

G.N. BALDACCINI (*), P. BIANUCCI (*)

IL PADULE DEL LAGO DI MASSACIUCCOLI:
INDAGINE IDROBIOLOGICA
IN RELAZIONE ALL'ATTIVITÀ DI ESCAVAZIONE (**)

Riassunto — È stato intrapreso uno studio a carattere idrobiologico nell'area palustre a nord del Parco Naturale Regionale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli (Toscana). L'azione antropica persistente ha portato nel tempo a sostanziali modifiche nell'idromorfologia della zona dando luogo alla formazione di numerosi invasi che vanno sostituendo i substrati semisommersi, ricchi di vegetazione e tipici dell'ambiente palustre. La ricerca ha evidenziato, sul fondo di questi invasi, un gradiente salino che condiziona sensibilmente lo sviluppo della vita acquatica.

Summary — *The marshy area of Massaciuccoli lake: hydrobiologic research in relation to excavation activity.* An hydrobiologic study on the marshy area sited at north of Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli Natural Park (Tuscany) has performed. The persisting antropic action in the course of time has brought substantial alterations on the hydromorphological situation. The formation of numerous caves is substituting the semisubmerged substratums with aquatic vegetation, characteristic of marshy environment. On the bottom of these caves, the research a salty gradient has emphasized. Aquatic life is conditioned by this situation.

Key words — Marshy area, Massaciuccoli lake, hydrobiologic research.

INTRODUZIONE

L'area presa in esame è inserita in una più vasta zona umida che ad oggi costituisce l'unico residuo del grande complesso lagunare e che in epoca romana si estendeva dai monti d'Oltre Serchio fino ad oltrepassare la conoide del Fiume di Camaiore (PEDRESCHI, 1956).

(*) C.R.A.S.N. - Via Rosso di S. Secondo, 47 - 55043 Lido di Camaiore (LU).

(**) Ricerca commissionata dal Consorzio Parco Migliarino-S. Rossore-Massaciuccoli. Indagini sulle zone umide della Toscana, XXVII.

Questa area è andata trasformandosi, nel corso dei secoli, in palude e lago ed è attualmente parte integrante del Parco Naturale Migliarino-San Rossore-Massaciuccoli.

Colmata dall'apporto alluvionale dei corsi d'acqua apuani e modificata dall'azione artificiale delle bonifiche, l'area palustre si è nel tempo contratta fino agli attuali confini. Nel padule si sono succedute varie attività antropiche in parte connesse alle vocazioni rurali delle popolazioni limitrofe (raccolta del falasco, coltivazione del riso, ecc.), in parte a carattere più strettamente industriale (estrazione di torba ad uso combustibile e di sabbia silicea): l'unica tra queste che progressivamente è andata potenziandosi è stata quella relativa all'escavazione della sabbia.

Conosciuta ed estratta già alla fine del XVI secolo, la «rena del lago» iniziò ad essere utilizzata industrialmente soprattutto nel XVIII secolo e destinata agli opifici di Seravezza, per la segagione del marmo (PEDRESCHI, 1956). Il sistema di raccolta seguiva già gli schemi attuali, anche se naturalmente veniva messo in pratica con tecniche molto più rudimentali (PANDOLFI, 1975) il cui scarso rendimento ha permesso, per molti anni, di contenere l'attività in zone ristrette.

Negli ultimi decenni, invece, con il perfezionamento di più sofisticati sistemi di rilevamento dei banchi e la messa in opera di potenti mezzi meccanici adibiti allo «sbancacciamento» e all'aspirazione, il fenomeno ha assunto dimensioni notevoli per l'azione modificatrice che esso ha sull'assetto del territorio palustre (Fig. 1). Il perfetto intersecarsi dei canali tracciati un tempo con argini ben delimitati, è oggi confuso dal progressivo espandersi dei bacini artificiali, conseguenza diretta dell'escavazione.

Gli invasi o «cave» che vanno formandosi con il procedere dello sfruttamento del banco di sabbia, sostituiscono gradatamente i substrati sommersi e affioranti, ricchi di vegetazione acquatica e palustre (TOMEI & GARBARI, 1981). Uno degli aspetti più importanti di questi specchi d'acqua è dato dall'aumento atipico della profondità che si discosta notevolmente da quella media di tutto il comprensorio lacustre e palustre. Il prelievo di sabbia provoca generalmente la comparsa di depressioni a forma di cono capovolto con profondità oscillanti tra i 15 e i 20 metri, le cui pareti hanno una pendenza variabile da 20 a 29 gradi, detta di «natural declivio» (PANDOLFI, 1975). Il profilo della cave dipende tuttavia da vari fattori, connessi alla geomorfologia del giacimento, che influiscono sull'inclinazione delle pareti rispetto al piano orizzontale, facendola discostare dai valori dati.

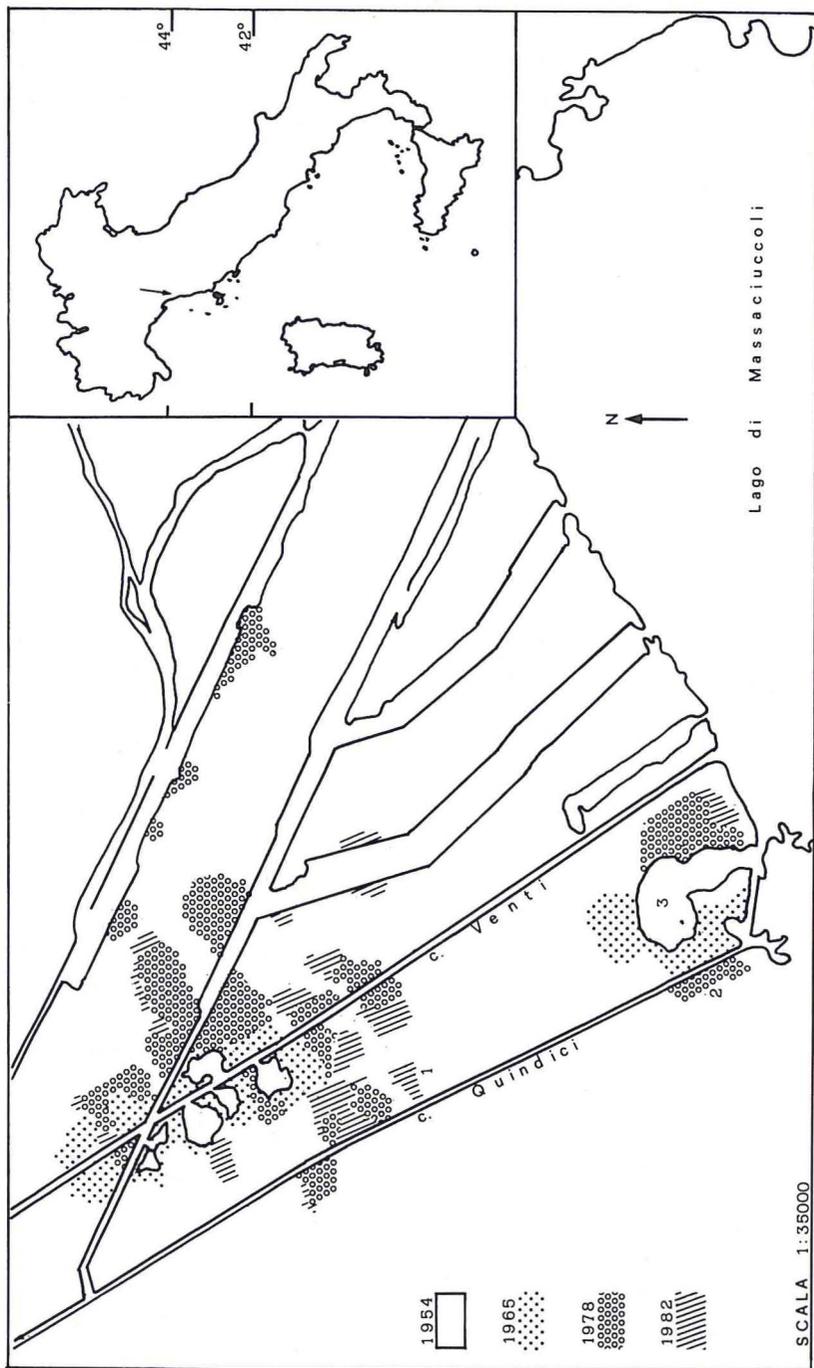
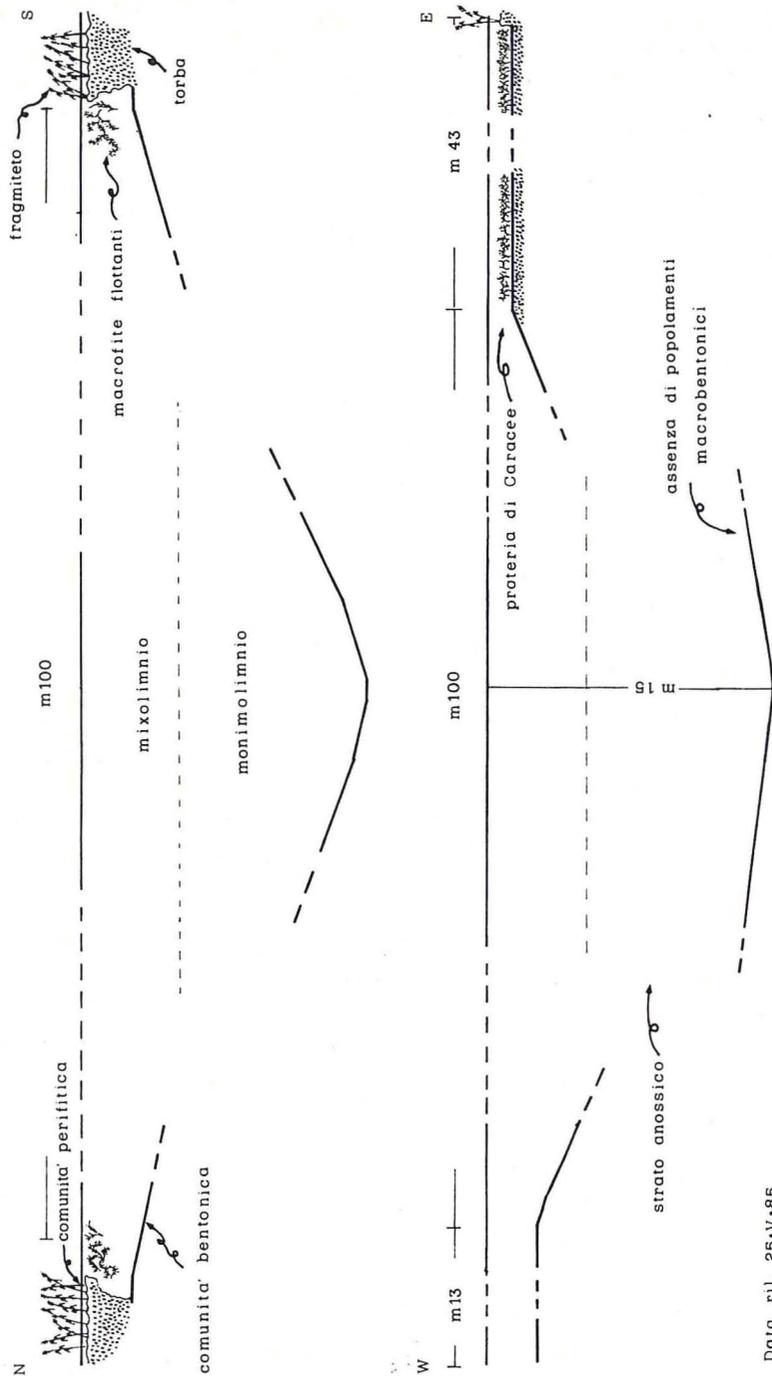


Fig. 1 - Evoluzione dell'idromorfologia del padule di Massaciuccoli negli anni 1954, 1965, 1978, 1982, desunta dall'esame aereofotogrammetrico. I numeri si riferiscono alle tre stazioni di campionamento.



Data ril. 25.V.85

Fig. 2 - Stazione n. 1: sezione verticale schematica lungo gli assi nord-sud ed est-ovest.

Le nostre indagini hanno riguardato l'ecologia di questi nuovi sistemi idrici, evidenziandone le caratteristiche biotiche attraverso un'analisi comparata con l'ambiente circostante non soggetto a siffatte modificazioni o rimasto, in differente misura, relativamente inalterato.

MATERIALI E METODI

Attraverso l'esame delle aereofotogrammetrie degli ultimi decenni si è pervenuti, oltre che alla conoscenza della topografia dell'area e della dislocazione degli invasi, anche all'acquisizione di informazioni relative all'età degli stessi. Questo insieme di dati ci ha condotto, dopo un adeguato «pre-survey», alla individuazione di 3 siti di campionamento o stazioni (Fig. 1) per il rilevamento dei parametri chimico-fisici e per la raccolta del materiale biologico.

Allo scopo di ottenere una sequenza di dati riferibili a situazioni ambientali ormai assestate, sono stati prescelti punti di prelievo localizzati in «cave» dove l'attività di estrazione era cessata da almeno quattro anni.

Stazione n. 1 - È dislocata in prossimità del canale delle Quindici a circa 2800 m dalla sua confluenza con il canale Burlamacca, in una «cava» la cui profondità massima si aggira intorno ai 14 m (Fig. 2). Questa stazione è stata presa come punto di riferimento per il controllo stagionale dei vari parametri.

Stazione n. 2 - Situata presso l'imboccatura sud del canale delle Quindici. Profondità massima rilevata 18 m.

Stazione n. 3 - Posta a circa m 500 a nord dello stabilimento S.I.S.A. Profondità massima rilevata 20 m.

Sulle tre stazioni prescelte sono stati effettuati, in totale, 89 campionamenti nel periodo compreso tra il maggio 1985 e l'aprile 1986.

In ciascuna stazione veniva periodicamente determinata la trasparenza dell'acqua con il metodo del disco di Secchi ed erano rilevati i parametri chimico-fisici più direttamente correlati al comparto biologico (temperatura, pH, Ossigeno disciolto, Potenziale redox, cloruri, conducibilità) su campioni prelevati alle diverse profondità, ad intervalli di 2 metri circa, per mezzo di bottiglia tipo Thalassia da ml 2200. I risultati sono riportati nella tabella I, e visualizzati nei grafici delle figure 3-13.

TABELLA I - Quadro riassuntivo dei parametri chimico-fisici

SALINITÀ (‰)

Staz. n. mese	1 VI	1 VII	1 IX	1 X	1 X	2 X	1 I	2 I	1 III	2 III	3 IV
metri											
— 0,2	—	1,47	1,83	1,83	1,83	—	2,01	1,74	1,47	1,29	1,47
— 2	1,38	1,47	1,83	1,83	1,83	1,47	2,01	1,74	1,29	1,29	1,47
— 4	1,29	1,47	1,83	1,65	1,56	1,56	2,01	1,74	1,47	1,47	1,47
— 6	1,83	3,82	6,70	5,98	1,56	1,56	2,19	1,83	1,65	1,47	1,65
— 8	8,24	8,78	8,51	8,15	1,83	1,83	6,88	1,83	7,43	1,47	—
— 10	12,80	12,21	14,28	13,50	2,37	2,37	11,94	2,01	13,02	1,65	1,65
— 12	—	13,92	14,10	—	9,05	9,05	—	—	14,83	7,97	1,65
— 14	—	16,00	—	—	—	—	—	—	—	10,86	—
— 16	—	—	—	—	13,92	13,92	—	—	—	—	11,22
— 18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,56	15,73

CLORURI (ppm)

— 0,2	—	800	1000	1000	1000	—	1100	950	800	700	800
— 2	700	800	1000	1000	1000	800	1100	950	700	700	800
— 4	750	800	1000	900	900	850	1100	950	800	800	800
— 6	1000	2100	3700	3300	3300	850	1200	1000	900	800	900
— 8	4550	4850	4700	4500	4500	1000	3800	1000	4100	800	—
— 10	7100	6750	7900	7500	7500	1300	6600	1100	7200	900	900
— 12	—	7700	7800	—	—	5000	—	—	8200	4400	900
— 14	—	8850	—	—	—	7700	—	—	—	6000	—
— 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6200
— 18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7500	8700

Segue: TABELLA I

CONDUCIBILITÀ (mV)		REDOX Eh								
Staz. n.	1	1	1	1	1	2	2	2	3	
mese	VI	VII	IX	X	X	X	I	I	III	
	1	1	1	1	1	1	1	1	III	
metri	1	1	1	1	1	1	1	1	III	
— 0,2	— 56,1	— 60,8	— 58,0	— 32,0	— 33,5	— 45,8	— 17,1	— 12	— 43	— 26
— 2	— 55,6	— 53,4	— 57,7	— 25,6	— 34,7	— 19,0	— 17,3	— 48	— 39	— 30
— 4	— 27,4	— 12,0	— 21,1	— 24,5	— 30,7	— 16,0	— 16,2	— 34	— 39	— 32
— 6	— 1,6	+ 22,0	+ 19,6	+ 17,4	— 11,6	— 8,3	— 17,1	— 90	— 40	— 14
— 8	+ 21,9	+ 26,2	+ 21,7	+ 23,3	+ 11,8	+ 21,3	— 14,8 ₅	— 313	— 46	— 21
— 10	+ 22,4	+ 27,3	+ 21,7	+ 13,5	+ 12,5	+ 21,9	— 9,4	— 344	— 76	— 63
— 12	—	+ 30,1	+ 24,4	—	+ 28,2	—	—	— 384	— 213	— 273
— 14	—	+ 17,9	—	—	—	—	—	—	— 304	— 295
— 16	—	—	—	—	+ 33,1	—	—	—	—	—
— 18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TEMPERATURA (gradi centigradi)										
— 0,2	24,4	31,3	25,2	19,1	18,1	7,8	7,5	8,7	8,0	14,4
— 2	23,7	27,6	22,7	18,3	18,4	8,5	8,0	8,2	7,6	14,4
— 4	19,2	16,3	18,7	17,7	17,7	8,5	7,8	6,6	7,1	14,0
— 6	13,3	11,6	11,4	14,4	16,4	9,0	8,0	6,1	6,4	10,4
— 8	11,3	11,5	12,2	11,7	10,9	11,1	7,9	9,9	5,9	—
— 10	13,3	13,0	14,2	13,5	10,8	13,0	8,1	12,3	5,9	7,5
— 12	—	13,7	13,5	—	10,8	—	—	13,4	6,6	6,6
— 14	—	14,5	—	—	—	—	—	—	10,4	—
— 16	—	—	—	—	12,5	—	—	—	—	7,3
— 18	—	—	—	—	—	—	—	—	12,4	10,7

Segue: TABELLA I

% di SATURAZIONE

Staz. n. mese	1 VI	1 VII	1 IX	1 X	2 X	1 I	2 I	1 III	2 III	3 IV
metri										
- 0,2	—	93	> 100	64	—	—	—	87	83	90
- 2	—	48	83	46	55	—	—	82	80	84
- 4	—	< 10	25	46	44	—	—	61	77	84
- 6	—	< 10	< 10	17	< 10	—	—	42	67	56
- 8	—	< 10	12	13	< 10	—	—	< 10	59	—
- 10	—	< 10	11	< 10	< 10	—	—	< 10	< 10	29
- 12	—	< 10	10	—	< 10	—	—	< 10	< 10	27
- 14	—	< 10	—	—	—	—	—	—	—	—
- 16	—	—	—	—	< 10	—	—	—	< 10	< 10
- 18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	< 10
pH										
- 0,2	7,95	8,36	8,22	7,57	7,57	8,20	7,66	7,80	—	—
- 2	7,95	8,24	8,17	7,46	7,57	7,68	7,65	7,72	7,91	—
- 4	7,45	7,52	7,59	7,41	7,52	7,65	7,65	7,52	7,84	—
- 6	7,02	6,90	6,88	6,69	7,21	7,53	7,64	7,48	7,69	—
- 8	6,61	6,82	6,84	6,63	6,79	6,98	7,61	6,87	7,65	—
- 10	6,62	6,80	6,85	6,79	6,77	6,96	7,53	6,90	7,61	—
- 12	—	6,75	6,81	—	6,50	—	—	6,89	6,79	—
- 14	—	6,97	—	—	—	—	—	—	6,77	—
- 16	—	—	—	—	6,42	—	—	—	—	—
- 18	—	—	—	—	—	—	—	—	6,63	—

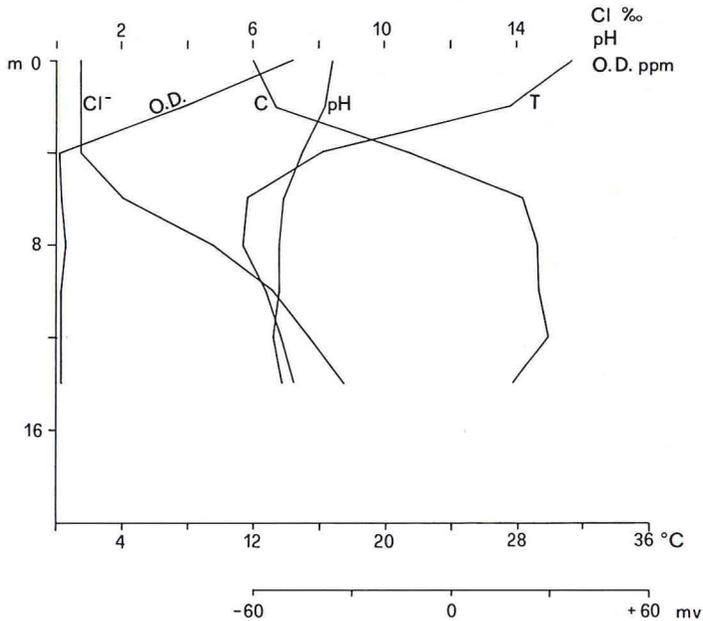


Fig. 3 - Grafico relativo all'andamento delle curve dei parametri rilevati nella stazione n. 1 in data 27.VII.1985. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri. Temperatura aria 30,6°C. Trasparenza cm 100.

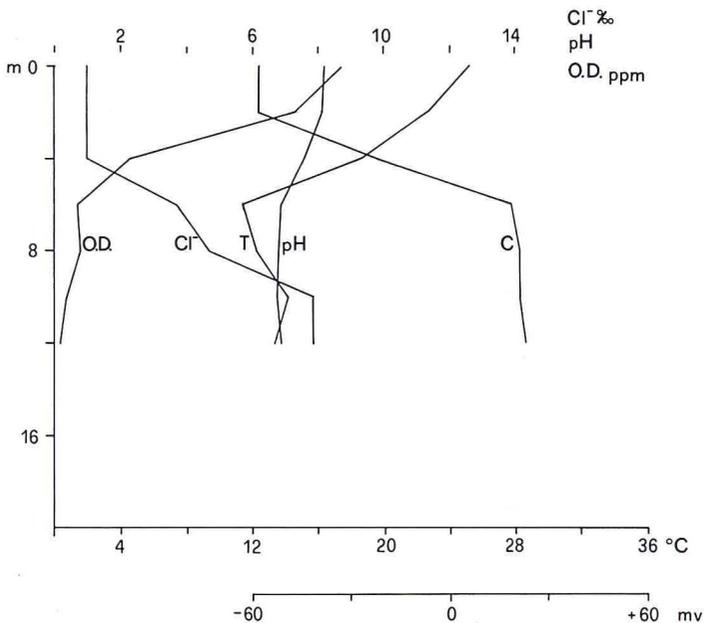


Fig. 4 - Grafico relativo all'andamento delle curve dei parametri rilevati nella stazione n. 1 in data 17.IX.1985. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri. Temperatura aria 26,3°C. Trasparenza cm 115.

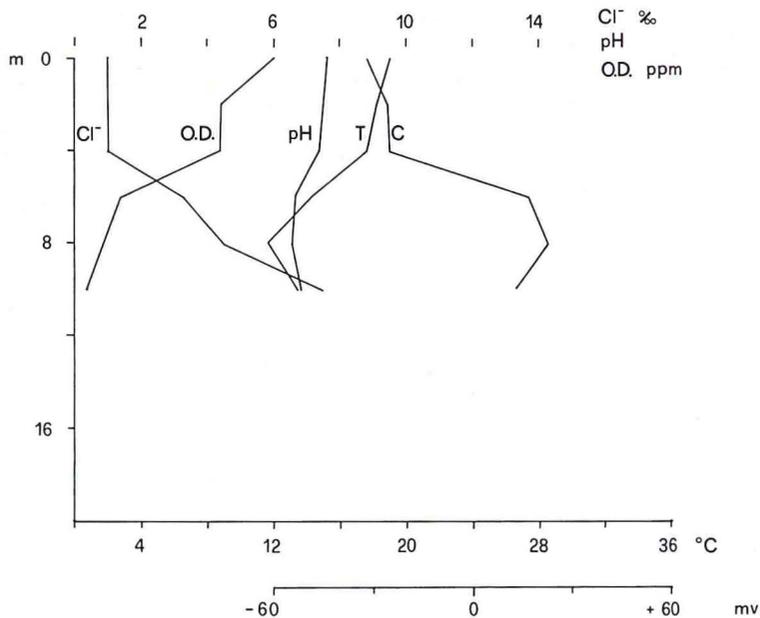


Fig. 5 - Grafico relativo all'andamento delle curve dei parametri rilevati nella stazione n. 1 in data 17.X.1985. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri. Temperatura aria 19,4°C. Trasparenza cm 112.

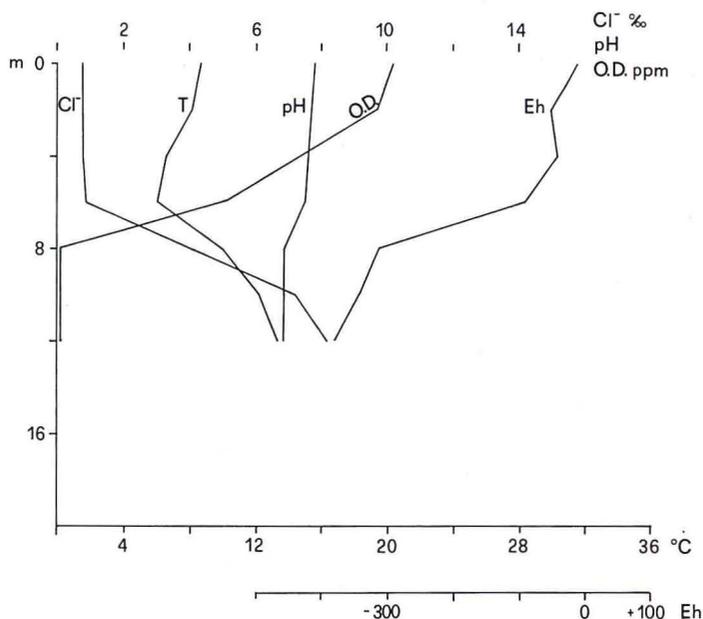


Fig. 6 - Grafico relativo all'andamento delle curve dei parametri rilevati nella stazione n. 1 in data 6.III.1986. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri. Temperatura aria 17°C. Trasparenza cm 104.

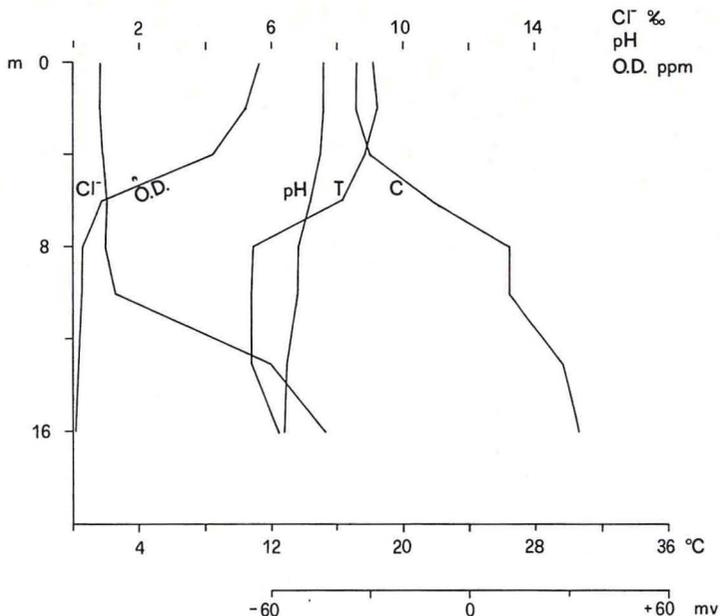


Fig. 7 - Grafico relativo all'andamento delle curve dei parametri rilevati nella stazione n. 2 in data 17.X.1985. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri.

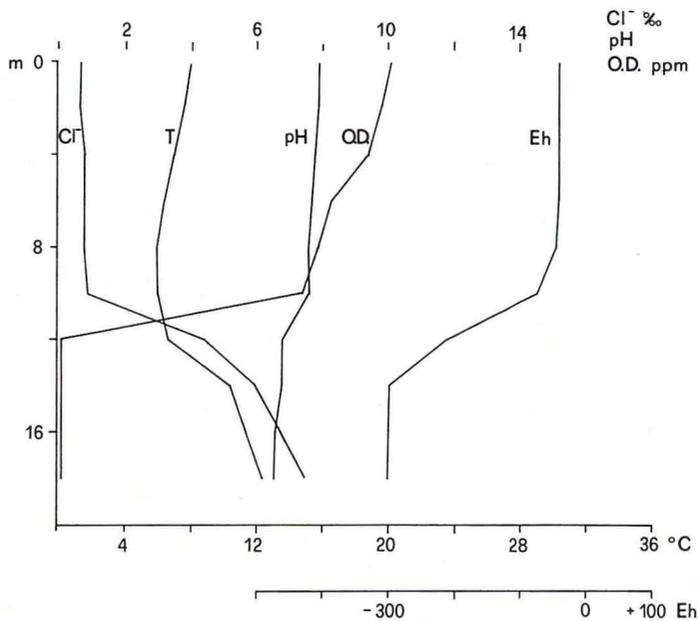


Fig. 8 - Grafico relativo all'andamento delle curve dei parametri rilevati nella stazione n. 2 in data 6.III.1986. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri.

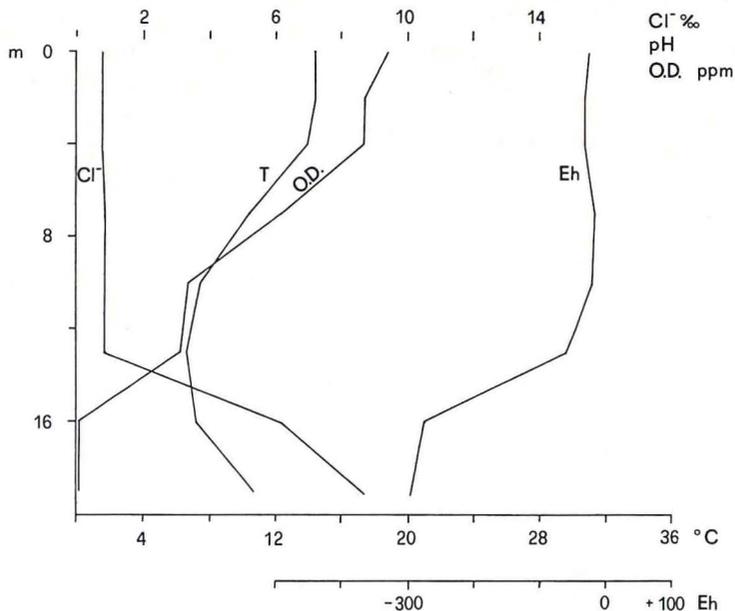


Fig. 9 - Grafico relativo all'andamento delle curve dei parametri rilevati nella stazione n. 3 in data 7.IV.1986. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri. Temperatura aria 18,1°C. Trasparenza cm 77.

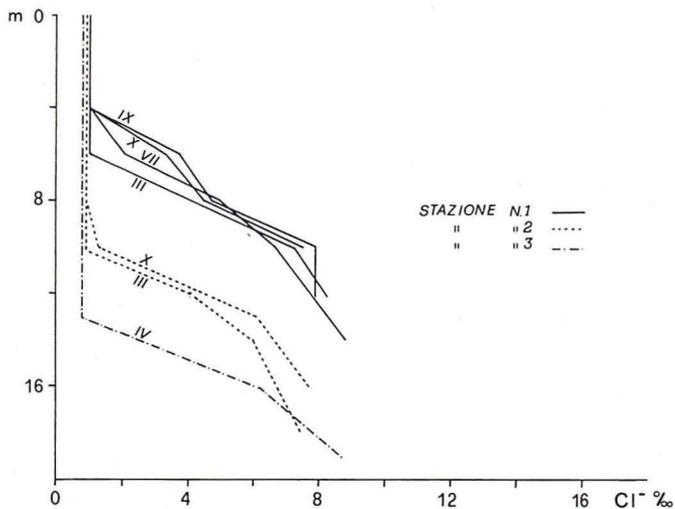


Fig. 10 - Confronto fra l'andamento delle curve dei cloruri (Cl⁻) rilevati nelle tre stazioni durante il corso dell'indagine. I numeri romani riferiti ad ogni tracciato indicano il mese in cui è stato effettuato il campionamento. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri.

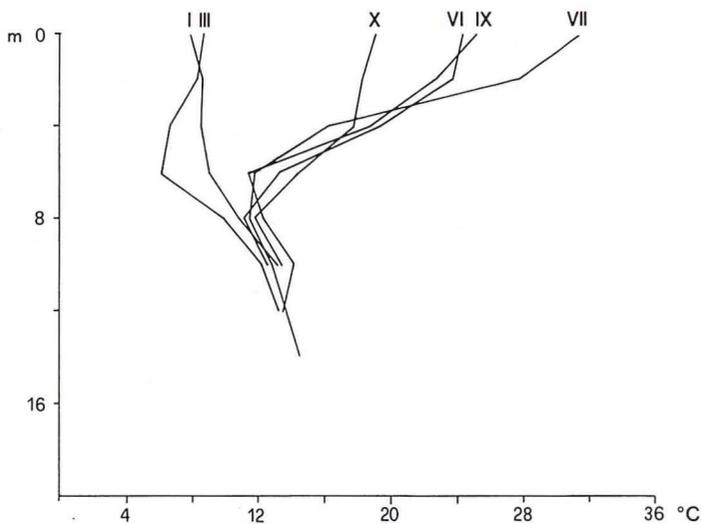


Fig. 11 - Andamento delle curve della temperatura rilevate durante il periodo della ricerca nella stazione n. 1. I numeri romani in alto si riferiscono al mese in cui è stato effettuato il campionamento. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri.

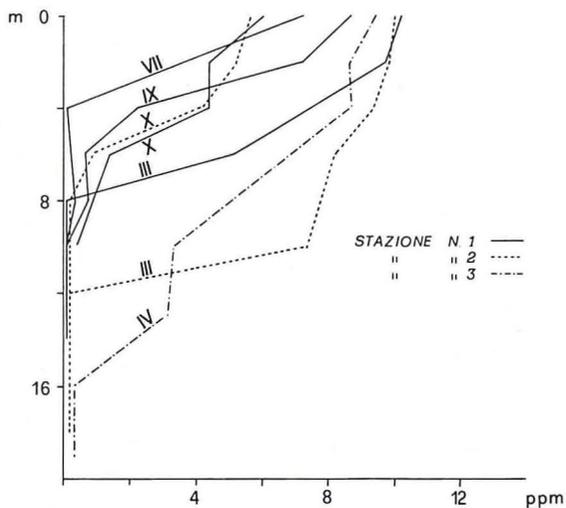


Fig. 12 - Confronto fra l'andamento delle curve dell'ossigeno disciolto (O.D.) nelle tre stazioni durante il periodo della ricerca. I numeri romani riferiti ad ogni tracciato indicano il mese in cui è stato effettuato il campionamento. Sulle ordinate è riportata la profondità in metri.

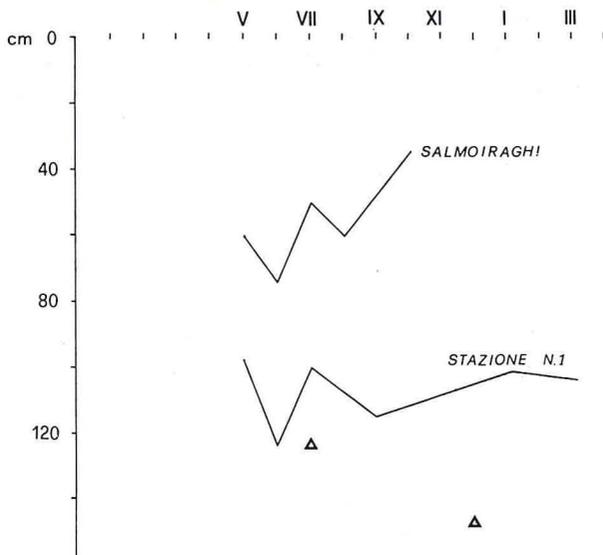


Fig. 13 - Confronto tra i valori della trasparenza rilevati da PEDRESCHI (1956) (triangolini) e SALMOIRAGHI & CARUSI (1981) per il centro lago e quelli relativi alla stazione n. 1.

I campionamenti biologici si sono rivolti all'analisi qualitativa delle popolazioni di invertebrati acquatici (di dimensioni generalmente superiori ai due millimetri), con lo scopo di tipizzare i vari ambienti in relazione alle caratteristiche del substrato e alla struttura della comunità che vi si insedia.

Data la morfologia delle cave (Fig. 2), è possibile distinguere una zona litorale caratterizzata dalla corona vegetale ad elofite palustri, colonizzanti il letto di torba ancora intatto, a cui succede, con un dislivello di circa 3 m, una zona sublitorale identificabile con un fondale sabbioso, ricco di detrito vegetale, al di sopra del quale si ritrovano idrofite sommerse a foglie flottanti (*Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna trisulca*). Procedendo verso il centro della cava, si incontra una zona profonda, priva di vegetazione, con fondo limo-sabbioso.

La raccolta di organismi è stata effettuata periodicamente sulla vegetazione, per una valutazione delle comunità perifittiche (fitobentoniche), e sul fondo dell'invaso, a varie batimetrie, per valutare le comunità macrobentoniche.

Una serie di campionamenti è stata compiuta anche nei «chia-

ri», particolari ambienti caratterizzati da bassa profondità, abbondanza di vegetazione sommersa e, in alcuni casi, soggetti a periodi di secca, dovuti all'oscillazione stagionale del livello delle acque. L'astaticità influenza la composizione delle comunità animali che occupano tali aree, in quanto la diminuzione progressiva del livello dell'acqua comporta una conseguente limitazione degli spazi vitali e mutamenti drastici del chimismo delle acque residue. Con il ripristino dei livelli, si verifica una nuova e progressiva ricolonizzazione dell'area da parte di organismi provenienti da acque limitrofe. I «chiarì» rientrano spesso nelle aree soggette ad escavazione.

I campionamenti sono stati effettuati con strumenti adeguati al tipo di substrato. Si è generalmente usato il retino immanicato (maglia di 600 μ) con telaio a pettine per la raccolta di organismi associati alla vegetazione. Per i campionamenti sul fondo è stata utilizzata la benna Birge-Eckman di cm 15 di lato. I risultati sono riportati nelle tabelle II-IV.

Di una stazione in particolare (n. 1) sono state scandagliate le profondità lungo gli assi nord-sud ed est-ovest, in modo tale da rilevare il profilo batimetrico dell'invaso ed effettuare sezioni verticali schematiche (Fig. 2). Su queste si sono riportate le zonazioni delle varie comunità animali e della vegetazione mostrando così mutamenti associabili alle avvenute variazioni ambientali.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Salinità

La salinità è stata valutata in maniera indiretta attraverso la determinazione degli ioni cloruro (Cl^-) presenti nell'acqua sulla base della relazione che associa i due parametri e che è espressa dalla formula:

$$\text{Salinità } \text{‰} = 1,805 \times \text{Cl}^- \text{‰} + 0,03$$

È da tenere presente che il valore della salinità valutato con questo metodo è in effetti attendibile solo per le acque nelle quali i sali disciolti si trovano nelle proporzioni di quelli contenuti nell'acqua di mare. La relazione non è applicabile, secondo BRUNELLI & CANNICCI (1942), per le acque superficiali del bacino lacustre dove gli Autori avevano rilevato un residuo fisso totale maggiore rispetto

TABELLA II - *Inventario faunistico della zoocenosi associata alla vegetazione e di neuston, nella zona litorale*

TAXA		IX.85	VI.86
CROSTACEI			
Decapodi	<i>Palaemonetes antennarius</i>	**	***
	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	*	**
Anfipodi	<i>Gammarus sp.</i>	**	**
Isopodi	<i>Sphaeroma hookeri</i>	*	**
INSETTI			
Efemerotteri	<i>Caenis sp.</i>	*	—
	<i>Cloeon sp.</i>	*	*
Ditteri	Chironomini	***	***
	Limonidi	—	*
Eterotteri	<i>Gerris sp.</i>	*	—
	<i>Notonecta glauca</i>	—	*
	<i>Plea minutissima</i>	—	*
Odonati	<i>Naucoris (Il.) cimicoides</i>	—	**
	Cenagrionidi	**	***
	<i>Aeschna mista</i>	—	*
Tricotteri	<i>Leptocerus tineiformis</i>	***	**
	<i>Agrylea sexmaculata</i>	◇	**
	<i>Ecnomus tenellus</i>	—	**
Coleotteri	Idrofilidi	—	*
	Driopidi	—	*
GASTEROPODI			
Basommat.	<i>Acroloxus lacustris</i>	**	**
	<i>Physa acuta</i>	*	*
	<i>Lymnaea peregra</i>	**	**
	<i>Planorbarius corneus</i>	◇	—
	<i>Lymnaea stagnalis</i>	—	*
Mesogastr.	<i>Planorbis planorbis</i>	—	*
	<i>Bithynia leachi</i>	—	*
Archeogastr.	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	***	***
ARACNIDI			
Aranei	<i>Argyroneta aquatica</i>	*	—

Legenda

*** : Numerosi

** : Frequenti

* : Rari

◇ : Solo nicchio o astuccio

— : Assenti

TABELLA III - *Inventario faunistico della zoocenosi associata alla prateria di caracee e al benthos, nel «chiaro»*

TAXA		VII.85	IV.86
CROSTACEI			
Decapodi	<i>Palaemonetes antennarius</i>	*	—
Anfipodi	<i>Gammarus sp.</i>	**	*
Isopodi	<i>Sphaeroma hookeri</i>	*	—
	<i>Asellus aquaticus</i>	—	*
INSETTI			
Efemerotteri	<i>Cloeon sp.</i>	*	—
Ditteri	<i>Chironomus thummi-Plumosus</i>	***	***
	Ortocladini	—	***
	Ceratopogonidi	—	*
Eterotteri	<i>Corixa affinis</i>	*	—
	<i>Plea minutissima</i>	—	*
	<i>Naucoris (Il.) cimicoides</i>	*	*
Odonati	Cenagrionidi	*	*
	<i>Sympetrum sp.</i>	*	**
Tricotteri	<i>Leptocerus tineiformis</i>	**	—
	<i>Ecnomus tenellus</i>	*	—
Coleotteri	Idrofilidi (larva)	*	—
	Alip lidi	—	*
	Ditiscidi (larva)	—	*
GASTEROPODI			
Basommat.	<i>Physa acuta</i>	***	*
	<i>Lymnaea peregra</i>	*	—
	<i>Planorbarius corneus</i>	—	*
	<i>Lymnaea stagnalis</i>	—	*
	<i>Planorbis planorbis</i>	**	*
Mesogastr.	<i>Bithynia leachi</i>	***	—
Archeogastr.	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	**	—
TURBELLARI			
Tricladi	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	*	—
	<i>Dugesia sp.</i>	*	—
ARACNIDI			
Aranei	<i>Argyroneta aquatica</i>	*	*

Legenda *** : Numerosi
 ** : Frequenti
 * : Rari
 ◇ : Solo nicchio o astuccio
 — : Assenti

TABELLA IV - *Inventario faunistico della zoocenosi bentonica nella zona sublitorale*

TAXA		VI.85	IV.86
CROSTACEI			
Anfipodi	<i>Gammarus sp.</i>	*	**
Isopodi	<i>Sphaeroma hookeri</i>	*	—
	<i>Asellus aquaticus</i>	—	*
Misidiacei	<i>Mysis sp.</i>	—	**
INSETTI			
Efemeroteri	<i>Caenis sp.</i>	—	*
Ditteri	<i>Chironomus thummi-plumosus</i>	**	***
	<i>Chaoborus plumicornis</i>	**	—
Coleotteri	Driopidi (larva)	*	—
GASTEROPODI			
Basommat.	<i>Acroloxus lacustris</i>	*	—
	<i>Gyraulus laevis</i>	*	—
Mesogastr.	<i>Bithynia leachi</i>	—	*
TURBELLARI			
Irudinei	<i>Erpobdella sp.</i>	—	*
OLIGOCHETI			
	Tubificidi	*	**
	Lumbriculidi	—	*
	Naididi	—	***
<i>Legenda</i>	*** : Numerosi		
	** : Frequenti		
	* : Rari		
	◇ : Solo nicchio o astuccio		
	— : Assenti		

al tenore degli ioni cloruro, fatto questo dovuto alla presenza di altri sali come carbonati, solfati, ecc.

Era tuttavia loro convinzione che l'oscillazione del valore degli ioni fosse da attribuire alla eventuale intrusione di acqua marina attraverso il Canale Burlamacca, ipotesi del resto dimostrata dall'indagine svolta dalla GEOTECNECO (1975) sul bacino del Massaciuccoli.

Dove la presenza degli ioni cloruro risulta di gran lunga superiore a quella propria degli ambienti di acqua dolce, è presumibile una netta corrispondenza tra percentuale di cloro e salinità marina, rendendo così valida la formula.

Dai nostri dati risulta evidente l'esistenza di una stratificazione delle acque per quanto riguarda la salinità (Fig. 10). Lo strato superficiale, di spessore variabile nelle varie stazioni, presenta un tenore di cloruri intorno a 1000 ppm che fa classificare come oligoaline le sue acque. Le piccole variazioni che si riscontrano stagionalmente rispetto ai dati di altri AA. (BRUNELLI & CANNICCI, 1942; PEDRESCHI, 1956; GEOTECNECO, 1975; AA.VV., 1973) sono dovute all'influenza delle condizioni meteorologiche (piogge ed evaporazione).

Dopo questo strato, a partire da una batimetria oscillante tra 4 e 12 metri secondo le stazioni considerate, segue un gradiente che dai valori superficiali di 800-1000 ppm (salinità corrispondente = 1,4-1,8 ‰) raggiunge alle massime profondità, punte di 7500-9000 ppm (sal. corr. = 13,5-16,2 ‰). Quindi più elevata è la batimetria degli invasi e più profondo è lo strato di acqua salata, che generalmente presenta anche uno spessore e un gradiente quasi costanti.

Questa situazione ci permette di assimilare gli invasi originatisi dalla attività di estrazione a piccoli laghi di tipo meromittico (TONOLLI, 1969), in cui il rimescolamento delle acque interessa lo strato superiore, definito mixolimnio, ed è praticamente assente in quello sottostante, a maggior tenore di soluti, che prende il nome di monimolimnio.

Lo strato intermedio alle due masse d'acqua, in cui si riscontra una brusca variazione nella concentrazione di sali disciolti, in analogia con il termoclinio, è definito chemoclinio. Nel nostro caso il chemoclinio è molto ampio e tende a confondersi con il monimolimnio.

Il fenomeno rende le masse d'acqua relativamente improduttive proprio per l'isolamento del monimolimnio in cui si ha un abbassamento, fino all'anossia, dell'ossigeno disciolto e la comparsa di processi anaerobici con produzione di sostanze riducenti come H_2S , NH_4^+ , Fe^{++} , ecc. I campioni dello strato più profondo presentano infatti caratteristiche di ambienti anaerobici con forte odore di idrogeno solforato, colorazione ambrata delle acque e nerastra dei sedimenti.

Tra le varie cause che determinano il fenomeno della meromissi, quella relativa all'ingressione di acqua di mare da parte dell'emissario Canale Burlamacca (meromissi ectogenica) è la più ipotizzata (GEOTECNECO, 1975; AQUATER, 1980; FERRARI et al., 1984). Secondo questa ipotesi le cave avrebbero una funzione di trappola per l'acqua di mare la quale, essendo più densa, si deposita sul fondo stratificandosi.

Sono da verificare gli altri tipi di meromissi: la crenogenica in cui la causa è da ricercarsi nella presenza di sorgenti o falde sotterranee, e la biogenica dovuta ad un aumento di sali liberati nell'acqua da processi di decomposizione e mineralizzazione. In particolare la prima potrebbe essere connessa alla vicinanza della falda marina e alla possibile intrusione di questa nell'acqua delle cave.

Temperatura

L'andamento delle curve relative alla temperatura è strettamente influenzato dallo stato meromittico delle acque delle stazioni.

Lo strato superficiale presenta sensibili oscillazioni stagionali (Fig. 7, 8, 9, 11), che nella nostra campagna di prelievi hanno raggiunto punte minime di $7,8^{\circ}\text{C}$ nel mese di gennaio, per toccare i massimi valori a fine luglio con $31,3^{\circ}\text{C}$. L'andamento della curva nel mixolimnio dipende dal ciclo stagionale ed è paragonabile a quello che si riscontra per i laghi olomittici temperati e poco profondi, in cui si distinguono uno strato epilimnico, un termoclinio e uno strato ipolimnico.

Nello strato monimolimnico si incontra un gradiente con andamento che tende, in vicinanza del fondo, verso punte massime di temperatura. In particolare per la stazione n. 1 (Fig. 11), dove è stato effettuato il maggior numero di campioni, si rileva che l'andamento risulta costante durante l'anno e raggiunge valori che si aggirano intorno ai $13,5^{\circ}\text{C}$.

Risulta chiaro che la curva della temperatura a livello del chemoclinio è condizionata dal serbatoio termico costituito dal monimolimnio e dalle variazioni stagionali dello strato oligolimnico.

Ossigeno disciolto

La concentrazione dell'ossigeno disciolto (O.D.) è strettamente dipendente dall'intensità dei processi fotosintetici, che possono portarla anche a valori di soprassaturazione, e dalla temperatura dell'acqua.

Durante la primavera si hanno i massimi valori superficiali e ciò è spiegabile appunto con l'incremento dell'attività fotosintetica e con valori di temperatura relativamente bassi. I valori minimi au-

tunnali sono connessi alla maggiore richiesta di O.D. per i processi di decomposizione a carico della vegetazione acquatica accumulata.

L'andamento verticale dell'ossigeno risente in maniera evidente della stratificazione dovuta allo stato meromittico e varia, con una curva definibile nel suo complesso come clinograda, in funzione della batimetria e dell'estensione dell'invaso.

Scomponendo il tracciato della curva si nota che questo, nella sua porzione superiore, è strettamente correlato alla dinamica dei processi di rimescolamento stagionale e varia col variare dello spessore del mixolimnio. Valga come esempio il confronto (Fig. 12), riferito allo stesso giorno, fra la situazione verificata nella stazione n. 1 (spessore mixolimnio m 4,5 ca.), dove l'O.D. da valori massimi di 10,2 ppm in superficie scende a 0 ppm alla quota di -8 m, e quella della stazione n. 2 (spessore mixolimnio m 10 ca.) dove dai medesimi valori superficiali si raggiunge lo 0 ppm a quota -12 m. È evidente come il gradiente della curva sia più marcato nella stazione a minor batimetria. Ciò è dovuto allo spessore relativamente costante (6-8 m) dello strato a salinità maggiore.

La porzione inferiore, riguardante lo strato d'acqua salata, tende sempre bruscamente a 0 ppm di O.D.

Nel complesso si rileva una netta influenza del monimolimnio, anossico e ad elevato gradiente salino, sulla distribuzione verticale dell'O.D. nello strato sovrastante, non consentendo mai alle curve un andamento ortogrado proprio dei periodi primaverile e autunnale. Evidentemente l'ambiente fortemente ridotto degli strati più profondi determina una elevata richiesta di ossigeno dagli strati superiori.

Potenziale redox

Condizioni riducenti, espresse da un valore redox negativo, denotano un ambiente povero di ossigeno dove predominano composti come idrogeno solforato assieme ad altri costituenti organici ed inorganici. In presenza di un elevato tenore di ossigeno e di scarsità di sostanza organica in decomposizione, l'indice del potenziale redox sarà rivolto verso valori positivi. Non esiste comunque una proporzionalità diretta e costante fra valori positivi dell'Eh (parametro che esprime il potenziale redox) e quantità di ossigeno e viceversa, tra valori negativi e idrogeno solforato (GENOVESE & RIGANO, 1963).

Nel caso specifico (Fig. 6, 8, 9) l'andamento verticale che esprime il potenziale ossido-riduttivo è spostato verso valori nettamente negativi sul fondo dello strato monimolimnico, e tende, avvicinandosi alla superficie, verso valori positivi senza tuttavia superare lo 0. È evidente lo sbalzo che la curva subisce al livello del chemolimnio, cioè in quello strato in cui si verifica il brusco passaggio da acque con gradiente salino ad acque stabilmente oligoaline.

Il fenomeno per cui nello strato superficiale non si rilevano valori nettamente positivi, come verificato da altri autori in ambienti con caratteristiche di stratificazione simili (GENOVESE & RIGANO, 1963; CAVALIERE, 1967), può essere imputato al fatto che, nel nostro caso, il mixolimnio risente dell'influenza dello strato sottostante altamente ridotto e non presenta caratteristiche fisico-chimiche tali da portare l'ambiente ad uno stato ossidativo.

Concentrazione idrogenionica

La curva del pH mostra, per tutti i campioni eseguiti, un andamento decrescente dalla superficie (7,57-8,22) verso gli strati profondi: il tracciato presenta una relazione inversa con la concentrazione di idrogeno solforato già evidenziata da CAVALIERE (1967) per i laghi di Faro e Ganzirri.

L'ambiente alcalino superficiale può correlarsi con la presenza di sali bicarbonato (BRUNELLI & CANNICCI, 1942), mentre le oscillazioni stagionali trovano una loro spiegazione nelle variazioni dell'attività clorofilliana.

Il fatto che i nostri dati non raggiungano i valori massimi rilevati da altri autori nello specchio lacustre (AA.VV., 1973; SALMOIRAGHI & CARUSI, 1981) può far ipotizzare che l'attività fotosintetica degli strati superficiali nell'ambiente cava è minore di quella presente nel lago. Tale fenomeno potrebbe attribuirsi allo scarso apporto di nutrienti dal fondo a causa dell'effetto della stratificazione mero-mittica: tale ipotesi richiederebbe comunque una verifica attraverso indagini sulla produttività primaria dei due ambienti.

Trasparenza

La trasparenza permette di valutare, in maniera indiretta, lo spes-

sore dello strato di acqua che consente la penetrazione della luce e quindi di determinare con buona approssimazione la profondità della zona eufotica, in cui avvengono i processi di fotosintesi.

L'ampiezza di escursione della zona eufotica può essere influenzata dalla presenza di particelle in sospensione nelle acque di un corpo idrico oppure da una elevata densità di organismi viventi, in particolare durante le fioriture stagionali di fitoplancton. Mentre la prima causa costituisce un fattore limitante per lo sviluppo degli autotrofi, la seconda determina variazioni periodiche della trasparenza e permette di effettuare una valutazione della produttività primaria (ODUM, 1973).

I nostri dati consentono di evidenziare una stretta analogia nell'andamento della curva della stazione 1 e di quella riferita alla trasparenza registrata da SALMOIRAGHI & CARUSI (1981) nel centro lago, benché i valori nell'«ambiente cava» siano maggiori di una quota quasi costante (Fig. 13). La maggiore trasparenza risultante nella stazione 1, rispetto al centro lago, è attribuibile al fatto che in essa è meno sensibile, a causa dello stato meromittico, un rapporto diretto con i sedimenti.

È interessante notare l'ampio intervallo esistente tra i valori riportati dal PEDRESCHI (1956) per il centro lago con quelli più recenti del SALMOIRAGHI & CARUSI (1981) (Fig. 13). Ciò evidenzia come lo stato di eutrofizzazione del lago abbia raggiunto livelli avanzati negli ultimi anni.

Analisi delle biocenosi

Per lo studio delle comunità di organismi invertebrati sono stati individuati e saggiati i biotopi più rappresentativi dell'ambiente palustre, tenendo presenti le modificazioni intervenute a seguito dell'attività di escavazione.

Si sono individuate tre tipologie ambientali: una biocenosi associata alla vegetazione presente nella zona litorale (Tab. I), una biocenosi bentonica del sublitorale (Tab. II) ed infine una biocenosi profonda, tutte riferibili all'«ambiente cava». Inoltre sono stati effettuati campionamenti nei «chiari» (Tab. III) dove predomina la vegetazione di fondo costituita da praterie di Caracee.

Le comunità rilevate nella zona litorale possono essere definite fitobentoniche in quanto sono in stretto rapporto con la vegetazione

presente, caratterizzata da macrofite a radici sommerse e fusto emergente e da macrofite a foglie flottanti.

Sebbene, per oggettive difficoltà di campionamento, risulti difficile analizzare in maniera quantitativa la distribuzione e la composizione delle biocenosi, condizionate da fattori biotici e abiotici, dai campionamenti effettuati è stato possibile individuare una comunità abbastanza ricca e diversificata, caratteristica dell'ambiente palustre.

I popolamenti prevalenti sono rappresentati da Crostacei, Insetti e Gasteropodi.

Frequente è la presenza di *Palaemonetes antennarius*, decapode già segnalato da BRUNELLI & CANNICCI, (1942) nel Lago di Massaciucoli, mentre più rara è quella di *Atyaephyra desmaresti*, specie entrambe associate alla vegetazione flottante. Altri Crostacei sono rappresentati dagli Anfipodi, genere *Gammarus*, e dagli Isopodi, in particolare *Asellus aquaticus* e *Sphaeroma hookeri*.

Gli Insetti costituiscono il gruppo maggiormente rappresentato e differenziato in vari ordini e specie. Più abbondanti sono i Ditteri, con la famiglia dei Chironomidi, tribù Chironomini, e gli Eterotteri con prevalenza dei Nepomorfi *Plea minutissima*, *Notonecta glauca* e *Naucoris cimicoides*. Gli Odonati, con abbondanza di Cenagrionidi, costituiscono uno dei gruppi più numerosi. Un altro ordine importante per numero di individui e di specie è quello dei Tricotteri, tra i quali ritroviamo con maggior frequenza *Leptocerus tineiformis* presente in special modo su *Potamogeton* e *Ceratophyllum*. Numerosi, quando ritrovati, anche *Agraylea sexmaculata* e *Ecnomus tenellus*, quest'ultimo già segnalato da MORETTI et al. (1970) nel Lago di Massaciucoli come tipico frequentatore di ambienti lentici e lacustri.

Tra i Gasteropodi, che trovano nella parte sommersa del frangimieto il substrato idoneo per l'insediamento, più frequente è *Theodoxus fluviatilis*, specie eurialina ormai rara nelle acque interne del territorio versiliese dalle quali è probabilmente derivata la popolazione presente nell'area del Massaciucoli e dove risulta ben ambientata. Ben rappresentato è anche l'ordine dei Basommatofori con *Acroloxus lacustris*, *Phisa acuta*, *Lymnaea peregra*, ecc..

I campionamenti effettuati sul fondo in prossimità del frangimieto, a quota —3 metri nella zona sublitorale, ci hanno permesso di identificare una biocenosi bentonica sufficientemente diversificata. In particolare per la fauna endogea rileviamo i Ditteri con prevalenza del genere *Chironomus* e *Chaoborus*, e gli Oligocheti tra cui prevalgono i Tubificidi. Di più difficile valutazione è la fauna epibenti-

ca prevalentemente rappresentata da Crostacei del genere *Gammarus* e *Asellus*. Di notevole interesse la cattura di un Misidiaceo (*Misis*) frequentatore del necton già segnalato nel tratto urbano del Canale Burlamacca (dato inedito).

Oltrepassata la zona sublitorale, a pochi metri dal fragmiteto dove la batimetria aumenta progressivamente, i prelievi effettuati non hanno portato alla cattura di organismi macrobentonici; la stessa situazione è stata accertata anche alle massime profondità.

Nel «chiaro», altro esempio di biotopo palustre esaminato, la bassa profondità e le periodiche oscillazioni di livello non consentono di distinguere una zona pelagica vera e propria e le biocenosi bentoniche prevalgono su quelle planctoniche. Il fondo è interamente colonizzato da macrofite sommerse rappresentate da praterie di Caracee. Questi sono forse gli unici ambienti dove si ritrova l'associazione vegetale costituita da *Claudium* - *Phragmites* - *Nimphaea* - *Chara*, un tempo presente su tutto lo specchio delle acque del Massaciuccoli (BRUNELLI & CANNICCI, 1942).

Interpretando i dati relativi ai vari campionamenti effettuati nel «chiaro», risulta evidente una variabilità della comunità animale associata alla vegetazione sommersa, mentre è abbastanza uniforme la popolazione macrobentonica.

Nella fauna perifitica ritroviamo con prevalenza i Gasteropodi *Physa acuta* e *Planorbis planorbis*, mentre più rari sono *Theodoxus fluviatilis*, *Bithynia leachi*, ecc.; gli Insetti con i Ditteri sono rappresentati dai Chironomidi Ortocladini, con i Tricotteri da *Leptocerus tineiformis*, con gli Eterotteri da *Naucoris cimicoides*; tra gli Odonati abbondano gli Anisotteri appartenenti al genere *Simpetrum*, mentre di più difficile reperimento sono gli Zigotteri Cenagrionidi. I Coleotteri sono rappresentati dalle famiglia degli Aliplidi, Ditiscidi e Idrofilidi. Tra i Crostacei si riscontrano i generi *Gammarus*, *Sphaeroma* e *Asellus*. È interessante segnalare la costante presenza dell'Aracnide *Argyroneta aquatica* che pare prediligere questo ambiente.

La popolazione endogea è rappresentata solo da Chironomidi *Chironomus thummi* e *plumosus*, specie capaci di resistere a notevoli abbassamenti del tenore di ossigeno disciolto.

CONCLUSIONI

Le acque del bacino del Massaciuccoli, in cui è inserita l'area palustre, hanno assunto, in seguito alle vicende geologiche, caratte-

ristiche oligoaline, come risulta dai dati rilevati nella nostra indagine e da quelli reperibili in letteratura (PEDRESCHI, 1956; BRUNELLI & CANNICCI, 1942; GEOTECNECO, 1975; AQUATER, 1980; SALMOIRAGHI & CARUSI, 1981; FERRARI et al., 1984).

Questa lenta trasformazione ha consentito l'instaurarsi di una flora tipicamente palustre (MONTELUCCI, 1964; TOMEI & Garbari, 1981) e di una fauna dulciacquicola (BRUNELLI & CANNICCI, 1942) in cui si riscontrano alcune entità con caratteristiche eurialine. Un ulteriore cambiamento di tendenza verso livelli mesoalini, per il momento tuttavia difficilmente prevedibili, potrebbe portare a situazioni distrofiche con relativi danni alla flora e alla fauna.

L'attività di escavazione ha avuto come diretta conseguenza la modificazione di una parte della facies ambientale, sostituendo substrati torbosi e ricchi di vegetazione con bacini più o meno ampi e profondi per i quali le condizioni oligoaline sono riscontrabili solo negli strati superficiali.

La meromissi rilevata in questi corpi idrici è determinata dallo strato profondo a più elevata salinità che rimane per tutto l'anno isolato dai fenomeni di rimescolamento stagionale. L'idrodinamismo interessa solo lo strato epilimnico. Il fenomeno risulta chiaro osservando l'andamento delle curve dei parametri rilevati già analizzati in sede di discussione.

La conseguenza diretta di questo fenomeno è la totale assenza di ossigeno negli strati profondi, dove le uniche forme di vita sono rappresentate dalla flora batterica anaerobia. Inoltre l'assenza di rimescolamento impedisce il normale riciclo dei nutrienti che rimangono «intrappolati» sul fondo e danno origine ad un ambiente altamente ridotto.

Le prime forme viventi che si incontrano sono presenti in quella zona del fondale che è a diretto contatto con lo strato superficiale, laddove i valori dei parametri, pur subendo oscillazioni stagionali, si mantengono a livelli tali da consentire l'insediamento di caratteristiche biocenosi bentoniche.

Le comunità associate alla vegetazione meritano una particolare attenzione per la varietà di forme e di adattamenti presenti.

La ricerca da noi intrapresa rappresenta solo un approccio preliminare alla conoscenza della sicuramente più vasta comunità di organismi presenti nel comprensorio palustre. Altri aspetti di questa interessante tematica sono stati volutamente tralasciati, data la finalità dell'indagine. Apporterebbero senz'altro un ulteriore contri-

buto alla valorizzazione di questo ambiente, sotto certi aspetti irripetibile, studi inerenti la biologia e la distribuzione di organismi colonizzanti particolari nicchie soggette a continue restrizioni ad opera della pressione antropica: ricordiamo, come esempio, i «chiari» dove abbiamo ritrovato forme che sembrano prediligere queste aree per i loro cicli biologici (*Sympetrum*, *Argironeta*, ecc.). Pure di notevole interesse l'etologia delle specie eurialine che occupano l'areale palustre solo in particolari periodi del loro ciclo biologico (*Misis*).

La componente di biomassa rappresentata dagli invertebrati riveste un ruolo fondamentale occupando un livello trofico indispensabile nella piramide alimentare dell'ambiente palustre e il suo mantenimento è garantito solo dall'integrità dell'ambiente a cui essa è associata.

Pur non volendo entrare nel merito di una valutazione specifica, che lasciamo ai singoli specialisti del settore, circa i possibili rapporti esistenti tra fauna ittica e avifauna acquatica da un lato e l'«ambiente cava» dall'altra, non possiamo omettere alcune osservazioni.

I bacini di escavazione sono da considerarsi zone degradate rispetto all'ambiente circostante; essi pertanto comportano una diminuzione nell'estensione dell'area palustre con perdita dei biotopi caratteristici.

Ciò può dar origine a fenomeni di competizione, incidendo negativamente sulla varietà e sulla quantità delle popolazioni presenti. Basti pensare ai «chiari» che costituiscono, per le proprie peculiarità ambientali, indispensabili zone di frega per specie ittiche, come la carpa e il luccio, che trovano qui supporti stabili per la deposizione delle uova e un ambiente ideale per lo sviluppo degli avannotti.

L'estendersi dei bacini di escavazione sottrae all'ambiente palustre importanti aree di sosta, trofiche e riproduttive anche per la fauna ornitica idrofila, sostituite con ambienti dove non è più possibile alcun rapporto con il fondo e utilizzabili solo come «aree di transito», dove l'attività trofica rimane confinata agli strati superficiali.

In definitiva, si rende necessario controllare costantemente l'evolversi dell'ecosistema palustre che tende, sotto la spinta delle diverse pressioni antropiche, ad allontanarsi dall'equilibrio originale per raggiungerne uno nuovo, non ancora ben definibile né prevedibile.

Eventuali strategie per interventi di risanamento dovranno essere programmate su base tecnico-scientifica al fine di prevederne, per quanto possibile, gli effetti e di individuare le giuste forme di ripristino dell'ecosistema.

RINGRAZIAMENTI

Un particolare ringraziamento è dovuto al Dr. G. Alessio (Istituto di Zoologia - Università di Parma) e al Prof. I. Ferrari (Istituto Ecologia - Università di Parma) e ai sig.ri G. Cinquini e M. Cinquini, senza la cui preziosa collaborazione non sarebbe stata attuabile la presente ricerca.

Si ringrazia inoltre il Prof. P.F. Ghetti (Istituto Ecologia - Università di Parma) per la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1973) - Conferenza dei servizi del bacino del Massaciuccoli per il recupero funzionale e culturale delle risorse ambientali. Regione Toscana. Amministrazione Provinciale di Lucca e Pisa. Comuni di Massarosa, Vecchiano e Viareggio.
- AQUATER (1980) - Accertamenti e indagini per la salvaguardia dall'inquinamento del Lago di Massaciuccoli e del suo territorio. Fase II. Min. Agr. e For., Roma.
- BRUNELLI G., CANNICCI G. (1942) - Il lago di Massaciuccoli. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.*, **18**: 5-63.
- CAVALIERE A. (1967) - Fauna e flora dei laghi di Faro e Ganzirri (Messina). *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.*, **22**: 83-102.
- FERRARI R., DUCHI G., MUNETTI R., LOJACONO F. (1984) - Studio idrogeologico della piana versiliese. Associazione Intercomunale Versilia, inedito.
- GENOVESE S., RIGANO C. (1963) - Sull'impiego delle misure del potenziale Redox nelle ricerche ecologiche. *Boll. Pesca Pisc. Idrobiol.*, **18**: 57-69.
- GEOTECNECO (1975) - Accertamenti ed indagini per la salvaguardia dall'inquinamento del Lago di Massaciuccoli e del suo territorio. Fase I. Min. Agr. e For., Roma.
- MONTELUCCI G. (1964) - Ricerche sulla vegetazione dell'Etruria. XII. Materiale per la flora e la vegetazione di Viareggio. *Webbia*, **19**: 73-347.
- MORETTI G.P., CIANFICCONI F., GIANNOTTI F.S., PRISINU Q., VIGANÒ A. (1970) - Informazioni sui Tricotteri delle Apuane. *Lavori Soc. It. Biogeog.*, N.S., vol. I, 488-532.
- ODUM E.P. (1973) - Principi di ecologia. Piccin Editore, Padova.
- PANDOLFI P. (1975) - La sabbia silicea della Bassa Versilia e i suoi impieghi. S.E.A., Carrara.
- PEDRESCHI L. (1956) - Il lago di Massaciuccoli e il suo territorio. *Mem. Soc. Geogr. Ital.*, **22**, pp. 225.
- SALMOIRAGHI G., CARUSI D. (1981) - Il Lago di Massaciuccoli: evoluzione del livello trofico. *Natura e montagna*, 37-44.
- TOMEI P.E., GARBARI F. (1981) - Considerazioni introdotte sulla flora e sulla vegetazione delle paludi di Massaciuccoli e di Porta. Convegno sulle zone umide della Toscana. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, ser. B, **88**: 301-310.
- TONOLLI V. (1969) - Introduzione allo studio della limnologia. Edizioni dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, Verbania Pallanza.

(ms. pres. il 17 dicembre 1986; ult. bozze il 23 marzo 1987)

