGAIOLLI (1931) e di RINA MONTI (1930 e 34) era costituita soprattutto da *Cyclops strenuus*, *Diaphanosoma* e *Bosmina*; presenti inoltre piuttosto raramente *Daphnia*, *Eudiaptomus steueri* e *Mesocyclops leuckarti*. Nel 1949 la variazione più notevole era la sostituzione della *Bosmina* con la *Daphnia*. Iniziata l'immissione dell'acqua del Garda nel Ledro, l'effetto più notevole constatato da TONOLLI è stato l'aumento cospicuo dell'*Eudiaptomus steueri* e la riduzione della *Daphnia* e del *Cyclops strenuus*. Le tabelle 2 e 3 riportano la situazione nel periodo 1969-1977. Per l'*Eudiaptomus steueri* si può notare la presenza costante e numerosa fino al Novembre 1969, dopodiché avviene una forte diminuzione fino al Luglio 1970; in seguito ricompare e permane fino a Maggio del 1972 pur non raggiungendo più i valori antecedenti. Nel 1974, nel 1975, ma soprattutto nel 1977 lo *Eudiaptomus steueri* è nuovamente molto abbondante. È specie peculiare delle acque superficiali. Il *Cyclops strenuus* è presente in numero vicino a quello indicato da TONOLLI nel 1950-52: si ritrova frequentemente nelle acque profonde soprattutto nei mesi freddi. Il *Mesocyclops leuckarti* è presente in numero limitato tutto l'anno: un massimo si è verificato proprio quando nelle acque superficiali era assente il *Cyclops strenuus*.

Alquanto limitata la *Bosmina* presente tuttavia in ogni periodo dell'anno e con variazioni numeriche difficili da spiegare. In linea di massima è stata ritrovata in quantità maggiore a Molina rispetto a Pieve; assolutamente eccezionale la sua presenza, nelle acque profonde nell'Agosto 1977.

La *Daphnia* è anch'essa presente senza però raggiungere quasi mai i livelli del 1949, ma piuttosto vicina alle concentrazioni del 1950. Molto notevole tuttavia la sua presenza nel prelievo del 1977. Sia la *Daphnia* che la *Bosmina* hanno avuto una forte flessione dal Dicembre 1969 al Giugno 1970.

Saltuaria la presenza del *Diaphanosoma*: fra Agosto e Novembre 1969, nel 1975 e nel 1977. Sembra tuttavia che tale specie, proveniente dal Garda, non riesca ad adattarsi all'ambiente del lago di Ledro.

Sono presenti nelle acque *Leptodora* e *Bytotrephes* che non erano mai stati rinvenuti nei prelievi precedenti. Questi Cladoceri sono giunti nelle acque del Ledro superando la fase critica del passaggio attraverso la galleria. Si rinvengono, come di regola, nel periodo estivo. Si può ritenere a questo punto che si siano ambientati nel nuovo habitat; cioè la loro presenza non può ascriversi ogni anno ad una nuova immissione dal Garda dove tra l'altro la loro comparsa stagionale è in Giugno. (CASELLATO-DUZIN, 1974).

←
Fig. 1 - Escursioni termiche annuali alle diverse profondità nel lago di Ledro nei periodi Novembre 1925 - Luglio 1927; Gennaio 1930 - Dicembre 1930; Luglio 1949 - Agosto 1952; Gennaio 1969 - Agosto 1972 (da TONOLLI modificato).

TABELLA 2 - DENSITA' (NUMERO DI INDIVIDUI / m³) DELLA POPOLAZIONE ZOOPLANCTONICA
NELLO STRATO COMPRESO TRA LA SUPERFICIE E I -20 m.

ZOOPLANCTON	26.1.1969		28.2		23.3 Ø		20.4 Ø		25.5 Ø		16.6		12.7		9.8		13.9		11.10		1.11	
	P*	M	P	M*	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
<i>Eudiaptomus steieri</i> ♂	144	611	620	149	1000	747	158	183	487	855	550	2250	3132	2892	1944	2472	1429	822	1055	165	829	1
" " ♀	86	700	450	106	673	339	135	222	356	522	590	1400	3524	2412	2120	3672	535	943	1021	155	404	4
" " ♀ ov.	105	388	260	90	355	213	170	205	183	200	330	575	1248	528	1800	552	295	226	434	92	205	2
" " iuv.	853	2288	1910	590	2371	1359	656	897	2015	1255	1250	5338	1620	3224	3296	7368	816	1028	919	241	709	13
<i>Cyclops strenuus</i> ♂	5	100		5	38	9	25	89	156	355	150	175		72			578					21
" " ♀	4	22		5	6	9	25	21	35	65	50	38										14
" " ♀ ov.		22			6			21	30	44	20	25		12								14
" " iuv.	40	288	30	2	144	87	55	205	152	355	200	212	35	95	35	24			8			23
<i>Mesocyclops leuckarti</i> ♂	1	55			19	9	12	95	6		40	152	84	756	254	312		70	8	7	120	
" " ♀	14	65			3	5	12	29	12		10	52		348	48	255	124	99	314	35	134	14
" " ov.									11					35	204	35	180	34	63	68	28	14
" " iuv.	42	188	20	12	252	184	58	205	72		130	400	96	264	132	155	556	312	757	234	333	28
Naupli	244	800	1000	280	1710	1359	750	588	981	88	190	1125	548	1250	1164	828	1690	1219	1974	751	3655	315
Totale Copepodi	1550	5239	5077	1242	5570	4411	2087	2653	4507	3851	3520	12762	10524	12055	10852	15820	6157	4782	5558	1709	5595	500
<i>Daphnia longispina</i>	486	944	1100	234	89	349	222	119	805	8422	5150	6745	4140	1008	552	648	260	354	331	475	794	35
" " ov.	22	200	30	9	12	19	8	4	95	856	570	100	588	72	60	24		7	17	35	56	10
<i>Daphnie piccole</i>	65	88			3			9	21	17	444	830	88	584	50	120	204		14	34	35	127
<i>Daphnia hyalina galeata</i>																						
<i>Bosmina longirostris</i>	55	155	180	54	275	262	230	209	215	100	5	125					45	7	25			14
" " ov.		1	100							11												
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>															95		238	1200	1896	1600	858	163
" " ov.																			8	14	14	
<i>Leptodora kindti</i>													36	155	215	34	14	17	21	63		
<i>Bythotrephes longimanus</i>													24	24	36	22	42	25	14			7
Totale Cladoceri	628	1387	1410	300	375	639	460	353	1135	9843	7552	7058	5412	1200	1008	1148	599	1638	2353	2194	1926	215
<i>Asplanchna priodonta</i>													2904	9572	120	95	3982	4664	153	56	55	
<i>Kellicottia longispina</i>																	2734	3110	127	212	2113	418
<i>Keratella quadrata</i>																	7818	10184	314	645	255	106
<i>Keratella cochlearis</i>																	590	530	305	312	560	886
<i>Filinia longiseta</i>																					70	7
<i>Polyarthra vulgaris</i>																					148	120
<i>Synchaeta pectinata</i>																						1127
<i>Conochilus unicornis</i>																	305				588	595
<i>Brachionus quadridentatus</i>																						2290

9.12 C	2.1.1970		21.20 C	5.4		1.5		13.6		25.7		29.8 C	22.7.1971			6.10		19.3.1972		10.5 Ø		8.8		31.8 1974 C	8.8 1975 C	20.11 C	8.8 1977 C
	P	M		P	M	P	M	P	M	P	M		P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P				
21	56	42								143	100	74	92	85	53	78	390	17	57	4085	652	1177	220	283	4042		
7	7	7								75	42	53	70	113	95	191	127	22	1276	326	1053	28	424	2829			
14										65	14	10	56	7	21	106	70	42	13	630	177	600	28	212	1191		
92	56	70	15							103		63	92	28	1453	765	645	390	53	159	411	191	2260	227	537	4234	
21	116	95	51	63	92	182	286	113	113	660	439	255	14	359	7		21	31	22	22	99	446	567	326	56	85	
	21			3	7	7	50	42	7	56	42	63	7	70	7	10				13	56	35	28	56	28	21	
				15			62	42	56	65	99	21	21	14					22	39	10	28	42		21		
255	135	191	55	49	140	821	1049	134	184	1440	978	275	14	290	42	53	255	312	53	40	723	1106	737	921	580	361	
35	14	7	3	21		31	42			212	156	42	191	99	21	31					14	56	56	210	99	85	
70	7		11	7						202	212	42	156	35	55	10					28		14	126	127	21	
										65	113	31	56	49					14		14		14				
198	177	148	66	99	156	205	297			1273	1446	585	773	570	1319	744	113	141	8	39	1205	205	70	921	764	106	
397	375	456	291	702	319	380	340	496	553	1480	3007	1893	539	275	404	308	446	248	256	296	2765	1085	3461	4000	1528	693	
1110	964	1020	510	947	714	1752	2098	806	850	5839	6648	3408	2050	1804	3542	2175	1819	1754	431	708	11306	4289	10075	7105	4638	13868	
56	21	14	23		14			14	113	2065	2624	712	929	325	404	842		35	8	92	1092	2531	6652	680	366	8255	
	7							7		27	70		14	28		10			8	56	70		346	42	63		
								28		184	595		56	140		10		7	4	70	14	350	350	42	106		
21	14	21	11			1	14	63	382	19	85		14		595	3680	7	510	8	238	56	70	269		84	744	
								14												42		14			84	85	
7												10			7	74									84	85	
										35	70	21	14	14	7	7				99	49	1				42	
												10			7	7				7		1					
84	42	49	34	—	14	1	14	84	537	2330	3444	753	1027	508	1020	4640	7	552	16	342	1415	2841	7287	2818	620	9295	
163	773	673	173	645	560	8128	6212	28	184	56	28	10			170	85	56	56	424	1327	368	14	1858		2885	85	
1254	2552	2829	2940	5700	4829	11830	13049	2865	3503	301	6380	1476	7	49	106	351	3787	6439	10336	17787	1801	3177	453	1842	2923		
390	1148	1319	795	2191	1822	9900	8085	162	553	1716	4241	10297	241	609	503	691	1234	822	1699	6991	553	966	1404	900	821	127	
361	588	686	511	723	780	2012	1645	659	1276	433	2595	7276	148	148	120	202	1546	1304	7469	15044	2723	7074	922	3744	7222	85	
	14	21	7	28	56	215	255			9	42		21	70			3092	4964	6371	31681							
1226	3177	3900	3	290	170	6310	8482	2439	1617				21				212	198	1132	5132	411	372	964	1248	420		
	446	326				1700	1673		14		42	106			716	2436	539	992	424	1592	723	421	640	297	2006	106	
			7	7	7	14	56	269	255	84	652								814	442					233		
													7	106					4411	34836							

TABELLA 3 - DENSITA' (NUMERO DI INDIVIDUI / m³) DELLA POPOLAZIONE ZOOPLANCTONICA
NELLO STRATO COMPRESO TRA I -20 m E I -40 m (CIRCA).

ZOOPLANCTON	26.1.1969		28.2		16.6		12.7		9.8		13.9		11.10		1.11		9.12
	P	M*	P*	M*	P*	M*	P	M*	P*	M*	P*	M	P	M	P	M*	C
Eudiaptomus steuerei ♂	42	55	2	1023	2	7	30	31	21	23	7 _p		4	39			1
" " ♀	31	47	17	198	3	2	44	53	54	18	1			5	1		
" " ♀ ov.	18	27		289			12	9	11	5				10			
" " iuv.	192	223	33	1600	2	14	32	40	62	14	50	7	8	17			4
Cyclops strenuus ♂	13	17	2	43	16	18	23	25	32	14	112	129	170	17	5	31	8
" " ♀	2	7		7	2	22	3	4	17	17	15		85	4	5	10	4
" " ♀ ov.	4	6			27	50	34	21	41	29	37	44	73	25	17	36	10
" " iuv.	66	52	12	142	14	30	60	49	116	80	122	138	153	12	39	44	23
Mesocyclops leuckarti ♂	1	5		25		2			8			6	17		5	8	
" " ♀	8	14	5	7				1					45		10	26	1
" " ov.												12					
" " iuv.	66	50	12	50	5	7	6	9	15	1	12	266	29	39	98	13	
Naupli	78	64	53	1214	183	91	210	152	227	104	18	192	1378	153	385	203	160
Totale Copepodi	521	567	136	4603	254	243	454	394	604	305	305	658	2194	252	576	457	222
Daphnia longispina	41	75	20	711	466	35	60	65	446	72	118	327	68	29	45	63	2
" " ov.		1			48	3		4	109	18	6	6		17		19	
Daphnie piccole	8	7		38	164	3		2	73	18	3	18			10	8	
Daphnia hyalina galeata																	
Bosmina longirostris	5	7	2	66	2	5			6		2		5	4	10	7	1
" " ov.											2						
Diaphanosoma brachyurum			1								1	12	11		10	1	2
" " ov.													8		5		
Leptodora kindti									2		1				5		
Bythotrephes longimanus									1								
Totale Cladoceri	54	91	22	815	680	46	60	71	631	114	133	353	111	50	85	98	5
Asplanchna priodonta												69		4	1	1	3
Kellicottia longispina											18	1355	902	1140	1645	473	125
Keratella quadrata											13	982	243	595	153	40	5
Keratella cochlearis											3	132	17	29	96	3	1
Filinia longiseta												25	28	38	56	73	18
Polyarthra vulgaris																	24
Synchaeta pectinata																	1
Conochilus unicornis															187	5	
Brachionus quadridentatus																	

21.1.1970		5.4		1.5		13.6		25.7		29.8	22.7.1971		6.10		19.3.1972		8.8		31.8.74	8.8.75	20.11	8.8.77
P	M	P	M	P	M	P	M	P*	M	C	P*	M*	P*	M*	P	M	P	M	C	C	C	C
2	7							1	29		2		4	42	228		42			14	226	
	7							2				6	1	26	79		11			14	269	
								1					2		69	10	42			14	241	
3	7							1			2	6	5	141	19		11			21	14	
10	297	172	113	44	11	23	153	7	18	164	59	14	126	67	1	183	347	56	127	158	7	86
2	60					2	17	70	9	11	67	12	9	12	1	42	148	49	11	68	7	21
1	95			6	13	34	148		24	77	31	12	36		1	70	188	63	11	56		21
30	269	125	37	18	19	17	78	295	44	745	55	31	360	7	6	225	1171	276	600	240	162	524
	56							7	29	3	2			6	141	79				34		
	92	15		2				2	9	1		6	3	3	141		7	21				
										1												
6	117	424	150		3			77	3	174	28	8	156	62	15	155	228	21	63	56		
319	209	1884	565		3	7	71	488	1858	65	53	120	53	12	84	2800	638	454	400	205	212	
373	1216	2620	865	68	53	91	466	473	588	3152	257	131	828	200	51	1013	5356	1120	1393	1012	444	1614
3	24	31	26				7	56	6	445	131	24	1134	22		141	139	21	1178	124	42	1617
2	17							1	1	14	55	2	18			282	9			113		42
	7							7	6	19	34	8		1			9		21	48		170
																				45		
7	7			2		7	1	16		3	3	54	122			287	113	765	34	70	3049	
1														1								
								7		9			1									
13	55	31	26		2		14	72	29	487	223	37	1207	145		423	444	134	2729	364	112	4678
54	10	30	113	18	25			1					7				7	126		318		1
79	152	1193	3077	44	80	123	205	53	185	764	1	1	78	32	34	1057	15319	2709	1095	758	445	
25	39	1130	1193	62	33	4	14	185	807	2545	200	832	66	160	46	395	506	248	326	1053	49	127
8	7	204	138	21	11	3	56	90	182	619	7	8	12	12	6	141	585	326	42	181	388	
	17	15	37					63	38	17	293	24	6	22	761	69	92	21		14	28	
168	17	31	125		45								8		2	49	14	84	32	56		
19				2	22			9	1	9	3	14	216	145	12	42	49	405		42		
								10	82												573	
											2	27			8	1367						

Rotiferi

Le prime notizie abbastanza complete sulla popolazione dei Rotiferi si possono avere dai prelievi di TONOLLI: oltre a quanto pubblicato ho potuto esaminare le tabelle relative ai prelievi effettuati negli anni 1949-52 e conservate negli archivi dell'Istituto di Idrobiologia di Pallanza. Nel suddetto periodo risultavano presenti certamente *Asplanchna*, con una notevole riduzione di numero dal 1949 al 1952, *Keratella coclearis*, *Filinia longiseta* (in aumento), *Kellicotia longispina* e *Conochilus*. Presenti saltuariamente e in numero sempre ridotto *Keratella quadrata* e *Pedalia*. La *Polyathra* dopo il 1949 non era stata più ritrovata.

Nel periodo 1969-77 risultano presenti costantemente *Asplanchna*, *Kellicotia*, *Keratella quadrata*, *Keratella coclearis*; quasi sempre presente *Filinia* (soprattutto nel 1972) facilmente rinvenibile in acque profonde, e *Polyathra*; dal 1971 *Sinchaeta* e *Conochilus*. Appare molto evidente dall'esame della tabella una flessione dei Rotiferi nel 1971.

Volendo fare un confronto fra le popolazioni zooplanctoniche delle due stazioni si può affermare con una certa cautela che, per le acque comprese fra i 20 metri di profondità e la superficie, l'andamento segue le previsioni cioè che quando vi è immissione di acqua dal Garda l'area di Molina, vicino allo sbocco della galleria, è complessivamente più ricca (medie di Maggio, Giugno e Luglio). È interessante anche constatare che di solito non si tratta di maggior presenza di una sola specie, ma di quasi tutte le specie identificate. È mia opinione tuttavia che tale difformità sia di breve durata e che la popolazione zooplanctonica si distribuisca in maniera uniforme rapidamente in tutto il lago. Nel periodo autunnale viceversa — Ottobre, Novembre — l'area di Pieve è più popolata e questo è difficilmente interpretabile data la costanza del livello delle acque e l'identica temperatura nelle due stazioni.

Fitoplancton

Ho scarse informazioni inerenti al fitoplancton nel lago di Ledro sia prima che dopo la sua connessione idraulica col Garda. Ho potuto avere qualche notizia sempre presso l'Istituto di Idrobiologia di Pallanza, perché allorquando vennero fatti i prelievi per lo zooplancton in tre occasioni fu esaminato il fitoplancton catturato con la rete. Particolarmente interessanti le notizie che si possono avere dal prelievo del 5.7.1949 allorché non era ancora iniziato il pompaggio dell'acqua dal lago di Garda e quindi il popolamento fitoplanctonico risultava tipico del lago di Ledro. Erano presenti *Oscillatoria*, *Dynobryon*, *Ceratium*, *Chlorella*, *Synedra*, *Eudorina*, *Asterionella* e *Nitschia*. Le tabelle 4 e 5 riportano i dati inerenti ai prelievi effettuati dal 1969 al 1977 nella zona di Pieve. Sono presenti quasi sempre *Rodomonas*

minuta e *Rodomonas lacustris*, *Fragilaria*, *Asterionella* e *Synedra* con scarse differenze tra le acque superficiali e quelle a 5 metri di profondità: le Diatomee sono più abbondanti a questo livello. Anche *Ceratium* è facilmente rinvenibile sia pure in numero ridotto. Presenza saltuaria di *Oocystis*, *Sphaerocystis*, *Mougeotia* e *Cosmarium*.

Sulla presenza di Oscillatoria rubescens D.C.

Oscillatoria rubescens è considerata generalmente un'alga tipica di laghi eutrofizzati e la sua comparsa o il suo sviluppo violento, come pure quello di altre Cianofite, sono ritenuti indice di variazioni trofiche di un lago.

Identificata in Italia per la prima volta dal LARGAIOLLI (1902) nel lago di Caldonazzo, è stata successivamente ritrovata in molti altri bacini dell'Italia settentrionale e della Svizzera: in particolare nel lago di Lugano, nei laghi Maggiore e di Mergozzo (BALDI, TONOLLI-PIROCCHI 1953), nei laghi trentini (MARCHESONI 1948). Sono state formulate varie ipotesi sulle fluttuazioni stagionali di questa alga: risulta più abbondante nei periodi freddi (MARCHESONI, RAVERA 1968). Come già si è accennato pare che la sua presenza sia da mettere in relazione con l'eutrofizzazione del lago, sia di origine artificiale che naturale, della quale tuttavia essa finisce con l'essere causa (MINDER) sovraccaricando le acque di sostanze organiche e contribuendo quindi alla riduzione dell'ossigeno. Più difficili da interpretare sono le variazioni di livello giornaliero o plurigiornaliere che si sono verificate con una certa frequenza in vari laghi.

La situazione del lago di Ledro risulta dall'esame delle tabelle 4 e 5: *Oscillatoria rubescens* si è manifestata subito all'inizio della ricerca anche se in quantità molto modeste. Come già detto questa alga era presente ancora prima della connessione del lago di Ledro con il Garda, in accordo del resto con la sua presenza in altri laghi trentini. Secondo alcuni degli autori già citati *Oscillatoria rubescens* è presente spesso a profondità variabile dai 10 ai 20 metri in rapporto con la diversa trasparenza delle acque. Nel lago di Ledro i prelievi di fitoplancton sono stati fatti in superficie e a 5 metri di profondità; però l'eventuale presenza dell'*Oscillatoria* a profondità maggiori è stata sempre controllata con la rete usata per il prelievo dello zooplancton: solo in due occasioni (Agosto 1975 e Agosto 1977) è risultata quasi assente nei due prelievi superficiali essendo localizzata rispettivamente sui 10 e sui 20 metri di profondità; nei prelievi del Novembre 1975 e dell'Agosto 1977 è stata usata la bottiglia per il fitoplancton alle profondità dove risultava presente l'*Oscillatoria*. Osservando le tabelle 4 e 5 si nota uno sviluppo violento di questa Cianofitea dall'Ottobre del 1969 al Giugno del 1970; in seguito diminuisce per ricomparire abbondantemente nel 1972 e poi nel 1975 e nel 1977, anni questi ultimi però nei quali i prelievi sono stati molto ridotti.

Non è facile dare una interpretazione a queste fluttuazioni quantitative dell'*Oscillatoria rubescens*, essendo esse legate a vari fattori: volendo però

TABELLA 4 - DENSITA' (NUMERO DI CELLULE / 10 ml) DELLA POPOLAZIONE FITOPLANCTONICA
IN SUPERFICIE.

F I T O P L A N C T O N	26.1 1969	28.2	23.3	20.4	25.5	16.6	12.7	9.8	13.9	11.10	1.11
<i>Oscillatoria rubescens</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	104000	101180
<i>Rodomonas minuta</i>	548	1460	1116	605	5228	1580	933	2970	1418	2756	1719
" <i>lacustris</i>						50	176	203	135	52	52
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>			P	P	2628	3	330	67	10300	210	P
" <i>divergens</i>				P	P		P	P	7023	310	104
<i>Ceratium hirundinella</i>					P	22	110	67	P		P
<i>Gimnodinium</i> sp.											
<i>Peridinium bipes steini</i>											
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	92	132	360	907	1584	2175	2992	1135	2310	26	
<i>Cosmarium</i> sp.	16	8	108	64		P					
<i>Scenedesmus bigregatus</i>	200	180	1692	4010	7524	107	1012	135	270	182	52
<i>Closterium aciculare</i>										26	26
<i>Mougeotia</i> sp.				810							
<i>Tabellaria flocculosa</i>	P		P	P	P				67		
<i>Sphaerocyjstis schröteri</i>			P	P		50	P			52	P
<i>Oocystis lacustris</i>							1073		540	78	P
<i>Crucigenia rectangularis</i>							2442				
<i>Dactilopsis</i> sp.						50	132				
<i>Nephrocytium agardianum</i>											
<i>Cyclotella comensis</i>	16										
<i>Fragilaria crotonensis</i>	2064	3224	7236	1350	1656	205	1675		P	2002	1833
<i>Asterionella formosa</i>	2080	144	72	150	144	20			270	52	78
<i>Synedra acus</i>	P	P	P	P	P	P			P		P
<i>Achnantes minutissima</i>											
Trasparenza metri	4	6	6	4,5	2,5	8	6	6	5	5	4

9.12	2.1 1970	21.2	5.4	1.5	13.6	25.7	29.8	22.7 1971	6.10	19.3 1972	8.8	31.8 1974	8.8 1975	20.11	8.8 1977
222053	487440	148320	193130	265148	39160	P	P	P	4780	10680	P	P		103840	P
728 45	1512 144	598 52	3887 209	5104 1025	P 88 436480	1100 308 44	338 182 24	785 P 92	1630 1050 1080	107	528 1156	2112 396 P	3784 132 6028 P	1628 440	3496 285
	P		P 89			88 44	78	323	25		6	44	44	P	20
					176	1716	26	601	1200		748	660	660	352 P	893 57
	P P		P P	176		P P	P		4790		P P P	P P	1584 396	P	
		26	335		44	220	4524	185					528		
				88					10550				1232	1276	
312 45	144 72 P	52 52 26	2002 627 836	3828 396 748	44 31548	P P	9264 P P		362	2079 5847 240 187	2112 1496 P	3960	88 P	4224 1408 P	
4	5	5	4	2	2	4	4	5	8	7	6,5	8	4	5,5	3

TABELLA 5 - DENSITA' (NUMERO DI CELLULE / 10 ml) DELLA POPOLAZIONE FITOPLANCTONICA
 ALLA PROFONDITA' DI 5 m.

F I T O P L A N C T O N	26.1 1969	28.2	23.3	20.4	25.5	16.6	12.7	9.8	13.9	11.10	1.11
<i>Oscillatoria rubescens</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	59168	30111
<i>Rodomonas minuta</i>	1340	666	715	432	2812	418	1800	792	1643	1940	1066
" <i>lacustris</i>								144	110		27
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>			P	P	2740	P	150	96	4105	450	P
" <i>divergens</i>				P	P		140	48	7090	1122	27
<i>Ceratium hirundinella</i>					P	5	33	216	P		P
<i>Gimnodinium</i> sp.							16				
<i>Peridinium bipes steini</i>											
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	2415	40	180	1224	214	1043	3030	720	3161	104	
<i>Cosmarium</i> sp.	412	13	10	72							
<i>Scenedesmus bigregatus</i>	1730	400	85	4104	4440	30	250	432			
<i>Closterium aciculare</i>			2								
<i>Mougeotia</i> sp.											
<i>Tabellaria flocculosa</i>	P		P	P	P						
<i>Sphaerocystis schröteri</i>			P	P			P		331		110
<i>Oocystis lacustris</i>							440	144	165	52	P
<i>Crucigenia rectangularis</i>							5560		884		
<i>Dactilopsis</i> sp.						2	65				
<i>Nephrocytium agardianum</i>											
<i>Ciclotella comensis</i>	52	2									
<i>Fragilaria crotonensis</i>	3280	4603	5030	7524	2812	410	2560	P	663		1960
<i>Asterionella formosa</i>	4010	181	30	1080	444				P		82
<i>Synedra acus</i>	P	P	P	P	P	P			P		27
<i>Achnantes minutissima</i>								P			
Trasparenza metri	4	6	6	4,5	2,5	8	6	6	5	4,5	4

2.1 1970	21.2	5.4	13.6	25.7	6.10 1971	19.3 1972	8.8	31.8 1974	8.8 1975	20.11		8.8.1977	
										-5m	-10m	-5m	-20m
109300	244547	207316	530862	164120		8000				143000	95040	P	17480
1508 52	746 26	5094 125	103 165 130425	2200 560	720 450	347 107	1930 440 836 P	352 88 40	152 484 6588 P	2058 924	P P	P 475	931 P
P		41		44	45		14	6	44	P	P	57 P	19 P
P	.53	P 83 88	103 207	P P 4224 151	90 7290		1892 220 1540 704 264 48 352	836 176 484		352 P 440 6160		475	1473
678 P P	26 266 53	2663 334 543		P P	12635		1842 2112 4619	96 2552	1012 352 352	528 5270 1408	1496 4224 1408	P	418
5	5	4	2	4	8	7	6,5	8	4	5,5			3

considerare questa alga indice di fenomeni di eutrofizzazione viene spontaneo pensare che le variate caratteristiche fisico-chimiche del lago di Ledro dovute all'immissione delle acque del Garda, ne abbiano favorito lo sviluppo. Bisogna anche ricordare che la galleria di prelievo dal Garda inizia vicino a Riva dove si può ritenere che le caratteristiche delle acque lacustri non siano ottimali dato l'alto insediamento urbano.

Un'ultima considerazione dal confronto delle tabelle 2-3 e 4-5: lo sviluppo dell'*Oscillatoria* sembra coincidere con la forte riduzione di alcune specie zooplanctoniche ed esattamente lo *Eudiaptomus steueri* e la *Daphnia longispina*.

CONCLUSIONI

È assai arduo trarre delle conclusioni sulle caratteristiche idrobiologiche del lago di Ledro con la prospettiva di poterle controllare in futuro, perché le continue massicce immissioni di acqua del Garda unitamente alle enormi variazioni di livello annuali rendono questo bacino assolutamente anomalo. Di quello che erano i suoi componenti originali poco è rimasto: sono variate le caratteristiche fisico-chimiche delle acque ed è variato il suo popolamento. Molte specie provenienti dal lago più grande si sono insediate nel nuovo ambiente, talvolta anche meglio di quanto non avvenga nel lago dal quale provengono (come, per esempio, fra gli organismi non planctonici, la *Dreysena polymorpha*); altre invece fanno nel Ledro una fugace apparizione e poi scompaiono.

Si può ritenere che le variazioni future saranno probabilmente maggiormente legate a quelle delle acque del Garda che non a quelle delle acque proprie del Ledro.

Ed è ragionevole pensare che alcune di queste variazioni poco avvertite in un lago delle dimensioni del Benaco abbiano avuto e possano avere in futuro degli effetti assai maggiori in un bacino molto più piccolo quale è il lago di Ledro.

BIBLIOGRAFIA

- BALDI E., TONOLLI V., TONOLLI-PIROCCHI L., 1953 - *La differente evoluzione di due laghi già costituenti un unico bacino: il Lago Maggiore ed il Lago di Mergozzo*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 7,49-107.
- BROOKS J. L., 1969 - *Eutrophication and Changes in the Composition of the Zooplankton*. In *Eutrophication: causes, consequences, correctives*: 236-255. National Academy of Sciences Washington, D.C.
- LARGAIOLLI V., 1931 — *Ricerche biolinnologiche sui laghi trentini. VII. Lago di Ledro*. St. Trent. Sc. Nat., 12.
- MARCHESONI V., 1948 — *La biodinamica dei popolamenti ad *Oscillatoria rubescens* D.C. nei laghi di Caldonazzo e di Levico*. Boll. Pesca Piscicult. Idrobiol. 3, 2.
- MARTINELLI S., 1949 — *Il Lago di Ledro e il suo bacino imbrifero*. St. Trent. Sc. Nat., 12.
- MINDER L., 1938 — *Der Zürichsee als Eutrophierungs-phänomen*. Geol. Meere Binnengewässer 2: 284-299.
- RAVERA O., VOLLENWEIDER, R. A., 1968 — *Oscillatoria rubescens D.C. as an Indicator of Lago Maggiore Eutrophication*. Schweiz. Zeits. f. Hydrol. 30: 374-380.
- RUTTNER F., 1959 — *Einige Beobachtungen über das Phytoplankton Nord Italienischer Seen*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 11.73-111.
- TONOLLI V., 1956 — *Il Lago di Ledro nelle sue vicende di lago naturale, lago-serbatoio e lago rifornito*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 9:25-48.

Indirizzo dell'Autore:

GAETANO BARBATO, E.U.L.O., viale Europa 39 - 25100 BRESCIA