

ENTE TUTELA PESCA DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA-UDINE  
LABORATORIO DI IDROBIOLOGIA

**G. ALESSIO**

RECENTI EFFETTI DELLE MODIFICAZIONI AMBIENTALI  
SULL'ITTIOFAUNA DEL BACINO DEL PO

*RECENT EFFECTS ON THE FISH-FAUNA CAUSED BY ENVIRON-  
MENTAL CHANGES IN THE PO RIVER BASIN*

**L. SILLANI**

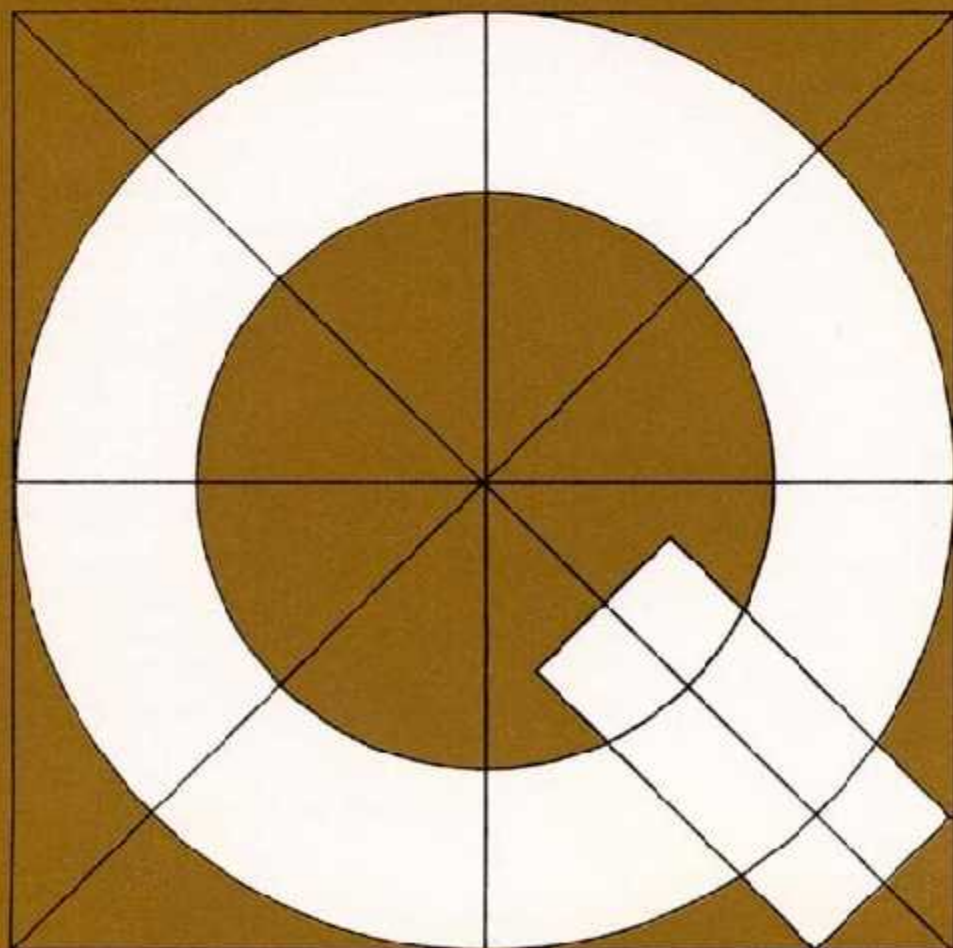
OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLE CONDIZIONI IDROLOGI-  
CHE E SULLA FAUNA ITTICA IN UNA ROGGIA DELLA BASSA  
PIANURA FRIULANA

*PRELIMINARY OBSERVATIONS ABOUT HYDROLOGICAL CONDI-  
TIONS AND FISH FAUNA IN A IRRIGATION DITCH OF THE BASSA  
PIANURA FRIULANA (NORTHERN ITALY).*

**F. STRAVISI - M. SANDRINI**

IL CICLO ANNUALE DELLA TEMPERATURA E DELLA TRASPA-  
RENZA NELLE ACQUE COSTIERE DEL LAGO DI GARDA

*THE ANNUAL CYCLE OF THE WATER TEMPERATURE AND TRAN-  
SPARENCY IN THE COASTAL WATERS OF THE LAKE GARDA*



**quaderni etp**

RIVISTA DI LIMNOLOGIA numero 13 — 1986

# QUADERNI DELL' ENTE TUTELA PESCA - UDINE

Rivista di Limnologia

N. 13 - 1986

Direttore responsabile: **Franco Spizzo**

I «QUADERNI» pubblicano in lingua italiana o in una lingua ufficiale di congressi lavori originali in vari campi della Limnologia, testi di conferenze, atti di convegni, monografie, ecc. Possono venir pubblicate anche note brevi.

I dattiloscritti — composti secondo le norme per gli Autori — vanno inviati a:

Direttore «Quaderni Ente Tutela Pesca»,  
Viale Volontari della Libertà N. 37 - 33100 UDINE

I lavori saranno pubblicati nel più breve tempo possibile dopo essere stati sottoposti all'esame del Comitato di redazione che potrà individuare anche lettori di specifica competenza. Quando il lavoro non dovesse risultare adatto ad essere pubblicato sui «Quaderni», la Direzione si riserva di restituirlo senza particolare motivazione.

Per l'acquisto dei «Quaderni», anche arretrati, o per richieste di scambi rivolgersi all'Ente Tutela Pesca.

## DIREZIONE E REDAZIONE

Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia  
Viale Volontari della Libertà 37 - Udine - Tel. (0432) 482285 - 482474

## DIRETTORE

Franco Spizzo

## COMITATO DI REDAZIONE

Giuliano Bonomi	C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia «Dott. Marco de Marchi» - Verbania Pallanza (Novara)
Gilberto Gandolfi	Istituto di Zoologia dell'Università di Parma
Elvezio Ghirardelli	Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste
Ettore Grimaldi	C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia «Dott. Marco de Marchi» - Verbania Pallanza (Novara)
Gabriella Fiorenza Margaritora	Dipartimento di Biologia animale e dell'uomo Università degli Studi di Roma «La sapienza»
Mario Specchi	Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste

*Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia*  
33100 UDINE - Viale Volontari della Libertà, N. 37  
Tel. (0432) 482285 - 482474

*LABORATORIO DI IDROBIOLOGIA*  
33050 - Ariis di Rivignano (UD) - Via Chiesa, N. 11  
Tel. (0432) 775815

*Suppl. a NOTIZIARIO E.T.P.*  
Direzione, Redazione, Amministrazione, 33100 Udine - Viale Volontari della  
Libertà, N. 37

Autorizzazione del Tribunale di Udine, N. 355 del 31 maggio 1974  
Tipografia A. Pellegrini - Udine

Diritti riservati - In caso di riproduzioni, anche parziali, citare la fonte.



## RECENTI EFFETTI DELLE MODIFICAZIONI AMBIENTALI SULL'ITTIOFAUNA DEL BACINO DEL PO

### RECENT EFFECTS ON THE FISH-FAUNA CAUSED BY ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE PO RIVER BASIN

Gianluigi Alessio

Istituto di Zoologia, Università di Parma, Italia

**Parole chiave** - Modificazioni ambientali; fauna ittica; stato di rischio; bacino padano.

**Keywords** - Environmental changes; fish-fauna; related risk states; Po river basin.

**Abstract** - Numerose recenti modificazioni ambientali hanno determinato l'insorgenza di differenti stati di rischio in popolazioni di molte specie di idrofauna del bacino padano, attualmente in pericolo, minacciate o in diminuzione. All'analisi delle cause determinanti seguono raccomandazioni generali per la loro tutela, salvaguardia e conservazione.

Several recent environmental changes have brought forward different «risk states» in several populations of many species of the so called «hydrofauna» of the Po river basin. Such populations are at present in serious danger, threatened or degrading; an analysis of the involved causal factors is followed by general recommendations to ensure their conservation and prevent any further deterioration.

**Summary** - Several environmental changes have occurred in connection with the increasing exploitation and differential use of both superficial and freatic waters. These changes, in the last decade, have unfavorably affected the whole life-cycle, composition and distribution of the entire fresh-water fauna.

*Chemo-physical* modifications (pollution, noxious by-products discharge, variation of normal component and/or parameters, etc.) have actually deteriorated the water quality.

*Ecotopical* changes (impoundments, dams, canalisation, drifting, sand and gravel digging, level controlling, drainage, jetting, navigation, etc.), on the other hand, have altered the facies upsetting habitat peculiarities.

*Biotic* modifications (water weeds control, vegetation cutting, restocking, exotic species introductions, overfishing, etc.) have, in turn, negatively influenced the entire water-life.

The fish-fauna has been differentially through heavily affected from direct mortality, through population «shrinkage» to the abandonment of previously frequented areas.

As a consequence, some species are at present *in serious danger* (lampreys: *Petromyzon marinus*, *Lampetra zanandreae*; sturgeons: *Acipenser sturio*, *A. naccarii*,

**Riassunto** - In relazione all'uso crescente ed allo sfruttamento differenziato delle acque sia superficiali che di falda, sono sopravvenute numerose modificazioni am-

*Huso huso*; marble trout: *Salmo trutta marmoratus*; grayling: *Thymallus thymallus*; bullhead: *Cottus gobio*) at last in some localities. Other species are *threatened* (pike: *Esox lucius*; native brown trout: *S. trutta fario*; whitefishes: *Coregonus* «hibrid form», *C. macrophthalmus*; resident lake trout: *S. trutta carpio*; arctic charr: *Salvelinus alpinus*; freshwater blenny: *Salaria fluviatilis*; southern barbel: *Barbus meridionalis*); even others are *decreasing* (chub: *Leuciscus cephalus cabeda*; barbel: *B. barbus plebejus*; twaite shad: *Alosa fallax nilotica*; danubian roach: *Rutilus pigus*; blageon: *L. souffia muticellus*; loachs: *Cobitis taenia bilineata*, *Sabanejewia larvata*; common goby: *Padogobius martensi*; burbot: *Lota lota*; eel: *Anguilla anguilla*). Few species, however, appear to be *on the increase*, possibly due to environmental deterioration (white bleak: *Alburnus alburnus alborella*; rudd: *Scardinius erythrophthalmus*; adriatic roach: *R. erythrophthalmus*; crucian carp: *Carassius carassius*). The remaining fish-species, even with often high fluctuations, have «stationary-populations».

Programmed interventions seem quite urgent to recover water quality and to protect the fish fauna, property of the whole human community.

bientali che nell'ultimo decennio hanno sfavorevolmente influenzato la vita, lo sviluppo, la composizione e la distribuzione dell'idrofauna.

Le modificazioni **chimiche e fisiche** (polluzione, discarica di prodotti nocivi, variazione della composizione, ecc.) hanno infatti peggiorato la qualità dell'acqua; le modificazioni **ecotopiche** (manufatti, dighe, canalizzazioni artificiali, derivazioni, prelievi di sabbia e ghiaia, regimazione e prosciugamenti, captazione eccessiva, navigazione, ecc.) hanno invece alterato l'aspetto e la struttura dei luoghi, stravolgendo le peculiarità degli habitats; le modificazioni **biotiche** (riduzione della vegetazione, ripopolamenti, introduzioni di specie esotiche, iperpesca, ecc.) infine hanno influenzato negativamente la vita delle acque.

Gli effetti sull'ittiofauna si sono manifestati in forme più o meno gravi, che vanno dalla mortalità diretta alla contrazione delle popolazioni, alla diserzione di alcune aree un tempo occupate.

Di conseguenza alcune specie appaiono attualmente **in pericolo** (lamprede, storioni, trota marmorata, temolo, scazzone), almeno localmente in aree circoscritte; altre specie sono invece **minacciate** (luccio, trota fario autoctona, coregoni, carpine, salmerino alpino, cagnetto, barbo canino); altre ancora sono **in diminuzione** (cavodano, barbo, cheppia, pigo, vairone, cobiti, ghiozzo, bottatrice, anguilla). Poche specie, per contro, sembrano **in aumento**, spesso apparente, di riflesso a situazioni di decadimento ambientale (soprattutto alborella, scardola, triotto, carassio). Le rimanenti specie, con fluttuazioni annuali spesso importanti, presentano invece una consistenza stazionaria.

Si rivela pertanto indispensabile la programmazione di opportuni interventi da un lato per il recupero delle acque, dall'altro lato per la tutela e la salvaguardia della fauna ittica, patrimonio naturale dell'intera collettività.

## Introduzione

Dopo parecchi anni di grave carenza di informazioni e di dati scientifici affidabili, solo in tempi recenti la fauna ittica del fiume Po e dei principali affluenti ha polarizzato l'attenzione di vari ricercatori ed è stata oggetto di studi approfonditi. Alcuni di questi, riguardanti il censimento e la distribuzione delle specie ittiche, permangono tuttavia circoscritti entro aree limitate (Alessio, 1978; Delmastro, 1981; Forneris, 1984), mentre pochi altri riportano in dettaglio la situazione rilevata complessivamente nell'ampio bacino padano (Gandolfi e Le Moli, 1977a e 1977b; Delmastro, 1982; Alessio e Gandolfi, 1983).

Questi studi, come era prevedibile, hanno evidenziato, in particolare, che nell'ultimo secolo si sono instaurate sensibili variazioni della fauna ittica del bacino padano, influenzate dall'opera e dall'attività dell'uomo.

In tale specifico settore, tuttavia, non solo per fini puramente teorici



ma soprattutto per scopi applicativi, è emersa e divenuta attuale l'esigenza pressante ed improcrastinabile di approfondire ed estendere ulteriormente le indagini, così da soddisfare le crescenti necessità di programmare correttamente la gestione del patrimonio naturale delle acque, attraverso oculati, adeguati e scientifici interventi tecnici. In quest'ottica particolare attenzione è stata riposta, pertanto, durante i frequenti rilievi periodici ed in occasione di studi effettuati con finalità differenti (Alessio, 1981; 1983a; 1983b; 1983c) ed in parte ancora in corso di svolgimento.

La costante e metodica raccolta di dati ed informazioni così ottenuta ha posto in luce che, nell'ultimo decennio, in relazione all'uso crescente ed allo sfruttamento differenziato delle acque, sia di falda che di superficie, sono sopravvenute numerose, vistose ed ampie modificazioni ambientali di vario tipo, le quali, per riflesso, hanno influenzato e/o inciso profondamente sulla vita, lo sviluppo, la composizione e la distribuzione dell'idrofauna in generale.

### **Modificazioni ambientali e cause**

L'equilibrio dinamico delle acque, particolarmente labile e delicato, può essere facilmente perturbato come già ebbe a sottolineare Manfredi (1935). Pertanto le complesse modificazioni ambientali osservate possono essere di seguito distinte ed elencate:

1) *Modificazioni chimiche e fisiche.* Numerose interazioni negative hanno recentemente alterato o peggiorato in misura più o meno grave la qualità delle acque, influenzandone i requisiti indispensabili alla vita vegetale ed animale. Le varie cause di degradazione ambientale, la cui dettagliata disamina, approfondita analisi ed obiettiva discussione esulano tuttavia dallo scopo del presente lavoro, sostanzialmente possono essere ricondotte:

a) alla crescente e dilagante inquinazione, derivata da attività industriali ed agricole e da nuove forme di concentrazione urbana e di uso del territorio;

b) alla discarica incontrollata, al riversamento periodico o temporaneo o, più frequentemente, accidentale di vari composti organici, di metalli, idrocarburi, tensioattivi, ecc.;

c) a variazioni indotte del pH, dell'ossigeno disciolto, delle sostanze e/o dei composti solubili, in sospensione o dispersi, delle caratteristiche termiche, ecc.;

d) a molteplici ed innumerevoli interferenze che in qualunque modo intaccano la normale composizione delle acque.

Questo tipo di modificazioni non riguarda solamente le acque correnti o comunque superficiali, ma, soprattutto negli ultimi tempi, è evidenziabile anche nelle acque del sottosuolo, sia per naturali fenomeni di infiltrazione sia per lo smaltimento forzato (e talora doloso) in profondità. Gli inevitabili effetti a breve e lunga distanza di tempo sono facilmente intuibili, per le molteplici possibilità di interscambio delle acque superficiali con la falda freatica e viceversa.

Inoltre la crescente e progressiva eutrofizzazione registrata in parecchi



tratti — seppur limitati in estensione — del fiume Po, degli affluenti e di molti corsi minori che direttamente o indirettamente nel primo si riversano, è imputabile all'azione fertilizzante di innumerevoli componenti e derivati organici ed inorganici di differente natura; tali acque, per la loro peculiarità, sono pertanto da considerarsi biologicamente alterate. D'altro canto, in tratti diversi, le acque, paradossalmente, appaiono invece — fatto estremamente grave! — *chimicamente e/o fisicamente alterate, ma biologicamente pure* (o addirittura abiotiche). Quest'ultima situazione, delimitata da tipiche aree di transizione, è caratteristica e particolarmente evidente nelle zone della pianura padana ad industrializzazione assai spinta.

2) *Modificazioni ecotopiche*. Assai frequentemente sono state osservate modificazioni di diversa entità e natura che, instaurando variazioni nell'aspetto e struttura dei luoghi o addirittura determinando deturpazioni dell'assetto territoriale, hanno alterato e talora stravolto le peculiarità dei vari *habitat*, sia rendendoli inadatti ed inospitali sia riducendone l'estensione, la molteplicità e la varietà.

Ne sono derivati, quindi, notevoli pregiudizi agli equilibri naturali caratteristici degli ecosistemi, con incidenze progressive e peggiorative (non sempre prevedibili e quantificabili per tempo) sul complesso dei rapporti biotici.

Numerosissime sono le modificazioni ecotopiche, ma le principali e più importanti sono:

a) sbarramenti dei corsi d'acqua, briglie e dighe. Generalmente privi delle necessarie scale di rimonta rappresentano spesso un ostacolo insormontabile che impedisce, fra l'altro, la libera circolazione soprattutto delle specie migratrici;

b) la canalizzazione artificiale sempre più diffusa ed il ricorso a manufatti di protezione delle rive, che evidentemente incidono sulle biocenosi esistenti. Inoltre le legnere e le torbiere, in gran parte di riva, tipici *habitat* di alcune specie ittiche, sono stati pressochè totalmente distrutti;

c) le derivazioni, gli allacciamenti di congiunzione, gli scolmatori, i prelievi per uso irriguo in agricoltura, civile ed industriale, che non influenzano solamente la portata ed il regime dei corsi d'acqua (i quali appaiono a valle drasticamente ridotti nei periodi di magra oppure fortemente incrementati in seguito ad intense precipitazioni) ma interferiscono in varia misura sulla sopravvivenza e la moltiplicazione degli organismi acquatici;

d) l'estrazione di sabbia e ghiaia, le cave, il lavaggio di materiali inerti, ecc., che non solo stravolgono l'aspetto dei luoghi ma sono causa di sconvolgimento degli alvei, di intorbidamento e di depositi, certamente non favorevoli alla vita; inoltre spesso determinano riduzione e talvolta distruzione delle aree di frega dei pesci;

e) le regimazioni idriche ed i prosciugamenti, non sempre necessari ma purtroppo frequentissimi, in particolare nei canali irrigui e di bonifica, che se da un lato sottraggono l'elemento vitale indispensabile — l'acqua —, dall'altro lato taglieggiano gli spazi disponibili; come conseguenza ne derivano talora condizioni abiotiche che drasticamente falcidiano la biomassa. Inoltre le moderne esigenze agricole, con specializzazioni produttive a tem-



pi brevi, hanno imposto sia allagamenti solo temporanei e frequenti prosciugamenti (risicoltura), sia, laddove possibile, l'abbandono pressochè generalizzato di altre forme colturali meno redditizie (prati marcioi, negletti per la contrazione dell'allevamento del bestiame). Erano queste particolari aree di elezione per la riproduzione e lo sviluppo di un consistente numero di specie ittiche;

f) la navigazione di diporto o commerciale, in particolare se attuata con propulsori a turbina, che determina varie perturbative di ordine meccanico nell'ambiente. Gli effetti sono particolarmente evidenti non solo nei canali, stagni, paludi e bacini con profondità ridotta, i quali ne riportano sensibili sconvolgimenti nei fondali, ma anche nei laghi di differente estensione, poichè la turbolenza creata può risultare letale per molti organismi: soprattutto ne vengono danneggiati avannotti, larve e uova di pesci;

g) l'eccessiva captazione, che in rapporto alle crescenti necessità d'uso ha progressivamente determinato un abbassamento delle falde, con conseguente riduzione o scomparsa delle risorgive e dei fontanili, caratteristici ambienti colonizzati temporaneamente o permanentemente da molte specie ittiche, particolarmente durante alcune fasi delicate dello sviluppo (riproduzione, accrescimento, invernamento, ecc.);

h) le modificazioni generali del suolo, delle sponde, della vegetazione circostante che si accolla ai corsi d'acqua soprattutto nelle zone montane, le quali hanno influenzato sia le componenti energetiche primarie della catena biologica produttiva, sia la tipicità dei luoghi: interrimento, uniformazione del profilo degli alvei, eccessiva intensità luminosa, riduzione del pabulum naturale, ecc. sono stati gli effetti principali.

3) *Modificazioni biotiche.* Si tratta di una serie davvero innumerevole di interventi, impatti, alterazioni che direttamente o di riflesso hanno influenzato la *vita* delle acque. Un loro dettagliato e lungo elenco certamente peccherebbe di incompletezza, ma a titolo esemplificativo si ricordano le seguenti modificazioni principali:

a) la riduzione della vegetazione, spesso infestante, mediante sistemi di sfalcio meccanico o di controllo chimico ha talora instaurato effetti negativi. Infatti la vegetazione svolge un ruolo assai importante nell'ambiente acquatico, sia per la sua attività fotosintetica, sia come supporto per le uova di molti animali. Essa inoltre costituisce l'anello iniziale del trofismo, con trasformazione dei composti inorganici; al contrario, in seguito a distruzione ed accumulo, essa rappresenta una massa di materiale organico in via di decomposizione, con liberazione di prodotti tossici di degrado;

b) il ripopolamento, attuato nell'intento di incrementare alcune specie ittiche, frequentemente viene svolto all'insegna dell'empirismo o, peggio, dell'improvvisazione, senza alcuna solida base scientifica. In ogni caso il ripopolamento è causa di turbative degli equilibri biotici preesistenti e dei rapporti inter ed intraspecifici (Alessio, 1985), e pertanto deve essere condotto con tecniche appropriate, sotto la guida di personale specializzato (Supino, 1934).

Spesso, come conseguenza di semine poco ortodosse e con materiale di disparata e dubbia provenienza, nelle popolazioni ittiche si sono rese ma-



nifeste caratteristiche estranee imputabili a rimescolamento genetico indotto e non infrequentemente è stata osservata la comparsa o recrudescenza di malattie e/o parassitismi che denunciano la scarsa competenza acquiculturale da parte degli operatori addetti;

c) l'introduzione sconsiderata di specie ittiche non autoctone (siluro, carpe cinesi, lucioperca e perfino abramide) spesso urta contro situazioni faunistiche ormai stabilizzate, potendo modificare la composizione ittica caratteristica di un determinato corso d'acqua (Delmastro, 1985). Tali interventi dovrebbero pertanto essere attuati solo in seguito ad opportune sperimentazioni chiarificatrici, allo scopo di evitare danni pressochè irrimediabili. Basti ricordare che, tra le molte specie esotiche introdotte da tempo ed ormai ambientate (persico trota, persico sole, pescegatto, salmerino di fonte, trota iridea, ecc.) solo alcune hanno permesso di ottenere risultati soddisfacenti, mentre la maggior parte, deludendo le aspettative, non ha sortito gli effetti sperati. A tale proposito recentemente Gandolfi e Giannini (1979) avevano evidenziato il pericolo ecologico costituito dalla presenza del siluro nelle acque del fiume Po. I nostri accertamenti confermano i timori da questi espressi e dimostrano che la specie è in via di colonizzazione del medio e basso corso del fiume: infatti le catture di siluro divengono sempre più frequenti, soprattutto da parte dei pescatori professionisti con le reti; la riproduzione della specie in Po è ormai certa, dato l'elevato numero di giovani catturati; il suo ambientamento sembra pertanto avere, allo stato attuale, ottime possibilità di affermazione;

d) l'iperpesca ed il prelievo non commisurato alla capacità biogenica naturale dei vari ambienti acquatici causano spesso drastiche decurtazioni fra le popolazioni ittiche. Tale fenomeno è rimarchevole per il recente incremento e la crescente diffusione della pesca dilettantistica, non ancora adeguatamente regolamentata. Tra l'altro non è infrequente che, durante i periodi ed in prossimità delle aree di frega, gran parte dei riproduttori, insufficientemente tutelati, siano vittime di una falcidie incivile ed indecorosa, attuata da pochi caturatori di pesce educati alla rapina ecologica più che all'equilibrata utilizzazione delle risorse ambientali.

Inoltre molti corsi d'acqua, in particolare montani, mal sopportano il gravame dell'attuale esercizio aleutico e risultano spopolati già dopo pochi mesi dall'apertura primaverile della pesca ai salmonidi; e ciò nonostante semine massicce e ripetute, poichè tali acque sono caratterizzate da peculiari capacità trofiche ambientali alquanto contenute o limitate.

### **Effetti sull'idrofauna**

I differenti effetti delle modificazioni chimiche, fisiche, ecotopiche e biotiche, seppure singolarmente ed isolatamente hanno talvolta scarsa importanza, più frequentemente interagiscono fra di loro, con varie componenti, determinando l'insorgenza di gravi fenomeni di amplificazione. Le conseguenze di siffatte modificazioni, tutte riconducibili, in ultima analisi, al progressivo incremento della pressione antropica, non sempre si manifestano in modo eclatante; purtuttavia appaiono evidenti e facilmente rilevabili nell'ambito delle varie specie ittiche.



Infatti i pesci, vertebrati particolarmente adattati alla vita acquatica, costituiscono un ottimo elemento di test per la valutazione dello stato di degrado ambientale, potendo reagire, a seconda della specie, delle esigenze fisiologiche e delle caratteristiche comportamentali, in forme, con modalità ed in gradi nettamente diversi agli stimoli esterni. In seguito alle principali e più comuni alterazioni ambientali si possono osservare nei pesci:

1) *Mortalità diretta*. Le più gravi modificazioni ambientali frequentemente determinano la morte, in tempi brevi, delle specie ittiche ad elevata sensibilità.

2) *Riduzione degli stocks*. Le modificazioni ambientali decurtano le disponibilità trofiche naturali, instaurando competizione fra le specie a regime alimentare simile o affine, con danno soprattutto per quelle altamente specializzate: influenzano negativamente la riproduzione e la sopravvivenza, in special modo di uova, avannotti e giovani pesci, riducendo il normale tasso di reclutamento; instaurano elevata suscettibilità alle malattie ed ai parassitismi, talora con mortalità solo in tempi differiti.

3) *Diserzione*. Le modificazioni ambientali, incidendo sulla recettività delle acque, inducono alla diserzione delle aree occupate, rendendole inospitali oppure riducendone o annullandone le potenzialità e le capacità produttive.

In ogni caso tali effetti possono agevolmente essere evidenziati analizzando la consistenza e la distribuzione attuale delle popolazioni ittiche.

### **Quadro attuale della situazione idrofaunistica**

Le diverse popolazioni idrofaunistiche mostrano di aver risentito, in varia misura, delle recenti interferenze negative dovute alle modificazioni ambientali.

Seppure a titolo puramente indicativo e tuttora provvisorio, il differente grado di danno subito dall'idrofauna (Ciclostomi ed Osteitti), certamente di difficile quantizzazione e localizzazione entro limiti geografici ben definiti, viene di seguito esaminato ed illustrato sulla base delle acquisizioni attualmente disponibili.

I metodi di raccolta delle informazioni e dei dati sono stati presentati e discussi da Alessio (1982).

A) **Specie in pericolo**. Attualmente la sopravvivenza delle seguenti specie si trova in una fase di rischio più o meno elevato:

- 1) Lamprede. - Lampreda di mare: *Petromyzon marinus*  
- Lampreda di ruscello: *Lampetra zanandreae*

Una diminuzione generale di entrambe le specie è stata osservata pressochè ovunque.

La prima specie ha una diffusione tuttora limitata alla sola foce del Po, dove compare sporadicamente come parassita di cheppie. Infatti negli ultimi anni non sono note catture avvenute nel medio corso del Po, nel quale, invece, la specie risaliva un tempo, portandosi infine preferenzialmente nei tratti inferiori degli affluenti di sinistra.

La sua scomparsa da queste acque non sembra riconducibile solo e



semplicemente alla riduzione delle popolazioni di cheppia (le cui linee migratorie, al contrario della lampreda di mare, si spingevano prevalentemente verso gli affluenti padani di destra).

Salvo rari casi eccezionali la lampreda di ruscello è tuttora in via di scomparsa nella totalità delle acque lombarde (bacini dell'Adda, Oglio e Mincio) ed in alcune zone piemontesi (Sesia, acque biellesi, Orco). Riduzioni più o meno accentuate delle popolazioni si sono invece registrate per il bacino del Ticino e del Terdoppio, per le acque dell'astigiano, per l'Orba e lo Scrivia. Per contro la lampreda di ruscello appare relativamente stabile nel cuneese, nell'alto Po ed affluenti torinesi.

La continua e progressiva contrazione delle popolazioni di lampreda di ruscello è da imputarsi, prioritariamente, alla generalizzata degradazione ambientale ed alla distruzione degli habitat.

- 2) Storioni. - Storione comune: *Acipenser sturio*  
- Storione cobice: *Acipenser naccarii*  
- Storione ladano: *Huso huso*

Nell'area padana ad ovest della foce del fiume Adda, ove un tempo gli storioni (soprattutto comune e cobice, in misura assai ridotta ladano) erano oggetto di pesca specialistica, prevalentemente dalla primavera avanzata al termine dell'estate, la presenza di queste specie è progressivamente diminuita fino a divenire del tutto occasionale e, negli ultimi anni, addirittura molto rara. Infatti le catture delle prime due specie, mai molto frequenti, vengono realizzate quasi esclusivamente nel tratto medio ed inferiore del Po; la terza specie, meno frequente delle altre, sembra invece limitare la sua presenza, del tutto accidentale, al solo tratto terminale del Po. In tutti i casi le catture riguardano per lo più individui giovani e di taglia contenuta, e quasi mai vengono recuperati individui adulti, che abbiano già raggiunto lo stadio di maturità sessuale.

Ad instaurare tale precaria situazione ha evidentemente contribuito, particolarmente per le prime due specie, la presenza di ostacoli alla migrazione riproduttiva, rappresentati dalla diga di Isola Serafini e, secondariamente, da quella di Casale Monferrato. Quest'ultimo sbarramento, per nulla recente e situato ai limiti estremi delle aree migratorie, non appare affatto insormontabile e, per la sua ubicazione, risulta pertanto di importanza irrilevante rispetto al primo.

Inoltre, in relazione ai recenti appianamenti e sconvolgimenti dei fondali derivanti da disparate attività umane ed in seguito ai frequenti interventi di regimazione idraulica dei principali corsi d'acqua padani, sono state sottratte agli storioni le aree di elezione per la sosta, il rifugio e l'attività trofica, oltre che per il raduno preliminare alla fase riproduttiva. Tali aree peculiari erano un tempo rappresentate da morte, mortizze, lanche, gore, gironi, ecc., con corrente moderata ma caratterizzate da elevate profondità.

Tutto ciò, unitamente al decadimento della qualità delle acque, ha progressivamente decretato il declino e l'esilio degli storioni.

- 3) Trota marmorata: *Salmo trutta marmoratus*

La trota marmorata è una tipica sottospecie (Tortonese, 1970) colo-



nizzatrice di acque caratteristiche di pianura, in particolare fontanili, risorgive e tratti submontani di numerosi corsi d'acqua principali e secondari.

Essa appare in via di riduzione o, talora, di sparizione in quasi tutte le acque lombarde, nel Sesia e suoi affluenti biellesi, nei bacini della Dora Baltea, dell'Orco e della Val di Lanzo. Nell'alto Tanaro ed affluenti, come pure nel Ticino, la trota marmorata negli ultimi tempi ha inspiegabilmente presentato sorprendenti fluttuazioni, con situazioni di apparente scomparsa in alcuni anni e di completa riaffermazione in anni successivi.

Altrove (alto Po ed affluenti torinesi, Stura di Demonte ed immissari) le popolazioni di trota marmorata permangono invece abbastanza stabili, benchè la loro consistenza numerica non sia eccessivamente elevata.

Alla riduzione delle popolazioni hanno certamente contribuito, oltre ad innumerevoli alterazioni ambientali, le interferenze limitanti e la competizione derivanti da ripopolamenti con altri salmonidi (trota fario e trota iridea), effettuati in maniera massiccia e forse eccessiva, non sempre correttamente, nel recente passato.

Solo ultimamente a sostegno e rafforzamento delle popolazioni di trota marmorata sono state attuate, laddove possibile, consistenti semine che hanno spesso sortito buoni effetti di ristabilizzazione. Tali interventi, tuttavia, da un lato incontrano gravi difficoltà operative, per il corretto inserimento del materiale introdotto, dall'altro lato non sempre risultano attuabili a causa dell'impossibilità di reperire in commercio il materiale ittico idoneo. Pertanto la riproduzione controllata di trote marmorate da semina, attingendo alle popolazioni locali, sembra attualmente l'unica promettente via di intervento per gli enti preposti al recupero, alla difesa ed alla conservazione di tale sottospecie autoctona.

#### 4) Temolo: *Thymallus thymallus*

Pressochè ovunque le popolazioni indigene di temolo presentano contrazioni più o meno marcate. Talora si è sopperito a ciò mediante immisioni di novellame di temolo, di difficile reperibilità e spesso proveniente da paesi esteri; i risultati non sempre sono stati soddisfacenti.

Al momento attuale il temolo è quasi completamente scomparso in Chiese, Oglio, Terdoppio, Agogna, Sesia ed affluenti. In progressiva riduzione, talora localmente assai rapida, appaiono invece le popolazioni di Adda, Ticino, Dora Baltea, Orco, Stura di Lanzo, alto Tanaro, Trebbia ed Aveto. Solamente nel cuneese e nell'area torinese la consistenza e la distribuzione del temolo — pur soggette a sensibili oscillazioni nel passato — sembra si mantengano oggigiorno relativamente stabili.

I vari tentativi di introdurre la specie in tratti più elevati di alcuni corsi d'acqua, e pertanto presumibilmente meno contaminati, nell'intento di ottenerne l'ambientamento e di consentire lo sfruttamento di nuove nicchie ecologiche, dopo un effimero successo iniziale sono totalmente falliti, per la mancata capacità adattativa del temolo e per le sue peculiari esigenze ambientali. Di conseguenza le modificazioni che hanno in qualche modo interessato le aree riproduttive e le disponibilità trofiche costituiscono i fattori primari della sua riduzione.

La riaffermazione del temolo, nei casi in cui e laddove si è verificata (come è avvenuto nella provincia di Torino), sembra pertanto essere la di-



retta conseguenza di una corretta opera di recupero ambientale e di regolamentazione d'uso delle acque.

#### 5) Scazzone: *Cottus gobio*

La specie non è oggetto di pesca e pertanto le segnalazioni e le notizie pervenute frequentemente necessitano di verifica, a meno che non siano desunte da particolari situazioni accidentali (inquinamenti, prosciugamenti, deviazioni dei corsi d'acqua, lavori di manutenzione, ecc.) che consentano un controllo diretto.

In generale la specie appare assai ridotta o prossima alla scomparsa nelle acque lombarde a regime torrentizio, ed è assai probabilmente assente nei tratti più a valle un tempo occupati. Lo scazzone è inoltre in decremento nel cuneese e nei bacini appenninici dell'alessandrino, con solo poche aree di stabilizzazione (alto Po ed affluenti).

La specie è infatti largamente sensibile ai complessi effetti che derivano dalle molteplici modificazioni ambientali instauratesi recentemente.

**B) Specie minacciate.** A causa della progressiva degradazione di molti corsi d'acqua, alcune specie sono tuttora in fase di riduzione; in alcune località, fortunatamente circoscritte e non ancora troppo numerose, esse appaiono addirittura minacciate:

#### 1) Luccio: *Esox lucius*

In parecchie acque di pianura, soprattutto nei corsi principali, la specie è attualmente in via di rarefazione, in seguito sia alla distruzione delle aree riproduttive sia alla degenerazione degli ambienti adatti al suo sviluppo. Il luccio, infatti, è estremamente sensibile agli inquinamenti.

Mentre la scomparsa di fontanili, risorgive, prati marcitoli ne hanno, direttamente, influenzato il reclutamento, in aggiunta le opere di bonifica, il rimaneggiamento e la riduzione di lanche, morte, mortizze, ed infine le regimazioni e la polluzioni hanno decimato la consistenza numerica delle popolazioni di luccio. Gli habitat di elezione della specie (canneti, erbai, legnere, ecc.) risultano per lo più sconvolti.

#### 2) Trota fario: *Salmo trutta trutta m. fario*

L'iperpesca, la ridotta capacità riproduttiva, il rimescolamento genetico provocato, le malattie ed i parassitismi indotti, le frequenti polluzioni hanno determinato una cospicua riduzione delle popolazioni indigene di trota.

Infatti pressochè ovunque la consistenza delle popolazioni è sostenuta da massicce semine, che hanno spesso come effetto l'ampliamento dell'area di diffusione e l'incremento, anche eccessivo, del numero di individui, a danno delle caratteristiche delle forme endemiche. Apparentemente, quindi, gli interventi artificiali di gestione delle acque farebbero ritenere la specie in aumento, sia pure per il breve periodo di divieto di cattura. In realtà poco dopo l'apertura alla pesca buona parte dei corpi idrici tipici della trota appaiono decisamente disertati o spopolati e solo pochi (nei tratti di difficile accesso) mantengono livelli apprezzabili di popolamento.

#### 3) Coregoni. - Lavarello: *Coregonus «forma hybrida»* - Bondella: *Coregonus macrophthalmus*



I coregoni appaiono generalmente in via di riduzione. Il lavarello, a distribuzione più ampia, presenta una contrazione abbastanza evidente soprattutto nei laghi Maggiore e di Garda (Oppi, comunicazione personale).

4) Carpione: *Salmo trutta carpio*

La specie, endemica del lago di Garda, appare in forte diminuzione rispetto al passato (Oppi, comunicazione personale).

5) Salmerino alpino: *Salvelinus alpinus*

La specie, tipica soprattutto dei laghi d'alta quota (ma presente pure, in minor misura, nei laghi prealpini), è in fase di inarrestabile declino e riduzione. Le difficoltà di mantenimento e di riproduzione in condizioni controllate, e quindi la pressochè totale indisponibilità sul mercato di materiale da semina rendono impossibili gli interventi di restaurazione.

Le cause di diminuzione sono da ricercarsi, principalmente, nelle modificazioni ambientali e, forse, nel concorso di fattori limitanti ed in eventi del tutto naturali.

6) Cagnetto: *Salaria fluviatilis*

La specie, accidentalmente presente nel passato in alcuni emissari dei laghi prealpini (Maggiore e Garda), attualmente sembra quivi scomparsa. Probabilmente essa è in diminuzione anche negli stessi laghi, benchè le notizie raccolte necessitino di verifica.

7) Barbo canino: *Barbus meridionalis*

Il barbo canino presenta gravi contrazioni nei bacini dell'Appennino pavese ed alessandrino, nell'alto Sesia ed affluenti del Biellese. In diminuzione anche nell'area torinese; relativamente stabile altrove.

Le principali cause sono da ricercarsi, fra l'altro, nelle modificazioni del trofismo ambientale.

**C) Specie in diminuzione.** Numerose specie ittiche sono attualmente in diminuzione. Il fenomeno, fortunatamente, non interessa tutto il bacino padano ma solo aree limitate e circoscritte, in relazione a vari fattori localmente ben identificabili.

Talora i decrementi registrati possono tuttavia essere imputati a normali fluttuazioni nelle popolazioni ittiche, dipendenti dalla naturale dinamica delle specie e da situazioni climatiche e stagionali.

Le principali specie in decremento sono:

1) Cavedano: *Leuciscus cephalus cabeda*

Il cavedano è in diminuzione soprattutto nelle acque maggiormente inquinate, in particolare nel corso medio del Po e nei tratti terminali dei principali affluenti (Oglio, Adda, Agogna, Sesia, Tanaro, ecc.). Mancato reclutamento e difficoltà di sviluppo ne sono le principali cause.

2) Barbo: *Barbus barbus plebejus*

Specie reofila, presenta lo stesso quadro già precisato per il cavedano.

3) Cheppia: *Alosa fallax nilotica*

La specie, anadroma, risente pesantemente dell'impedimento alla mi-



grazione riproduttiva rappresentato da dighe e sbarramenti. Infatti la sua presenza a monte della diga di Isola Serafini è tuttora sporadica.

Il mancato raggiungimento delle aree di elezione per la frega si riflette tuttavia, gradualmente, sui popolamenti delle acque site più a valle, dove la consistenza numerica della cheppia, ancora abbastanza elevata, sta progressivamente diminuendo.

4) Pigo: *Rutilus pigus*

Il pigo è in sensibile diminuzione, rilevabile costantemente di anno in anno, in tutte le acque piemontesi; in decremento localizzato anche nell'area lombarda occidentale.

5) Vairone: *Leuciscus souffia muticellus*

Specie tipica, in pianura, di rogge e fontanili e, a quote più elevate, dei tratti intermedi di vari corsi d'acqua alpini ed appenninici.

In seguito alla distruzione o riduzione degli habitat ed all'aumento del tasso di inquinamento la specie presenta diminuzioni localizzate ma spesso macroscopiche.

6) Cobiti. - Cobite comune: *Cobitis taenia bilineata*

Cobite mascherato: *Sabanejewia larvata*

La consistenza numerica della seconda specie è sempre risultata inferiore a quella della prima; la sua diffusione è tuttavia simile, ma caratterizzata da limiti di quota inferiori.

Per le cause già accennate per il vairone entrambe le specie sono in diminuzione.

7) Ghiozzo di fiume: *Padogobius martensi*

Inquinamenti, regimazioni, distruzioni degli habitat, asciutte, malattie e parassitismi sono le principali cause di falcidie della specie, soprattutto in pianura.

8) Bottatrice: *Lota lota*

In diminuzione pressochè ovunque, in particolare negli emissari dei laghi principali; nel tratto medio del Po (fino alla diga di Casale Monferrato), dove un tempo non erano rare le catture di bottatrice, negli ultimi anni i pescatori professionisti catturano solo pochissimi individui occasionali.

9) Anguilla: *Anguilla anguilla*

La contrazione della specie è evidenziabile in tutte le acque, a causa sia della riduzione della rimonta naturale, sia della presenza di ostacoli e sbarramenti che ne limitano la migrazione trofica.

Non sono infrequenti le opere di ripopolamento, in particolare nei principali corsi d'acqua (prevalentemente siti a monte delle dighe). La pezzatura degli individui catturati si è, comunque, uniformemente e sensibilmente ridotta.

**D) Specie in aumento.** Poche specie sembrano attualmente in aumento più o meno sensibile, forse anche solo apparente, in riflesso soprattutto allo scadimento della qualità delle acque (incremento del materiale organico, fenomeni di eutrofizzazione, decadimento ambientale, ecc.).

In concomitanza alla diminuzione di barbo, cavedano, pigo si registra



infatti in molte località un incremento delle popolazioni di alborella, *Alburnus alburnus alborella*, in funzione sostitutiva, e, nelle acque di pianura più degradate ma termicamente convenienti, di scardola, *Scardinius erythrophthalmus*, e di triotto, *Rutilus erythrophthalmus*.

L'accresciuta diffusione del carassio, *Carassius carassius*, specie resistente e con esigenze assai contenute, sembra invece da imputarsi all'ampia valenza ecologica della specie. Inoltre le frequenti opere di ripopolamento con giovani carassi (ma nominalmente effettuate con carpette) hanno contribuito ad intensificarne la consistenza numerica.

F) **Specie stazionarie.** Le rimanenti specie, pur con ampie ed evidenti fluttuazioni, diverse di anno in anno, appaiono generalmente stazionarie (lasca, savetta, pesce persico, carpa, tinca, ecc.). Tali fluttuazioni sono più contenute preferibilmente nelle acque ed in quelle aree che non hanno subito rilevanti influenze negative per sconvolgimenti di vario tipo.

### **Discussione, conclusioni e raccomandazioni**

Il quadro dell'attuale situazione delle acque padane e della fauna ittica presente non è certo edificante o solo soddisfacente. Di conseguenza è indispensabile il tempestivo varo di un piano organico di tutela che attraverso rapidi e precisi interventi mirati garantisca, almeno nella sua fase iniziale, il coagulo delle presenti condizioni ambientali e la sicura prevenzione di ulteriori deleterie interferenze peggiorative che potrebbero instaurare uno stato di avvilitamento irreparabile, definitivo ed irreversibile. Successivamente, ma in tempi brevi, dovranno poi essere adottate adeguate ed incisive misure di riconversione, ripristino e riqualificazione degli ambienti acquatici alterati.

Gli scompensi e le modificazioni segnalati, rilevati ed accertati nell'ittiofauna, e riguardanti la sua struttura, composizione e distribuzione, sia a livello locale circoscritto sia nell'ambito più generale ed esteso dell'intero bacino, non possono essere semplicemente, superficialmente ed esclusivamente ricondotti a naturali fenomeni di evoluzione. Un'oculata ed incisiva politica di difesa e di recupero richiede pertanto ulteriori approfondimenti e più dettagliati esami delle complesse interazioni ambiente-idrofauna e dei rapporti inter- ed intraspecifici, allo scopo di individuare e quantizzare, per ogni effetto osservato, l'incidenza, il peso e le correlazioni delle diverse cause determinanti.

Per le specie in stato di pericolo più o meno grave, soprattutto per le popolazioni più pesantemente danneggiate o taglieggiate, non è tuttavia possibile procrastinare ulteriormente un'indispensabile e concreta azione di salvaguardia, ristrutturazione e rafforzamento. Essa dovrà essere immediatamente intrapresa, con mezzi adeguati e con i necessari supporti tecnici e scientifici qualificati.

Neppure sono da trascurare o addirittura dimenticare le specie ittiche minacciate o semplicemente in differente grado di riduzione: esse costituiscono un preoccupante campanello d'allarme, quale risultato dei progressivi ed incessanti processi di degradazione — ottusamente indotta e perpetrata



impunemente —, rilevati da tempo, ripetutamente segnalati e lamentati, mai frenati ed arrestati. La tutela ed il reincremento di tali specie deve pertanto rappresentare un importante obiettivo degli enti delegati e preposti alla gestione, da concretizzare non mediante le usuali e spesso inefficaci metodiche vetuste e superate, o, peggio ancora, con interventi improvvisati affiancati da illusorie ed infondate limitazioni da cui trapelano da un lato scelte inadeguate ed inefficaci per la fauna ittica, dall'altro lato costrizioni, imposizioni e differenziazioni mortificanti per i pescatori o per gli utenti a vario titolo. Sono invece indispensabili nuove ed incisive forme di serio intervento, da sostenersi anche grazie al supporto di tecniche sussidiarie ed innovatrici di acquacoltura moderna e di ripopolamento, in un'ottica completamente diversa e spesso ribaltata rispetto a quella odierna, ma certamente allineata ai criteri ed alle direttive scientifiche, oltre che ai sistemi già da tempo in uso in altri paesi ed indicati, consigliati e caldeggiati dalle normative europee in tema di protezione e di difesa delle acque e della fauna ittica, di corretto ed equilibrato sfruttamento delle risorse naturali.

Commisurati alle effettive e reali potenzialità biogeniche ambientali dovranno essere programmati e regolamentati i prelievi quantitativamente sostenibili, adeguatamente ripartiti nel tempo, che non devono essere concepiti ed attuati all'insegna del diritto di tutti su tutto o, peggio ancora, della depredazione e spoliazione (talora rapina) ambientale. Un programma a vasto raggio di formazione, educazione e qualificazione dei pescatori ed in generale degli utenti delle acque è quindi il presupposto ed il fondamento per la realizzazione di tali obiettivi; la partecipazione in prima persona, a livello gestionale, potrà infine costituire una palestra di responsabilizzazione e di modellamento di una corretta coscienza naturalistica.

In diretto rapporto alle effettive caratteristiche contingenti ed alle peculiari tipicità ambientali dovrà essere consentito un uso plurimo e diversificato delle risorse idrofaunistiche, ma senza sperequazioni e discriminazioni (soprattutto se infiltrate da micorrizie di parte).

Leggi e regolamenti in materia, per essere adeguati ed incisivi, devono inoltre tener conto delle effettive realtà ambientali, faunistiche e locali, oltre che delle recenti acquisizioni in campo ittologico. Le soluzioni ottimali per il recupero, la conservazione e la tutela della fauna ittica e del suo habitat non possono venire che da indagini e studi scientifici approfonditi ed a vasto raggio, di tipo multidisciplinare e suscettibili di reciproca integrazione. Consentirne l'attuazione ed il completo svolgimento, ma soprattutto stimolarne l'interesse e facilitarne lo sviluppo non costituisce una raccomandazione superflua.

In conclusione le acque e la fauna ivi presente (e non solo le specie ittiche) rivestono un elevato interesse scientifico, naturalistico e di utilizzazione; in aggiunta, per la loro unicità ed irriproducibilità, costituiscono un patrimonio culturale e sociale di indiscutibile ed incalcolabile valore, in quanto tale bene indisponibile dell'intera collettività, da salvaguardare, conservare e tutelare.

E' ovvia, infine, la considerazione che tutti i processi biologici vitali sono legati direttamente alla disponibilità idrica: in particolare la vita dell'uomo e la sua attività ne dipendono strettamente. Non degradare ulterior-



mente ed irreparabilmente l'acqua è un basilare dovere per difendere non solo l'ambiente, ma la vita, nella sua essenza, in tutte le sue forme e manifestazioni.

## Bibliografia

- Alessio G. - 1978 - Ricerche preliminari sulla distribuzione dell'idrofauna in provincia di Pavia. *I.C.S., Rapp. tec. int.*, 5, 1-9.
- Alessio G. - 1981 - Ricerche sul persico trota, *Micropterus salmoides* (Lacép.), nel bacino medio-superiore del fiume Po. *Natura*, 72, 197-220.
- Alessio G. - 1982 - Metodi speciali per il censimento della fauna ittica nel fiume Po e nei principali affluenti. *Atti I° Seminario ital. Censimenti faun., Urbino*, in stampa.
- Alessio G. - 1983a - Le back-bass, *Micropterus salmoides* (Lacép.), dans les eaux italiennes. Un antagoniste du brochet? *Bull. Fr. Piscic.*, 192, 1-17.
- Alessio G. - 1983b - Quelques aspects de la biologie et de l'élevage du brochet (*Esox lucius* L.) en Italie. In: R. Billard Ed. *Le Brochet: gestion dans le milieu naturel et élevage*. INRA Publ., Paris, 283-296.
- Alessio G. - 1983c - Carpicoltura: sistemi speciali per l'allevamento commerciale e per la valorizzazione degli ambienti naturali. *Ann. ne Prov. le/FIPS, Pavia, Quad. inf.*, 131 pp.
- Alessio G. - 1985 - Finalità, criteri e metodi di intervento per la conservazione, la tutela e la valorizzazione dell'ittiofauna. *Atti prelim. I° Conv. Naz. AIAD, Reggio E.*, 7.
- Alessio G., Gandolfi G. - 1983 - Censimento e distribuzione attuale delle specie ittiche nel bacino del fiume Po. *Quad. IRSA*, 67, VII pp + 92.
- Delmastro G. - 1981 - Contributo all'ittiofauna piemontese. Indagine sulla distribuzione e brevi note intorno alla biologia dei pesci viventi nel territorio del comune di Carmagnola (Torino). *Riv. piem. Stor. nat.*, 2, 115-134.
- Delmastro G. - 1982 - I pesci del bacino del Po. *Clesav, Milano*, XV, pp + 190.
- Delmastro G.B. - 1985 - Problemi relativi all'introduzione di specie esotiche di pesci nelle nostre acque dolci. *Atti prelim. I° Conv. Naz. AIAD, Reggio E.*, 15.
- Fornèris G. - 1984 - Piemonte. Acque-Pesci-Pesca. *Reg. Piemonte, Ed. Eda, Torino*, 96 pp.
- Gandolfi G., Giannini M. - 1979 - La presenza di *Silurus glanis* nel fiume Po (Osteichthyes, Siluridae). *Natura*, 70, 3-6.
- Gandolfi G., Le Moli F. - 1977a - A preliminary report on fish distribution in the Po river. *Boll. Zool.*, 44, 149-154.
- Gandolfi G., Le Moli F. - 1977b - Distribuzione della fauna ittica nel Po. In: R. Marchetti ed., *Indagine sulla qualità delle acque del fiume Po*. *Quad. IRSA*, 32, 723-745.
- Manfredi P. - 1935 - Cause di spopolamento delle acque e rimedi. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 11, 3-8.
- Supino F. - 1934 - Note di pesca. Ripopolamento delle acque dolci. *Riv. Sci. Nat. Natura*, 25, 43-58.
- Tortonese E. - 1970 - Osteichthyes, parte I. *Fauna d'Italia, vol. X. Calderini, Bologna*, XIII, pp + 545.







OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLE CONDIZIONI IDROLOGICHE E SULLA FAUNA ITTICA IN UNA ROGGIA DELLA BASSA PIANURA FRIULANA

PRELIMINARY OBSERVATIONS ABOUT HYDROLOGICAL CONDITIONS AND FISH FAUNA IN A IRRIGATION DITCH OF THE BASSA PIANURA FRIULANA (NORTHERN ITALY).

Lucia Sillani

Laboratorio di Idrobiologia Ente Tutela Pesca F.V.G. - Ariis di Rivignano - Udine

**Keywords:** Friuli-Venezia Giulia (Northern Italy). Freshwater fish distribution.

**Riassunto:** Vengono esaminati i principali parametri chimico fisici della Roggia Miliana e la distribuzione della fauna ittica. Le variazioni dei parametri ambientali sono piuttosto contenute. Le specie ittiche esaminate sono: *Salmo trutta m. fario*, *Salmo trutta m. marmoratus*, *Salmo gairdneri*, *Esox lucius*, *Rutilus rubilio*, *Leuciscus cephalus cabeda*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Alburnus alburnus alborella*, *Anguilla anguilla*, *Padogobius martensi*, *Orsinogobius punctatissimus*, *Cottus gobio*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Alburnus alburnus alborella*, *Anguilla anguilla*, *Padogobius martensi*, *Orsinogobius punctatissimus*, *Cottus gobio*.

**Summary:** Most important hydrological parameters and fish distribution of Roggia Miliana (irrigation ditch in Friuli Venezia Giulia Region, Northern Italy) are examined. Monthly variations of environmental parameters are limited. The fish species observed are: *Salmo trutta M. m. fario*, *Salmo trutta m. marmoratus*, *Salmo gairdneri*, *Esox lucius*, *Rutilus rubilio*, *Leuciscus cephalus cabeda*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*, *Alburnus alburnus alborella*, *Barbus barbus plebejus*, *Anguilla anguilla*, *Padogobius martensi*, *Orsinogobius punctatissimus*, *Cottus gobio*.

### Introduzione

La Bassa Pianura Friulana, a Sud della congiungente Palmanova-Cordovino-Pordenone, è una zona molto ricca di acque, essendovi imponenti i fenomeni di risorgenza derivati dall'affioramento delle acque drenate nell'alluvione dell'Alta Pianura Friulana (Mosetti 1983).

Le risorgive della Bassa Friulana danno luogo ad una notevole quantità di fiumi, rogge e canali che creano un reticolo idrografico molto complesso, ulteriormente complicato da canali scolatori delle opere di bonifica attuate in questo secolo. Queste opere hanno mutato completamente la fisionomia della zona, trasformando l'originario ambiente di risorgiva, costituito da boschi planiziali, paludi e torbiere (Paiero 1965; Lorenzoni e Paiero 1965) in una pianura generalmente coltivata a cereali.

Nell'ambito delle ricerche programmate dal laboratorio di Idrobiologia



dell'E.T.P. sulla dinamica di popolazioni ittiche, è stato scelto un ambiente campione rappresentativo della zona delle risorgive, che fosse di facile accesso e che potesse essere utilizzato per una valutazione qualitativa e quantitativa delle specie ittiche.

La roggia o canale Miliana presentava caratteristiche di facile accessibilità lungo tutto il suo corso e dal punto di vista ittico ne era già stata individuata l'importanza con una opportuna regolamentazione della pesca.

### **Descrizione della roggia**

La roggia Miliana ha origine tra i campi in località «Pras dal Mulin», a sud dell'abitato di Flambro dove drena diverse acque di risorgiva. Dopo un percorso di 7.5 km attraversa i casali Miliana e sfocia nel F. Stella a sud dell'abitato di Ariis dopo altri 700 m di corso (fig. 1).

Lungo il tragitto prende diversi nomi: nel tratto iniziale, fino alla casa di Guardia del Consorzio Bonifica della Bassa Pianura Friulana, è denominata roggia Piccola Levada; da questo punto per un breve tratto di 6-700 m è nota come roggia Brodis; infine, per i restanti 5 km, viene chiamata canale Miliana.

La larghezza media è di m 3 e la profondità varia da 30 a 80 cm, in dipendenza della conformazione del fondo; la profondità aumenta improvvisamente nei pressi della confluenza con il F. Stella, dove raggiunge e supera i 200 cm. Questo tratto ha una larghezza di circa 4 m.

Essendo alimentata da acque di risorgiva ha portata tendenzialmente costante che aumenta solo quando, in occasione di periodi prolungati di pioggia, la roggia raccoglie le acque provenienti dalle scoline dei campi.

Il fondo è costituito quasi completamente da ghiaie fini, a granulometria decrescente dalla sorgente alla confluenza con lo Stella, dove si possono individuare anche tratti sabbiosi. Qua e là vi sono tratti coperti da pietrame.

Scorre tra coltivi generalmente a mais, vigneti e frutteti; nell'ultimo tratto, a valle del ponte della strada Pocenia-Ariis e fino alla confluenza con il F. Stella, è fiancheggiata da un bosco in riva destra costituito essenzialmente da frassino, quercia, ontano e salice che rappresenta un residuo della boscaglia che ricopriva gran parte della Bassa Friulana; in riva sinistra il bosco è costituito da un pioppeto artificiale.

La copertura vegetale delle rive è variabile in rapporto alle pratiche agricole che, in taluni casi, hanno alterato e impedito l'insediamento della vegetazione ripariale naturale per lunghi tratti. Le sponde si presentano parzialmente alberate con salici, pioppi, platani, farnie e ontani.

La vegetazione del fondo descritta in dettaglio da Marchiori, Sburlino e Sillani (1984) è costituita prevalentemente da due forme dominanti. *Helosciadatum* e *Potametum pectinati*.

### **Materiale e metodi**

Le ricerche hanno avuto inizio nel febbraio 1983 e si sono concluse



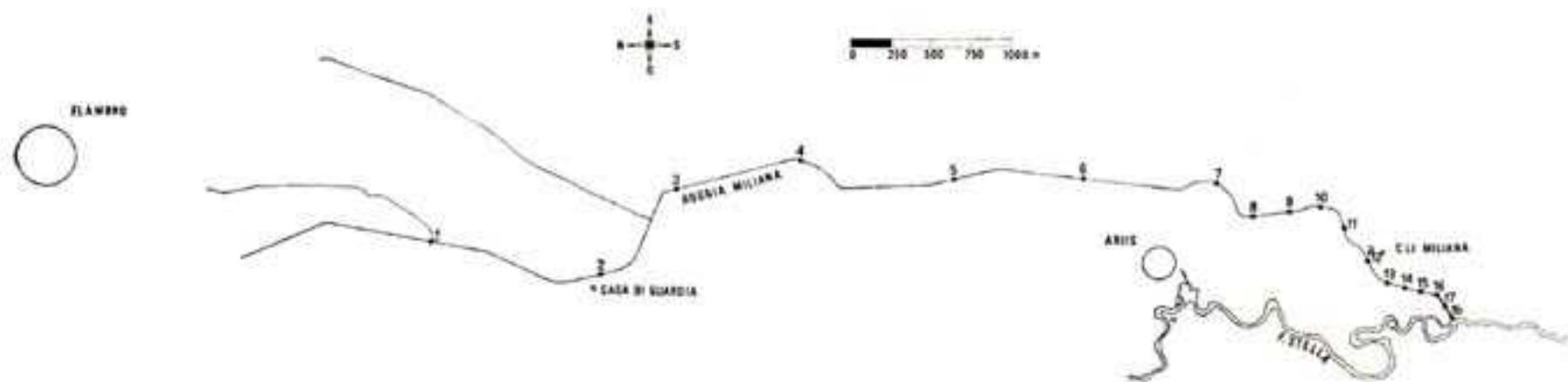


Fig. 1 - Dislocazione delle stazioni di prelievo lungo la roggia Miliana.  
 Distribution of sampling stations along Miliana roggia (irrigation ditch).



nel marzo 1984 \*. I rilievi sono stati effettuati nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, maggio, luglio, ottobre e novembre, su 18 stazioni scelte lungo il corso della roggia (fig. 1).

I pesci sono stati catturati con lo storditore elettrico. In alcuni casi, per motivi contingenti e per evitare continui e forti traumi alla fauna ittica derivanti dall'uso dello storditore elettrico, i prelievi non sono stati eseguiti in tutte le 18 stazioni per ogni uscita.

Le specie ittiche pescate sono state in parte raccolte pesate e misurate sul luogo e liberate, in parte sacrificate per ulteriori studi di laboratorio.

In concomitanza con ogni prelievo, per ogni stazione sono stati determinati i seguenti parametri: temperatura, ossigeno disciolto, pH, conduttività, durezza, ammoniaca e fosfati.

La temperatura era misurata con termometro digitale con la precisione del decimo di grado; l'ossigeno disciolto è stato misurato seguendo il metodo Winkler; l'alcalinità e la durezza con la metodica indicata da Golterman, Clymo e Ohnstad (1978); infine l'ammoniaca e i fosfati sono stati determinati con metodo colorimetrico.

## **Alcune osservazioni sulle caratteristiche idrologiche della roggia**

### **TEMPERATURA**

L'andamento della temperatura è sensibilmente costante lungo tutto il corso della roggia (tab. 1). Piccole variazioni sono dovute essenzialmente alla copertura vegetale, alla profondità dell'acqua nonché ad altri eventuali fattori quali ad esempio l'abbondanza di vegetazione acquatica o l'apporto di scoline.

Il valore medio della temperatura, calcolato sul complesso delle 18 stazioni, mostra variazioni nel periodo di campionamento. Da valori medi di circa 10 °C nel febbraio 1983, la temperatura cresce gradualmente fino a 16.6 °C in luglio e quindi decresce fino a 7.4 °C nel febbraio 1984; nel marzo dello stesso anno risale fino a oltre 11 °C nuovamente.

Il valore minimo assoluto è stato raggiunto in febbraio con 6.7 °C nella stazione 6, mentre sono stati osservati massimi di 18 °C in luglio nelle stazioni 3, 13 e 14 (fig. 2).

La temperatura media annua calcolata su tutto il corso della Miliana è di 11.3 °C.

### **OSSIGENO**

L'ossigeno disciolto presenta quasi sempre valori alti (tab. III), con media variabile tra i 10 e i 12 mg/l. Il minimo valore trovato è stato di 8.11 mg/l nella stazione 1 in ottobre ed il massimo di 14.24 mg/l nella stazione 17 nel mese di febbraio.

Nell'ambito di questi valori la quantità di ossigeno disciolto è molto variabile in rapporto con la temperatura, con il tasso di respirazione e di

---

\* Ringrazio il dott. Angelo Mojetta per aver collaborato nella raccolta dei dati e del materiale.

**Tab. I - Dati di temperatura (°C). — Temperature data (°C).**

N. stazioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	medie	$\sigma$
2. 2.83	9.7	9.7	9.9	9.9	10	10.2	11		11.1	11.2	11.3	11.1	9.7	8.8	9.5	9.9		9.7	10.16	0.74
22. 3.83													10.8	11	11.2	11.8	11.6	11.4	11.30	0.37
16. 5.83	17					16.5	16.5	16.5	14.5	14	14	14	15	15	14	14	13.5	13	14.82	1.29
3. 7.83	18		18	17.5					16		15.5	15	18	18	17.5	16.5	15	15.5	16.70	1.25
5.10.83	13.7	14				14	13.8	13.6	13.7			13.6	14				14		13.82	0.17
14.11.83	10.3		8.9	9.2	8.9				9.5			9.5				9.5			9.40	0.47
12. 1.84	7.9		7.8		7.5			7.3	7.4				7.6		7.3				7.54	0.23
16. 2.84		8.5		7.6		6.7	7.4										7.2		7.48	0.66
28. 3.84	10.5	10.8	11.1	11	11	11.1	11.8	12.1			12.1	12.1			12				11.41	0.60

**Tab. II - Dati di pH osservati nelle stazioni.  
pH data observed in the sampling stations.**

N. stazioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	medie	$\sigma$
2. 2.83	7.5	7.7	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0		8.2	8.2	8.1	8.1	7.9	7.9	7.9	7.9		8.0	7.95	0.17
22. 3.83													7.4	7.9	7.9	8.0	7.8	7.6	7.76	0.22
16. 5.83	8.2					8.3	8.2	8.3	8.2	8.0	7.8	7.8	8.2	8.1	8.0	7.7	7.5	7.1	7.95	0.34
3. 7.83	8.2		8.4	8.4					8.1		7.8	7.5	7.9	8.2	8.2	8.0	7.5	6.8	7.91	0.46
5.10.83	7.2	7.5				7.7	7.9	7.9	7.8			8.0	8.1				8.0		7.78	0.28
14.11.83	7.3		7.6	7.7	7.7				8.0			8.1				8.1			7.78	0.29
12. 1.84	7.9		7.8		7.5			7.3	7.4				7.6		7.3				7.54	0.23
16. 2.84		7.7		7.8		7.9	7.8										7.9		7.82	0.83
28. 3.84	7.6	7.7	7.7	7.8	7.9	8.0	8.2	8.2			8.2	8.2			8.3				7.98	0.25



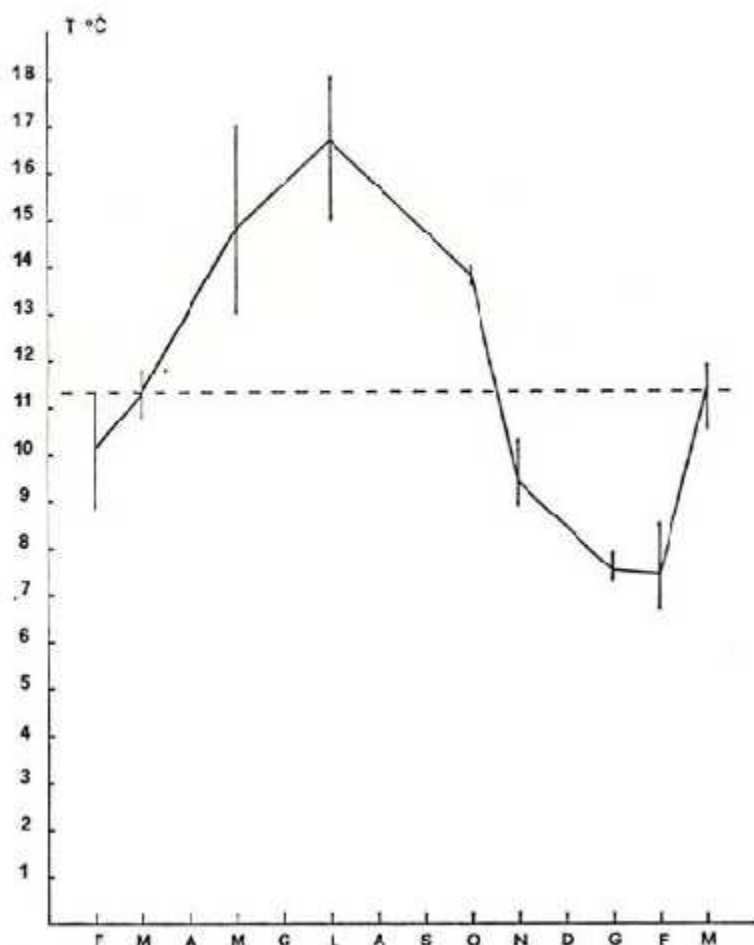


Fig. 2 - Andamento della temperatura espressa in °C. Linea continua: valori medi; linea tratteggiata: valore medio annuale.

State of temperature expressed in °C. Continuous line: monthly average temperature; broken line: annual average temperature.

fotosintesi, infine con la turbolenza dell'acqua determinata dalla presenza di piccoli salti e rapide.

In talune stazioni accumuli di materiale vegetale in decomposizione (in particolare nella stazione 1) determinano basse quantità di ossigeno disciolto.

I valori percentuali di saturazione dell'ossigeno variano in modo sensibile e nel tempo e da stazione a stazione. Come si vede in tabella III, 57 su un totale di 86 valori sono superiori al 100/100.

#### pH

I valori medi di pH sono sempre compresi fra 7 e 8 (fig. 3). Valori massimi di 8.4 sono stati rilevati in luglio nelle stazioni 3 e 4; sempre in luglio un valore minimo di 6.8 è stato registrato nella stazione 18.

E' interessante notare che nelle stazioni 1 e 2, in prossimità della sor-

Tab. III - Valori dell'O<sub>2</sub> disciolto (mg/l). — Dissolved O<sub>2</sub> data (mg/l).

N. stazioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	medie	$\sigma$
2. 2.85 O <sub>2</sub> %	11.40 100	12.40 108	12.20 107	12.40 109	12.60 110	12.50 110	12.90 116		13.00 117	12.90 116	12.70 115	12.10 109	12.30 107	11.80 101	11.50 100	11.60 102		11.60 101	12.24	0.53
22. 3.83 O <sub>2</sub> %													10.60 95	11.05 100	11.27 102	11.60 106	10.97 103	9.47 86	10.82	0.74
16. 5.83 O <sub>2</sub> %						13.38 136	13.39 136	13.33 135	12.70 124	12.31 119	11.75 112	11.28 105	12.15 120	11.80 116	11.50 110	10.70 105	10.00 96	9.20 87	11.80	1.20
3. 7.83 O <sub>2</sub> %	10.80 114		12.60 134	12.40 130					11.30 112		10.30 102	10.00 98	10.30 100	10.80 114	11.65 122	10.90 110	10.00 98	8.21 82	10.74	1.18
5.10.83 O <sub>2</sub> %	8.11 78	10.05 96				10.11 97	10.35 100	10.35 100	10.76 103			10.06 96	10.75 104				9.66 94		10.02	0.79
14.11.83 O <sub>2</sub> %	9.21 82		10.75 91	0.96 94	11.35 96				11.76 102			12.08 105				11.76 102			11.12	0.96
12. 1.84 O <sub>2</sub> %	10.23 85		11.97 99		11.98 99			12.01 99	12.78 104				12.47 102		12.83 106				12.03	0.87
16. 2.84 O <sub>2</sub> %		11.56 98		12.17 100		14.04 112	12.58 104										14.24 116		12.91	1.17
28. 3.84 O <sub>2</sub> %	10.95 97	10.56 95	12.09 109	12.33 110	13.31 120	12.59 113	12.77 116	11.78 109			11.98 110	12.05 110			12.04 110				12.04	0.77



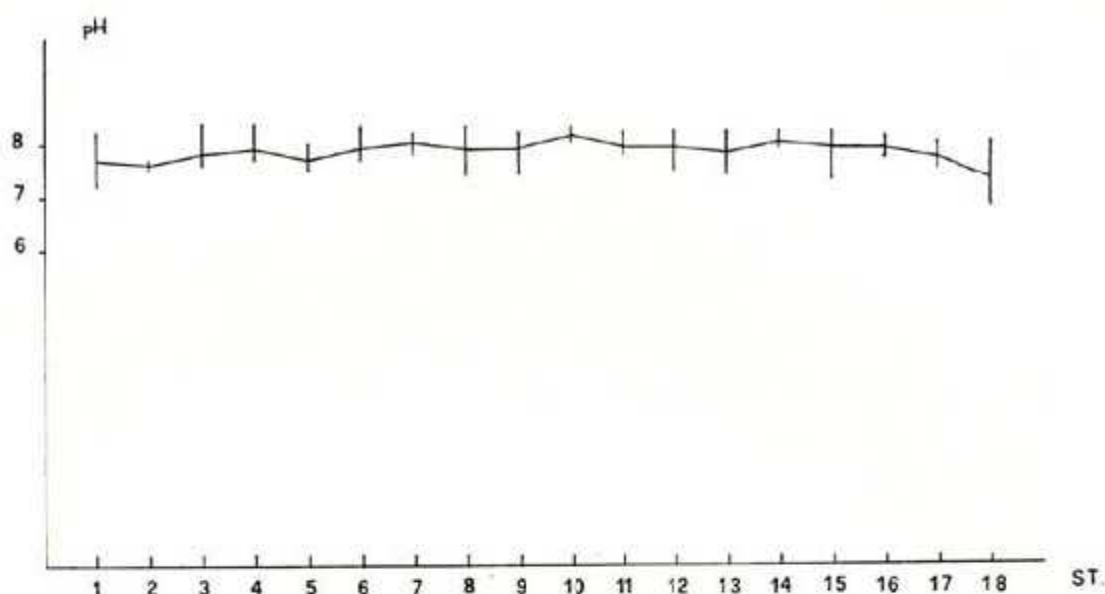


Fig. 3 - Andamento dei valori medi di pH nelle 18 stazioni. Per ogni stazione è segnato il valore massimo e quello minimo.

State of average pH values in the 18 sampling stations. Maximum and minimum values are given for every station.

gente, e nella stazione 18, in prossimità della confluenza con il F. Stella, si registrano spesso valori più bassi rispetto alle altre stazioni; questo probabilmente è dovuto alla grande quantità di vegetali in decomposizione.

#### AMMONIACA E FOSFATI

La presenza di ammoniaca e fosfati è stata ricercata con metodo colorimetrico piuttosto grossolano che consentiva di valutare i due tipi di composti in dosi rispettivamente maggiori di 0.25 ppm e di 1 ppm.

In tutti i campionamenti effettuati entrambi i parametri hanno mostrato valori inferiori a quelli apprezzabili con il metodo utilizzato.

#### ALCALINITA' E DUREZZA

L'alcalinità determinata con il metodo «alcalinità totale e fenoftaleinica» ed espressa in mg/l di  $\text{HCO}_3$ , mostra medie mensili, calcolate sui valori rilevati in tutte le stazioni della roggia, variabili da 186 a 241 mg/l di  $\text{HCO}_3$  (tab. IV).

La durezza, determinata mediante titolazione con EDTA (Rodier 1975), ed espressa in mg/l di  $\text{CaCO}_3$ , mostra medie mensili, calcolate sulle 18 stazioni di prelievo, variabili da 153 a 322 mg/l di  $\text{CaCO}_3$  (tab. V).

#### Osservazioni sulla fauna ittica della roggia

Durante la campagna di studio sono stati catturati complessivamente 193 esemplari di *Salmo trutta m. jario*, 5 *Salmo trutta m. marmoratus*, 4 ibridi delle due forme precedenti, 17 *Salmo gairdneri*, 108 *Esox lucius*, 29 *Rutilus rubilio*, 78 *Leuciscus cephalus cabeda*, 83 *Scardinius erythroph-*

**Tab. IV - Dati riguardanti l'alcalinità totale (mg/l di  $\text{MCO}_3$ ),  
Total alkalinity data (mg/l of  $\text{HCO}_3$ ).**

N. stazione Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	medie
2. 2.83	226	195	140	201	195	165	183		183	159	183	195	213	201	183	183		183	186
22. 3.83													213	201	195	165		201	195
16. 5.83	213					213	213	207	220	201	220	220	226	213	232	232	232	220	218
3. 7.83	213		238	244					244		240	242	250	238	249	249	246	244	241
5.10.83	262	224				241	234	226	234				224	238				229	234
14.11.83	220		215	191	202				210				191			207			205
12. 1.84	238		221		231			244	229				212		220				227
16. 2.84		224		240		235	232											235	233
28. 3.84	242	218	220	226	223	226	217	215			223	217			217				222
medie per stazione	230	215	206	220	212	216	215	223	220	180	216	214	225	213	216	207	235	212	

**Tab. V - Dati riguardanti la durezza (mg/l di  $\text{CaCO}_3$ ),  
Hardness data (mg/l of  $\text{CaCO}_3$ ).**

N. stazioni Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	medie
2. 2.83	182	150	142	156	154	152	140		154	138	150	156	156	164	160	146		160	153
22. 3.83													170	158	152	154		166	160
16. 5.83	286					276	278	288	290	296	272	292	302	310	294	300	292	316	291
3. 7.83	310		322	300					318		292	318	322	304	314	330	320	314	313
5.10.83	328	294				308	310	314	296			324	288				286		305
14.11.83	328		332	314	320				300			298				314			315
12. 1.84	306		312		312			310	314				318		310				311
16. 2.84		318		330		330	320											316	322
28. 3.84	328	316	304	314	308	310	306	290			302	306			304				308
medie per stazione	295	269	282	282	273	275	270	300	278	217	254	282	259	234	255	248	303	239	



*thalmus*, 15 *Alburnus alburnus alborella*, 66 *Anguilla anguilla*, 8 *Padogobius martensi*, 3 *Orsinigobius punctatissimus* e 245 *Cottus gobio* (tab. VI).

La distribuzione delle 6 specie ittiche più frequentemente catturate è riportata in figura 5. E' stato calcolato il valore medio del pescato per prelievo riguardo ad ogni famiglia considerata (tab. VII B) e questo infine è stato espresso in percentuale rispetto alle catture globali di ogni stazione (tab. VII C).

In tabella VII A viene riportato il peso delle catture effettuate durante i prelievi.

#### SALMO TRUTTA m. FARIO

La specie è presente lungo tutto il corso della roggia (fig. 4). Sono stati catturati 193 esemplari per un peso totale di 18.819 g (tab. VI) con valore medio di 97,50 g. Il peso medio calcolato per ogni prelievo è di 362,81 g di pesce (tab. VII B).

Per quanto riguarda la lunghezza totale delle fario i valori più frequenti sono quelli compresi tra 130 mm e 140 mm. Le lunghezze totali massima e minima osservate sono rispettivamente 355 mm e 70 mm, per un peso corrispondente di 300 g e 5 g.

#### SALMO TRUTTA m. MARMORATUS

Durante tutta la campagna di rilevamento sono stati catturati solo 5 esemplari, per un peso complessivo di 955 g (peso medio di 191 g) (tab. VI). L'individuo di più grossa taglia proviene dalla stazione 16 e misura 360 mm di lunghezza totale e 395 g di peso. I valori minimi osservati sono 62 mm per 3 g di peso e si riferiscono ad una trotella pescata nella stazione 9.

Rispetto a quanto segnalato precedentemente (Buda Dancevich et Alii, 1982) *Salmo trutta m. marmoratus* ha subito un notevole calo numerico. E' da tenere presente che per il genere *Salmo* il numero degli individui viene continuamente rimaneggiato da semine con fario e iridea dagli Enti preposti.

#### SALMO GAIRDNERI

*Salmo gairdneri* è stata catturata in otto stazioni di prelievo. Il campione è costituito da soli 17 esemplari il cui peso totale è di 1536 g, quello medio è di 90,35 g (tab. VI).

I valori massimi e minimi per la lunghezza totale sono rispettivamente di 240 mm e 110 mm per un peso corrispondente di 120 g e 17 g.

Sono stati infine pescati quattro esemplari, presumibilmente forme ibride tra fario e marmorata. Il peso totale del pesce campionato è di 96 g con valore medio di 24 g per esemplare (tab. VI). La lunghezza massima osservata è di 155 mm, il peso corrispondente di 53 g, mentre il valore minimo è di 102 mm per un peso di 13 g.

#### ESOX LUCIUS

Sono stati pescati complessivamente 108 esemplari di *Esox lucius*. Le

Tab. VI - Numero degli esemplari catturati e peso in g per prelievo nelle 18 stazioni.  
 Captured individuals number and weight (g) for drawing in the eighteen stations.

Stazioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	Totale
Specie	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)	n w (g)
<i>Salmo trutta m. fario</i>	11 (966)	4 (977)	8 (648)	11 (1244)	12 (393)	11 (1213)	21 (3097)	13 (1263)	13 (1777)	9 (868)	21 (1749)	7 (785)	14 (1373)	10 (484)	2 (41)	18 (1476)	8 (465)	193 (18819)
<i>Salmo trutta m. marmoratus</i>								1 (300)	2 (5)						2 (650)			5 (955)
<i>Salmo gairdneri</i>						2 (326)	1 (164)	1 (102)	1 (110)	1 (74)	8 (564)		2 (76)				1 (120)	17 (1536)
Forme ibride		2 (66)											2 (30)					4 (96)
<i>Esox lucius</i>	8 (614)	15 (1367)	11 (1014)	8 (647)	5 (395)	7 (767)	7 (441)	13 (1203)	6 (821)		2 (172)	4 (375)	9 (699)	3 (181)		4 (240)	6 (831)	108 (9767)
<i>Rutilus rubilio</i>				5 (41)	21 (226)								3 (35)					29 (302)
<i>Leuciscus cephalus cabeda</i>	3 (1100)			4 (1259)		4 (976)	5 (1566)	7 (2941)	11 (4210)	3 (1713)	19 (8323)	13 (3600)	2 (102)	6 (1758)		1 (455)		78 (28003)
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	5 (120)			8 (395)	14 (467)			16 (681)	5 (210)	3 (189)	8 (386)		9 (457)	11 (503)		4 (83)		83 (3490)
<i>Alburnus alburnus alborella</i>								2 (36)	7 (70)	6 (61)								15 (167)
<i>Anguilla anguilla</i>	6 (1245)			5 (1015)		4 (1450)	3 (1290)	12 (4475)	4 (1290)		6 (1260)	10 (1730)	10 (2601)			6 (1585)		66 (17941)
<i>Padogobius martensi</i>	1 •			3 •	1 •			1 •	2 •									
<i>Orsinogobius punctatissimus</i>	1 •			2 •														
<i>Cottus gobio</i>	73 (309)	18 (55)	3 (24)	6 (32)	3 (14)	15 (85)	5 (19)					1 (5)	8 (36)	1 (2)	1 (31)	52 (209)	59 (279)	245 (1100)



**Tab. VII A - Peso (g) del pescato calcolato per Famiglia in ogni stazione.**  
**Families weight (g) calculated in every station.**

Stazioni Famiglie	1 w (g)	2 w (g)	3 w (g)	4 w (g)	5 w (g)	6 w (g)	7 w (g)	8 w (g)	9 w (g)	11 w (g)	12 w (g)	13 w (g)	14 w (g)	15 w (g)	16 w (g)	17 w (g)	18 w (g)	Totale per famiglia
Salmonidae	966	1043	648	1244	393	1539	3261	1665	1892	942	2313	785	1479	484	691	1476	585	21406
Esocidae	614	1367	1014	647	395	767	441	1203	821		172	375	699	181		240	831	9767
Cyprinidae	1220			1695	693	976	1566	3658	4490	1963	8709	3600	594	2261			538	31963
Anguillidae	1245			1015		1450	1290	4475	1290		1260	1730	2601			1585		17941
Cottidae	309	55	24	32	14	85	19					5	36	2	31	209	279	1100
Totale per stazione	4354	2465	1686	4633	1495	4817	6577	11001	8493	2905	12454	6495	5409	2928	722	4048	1695	

**Tab. VII B - Peso medio (g) del pescato per prelievo riguardo alle stazioni.**  
**Families average weight (g).**

	1 w (g)	2 w (g)	3 w (g)	4 w (g)	5 w (g)	6 w (g)	7 w (g)	8 w (g)	9 w (g)	11 w (g)	12 w (g)	13 w (g)	14 w (g)	15 w (g)	16 w (g)	17 w (g)	18 w (g)	
Salmonidae	161	260.75	216	414.60	131	384.75	815.25	333	378.40	942	578.25	261.66	493	121	345.50	492	195	362.81
Esocidae	102.30	341.75	338	215.66	131.66	191.75	110.25	240.60	164.20		43	125	233	45.25		80	277	171.35
Cyprinidae	203.30			565	231	244	391.50	731.60	898	1963	2177.25	1200	198	565.25			179.33	680.06
Anguillidae	207.5			338.33		362.5	322.50	895	258		315	576.66	867			528.33		448.52
Cottidae	51.5	13.75	8	10.66	4.66	21.25	4.75					1.66	12	0.5	15.5	69.66	93	22.44
N. prelievi	6	4	3	3	3	4	4	5	5	1	4	3	3	4	2	3	3	

**Tab. VII C - Peso medio (g) percentuale di ogni Famiglia calcolato per stazione.**  
**Families per cent average weight (g).**

	1 w (g)	2 w (g)	3 w (g)	4 w (g)	5 w (g)	6 w (g)	7 w (g)	8 w (g)	9 w (g)	11 w (g)	12 w (g)	13 w (g)	14 w (g)	15 w (g)	16 w (g)	17 w (g)	18 w (g)	
Salmonidae	22.18	42.31	38.43	26.85	26.29	31.95	49.6	15.13	22.28	32.43	18.6	12.08	27.34	16.53	95.70	36.46	34.51	
Esocidae	14.10	55.46	60.15	13.96	26.42	15.92	6.7	10.94	9.66		1.37	5.77	12.92	6.18		5.93	49.03	
Cyprinidae	28.02			36.59	46.35	20.27	23.8	33.25	52.87	67.57	69.92	55.43	10.98	77.22			13.30	
Anguillidae	28.60			21.90		30.10	19.60	40.68	15.19		10.11	26.64	48.09				39.15	
Cottidae	7.1	2.25	1.42	0.7	0.94	1.76	0.3					0.08	0.67	0.07	4.30	5.16	16.46	

catture più abbondanti sono quelle relative alle stazioni 3, 2 e 18; è altresì evidente che la specie è distribuita in tutta la roggia che avendo acqua medio lenta e ricca vegetazione a idrofite, costituisce un ambiente ideale per il luccio (fig. 4 e 5). Questi dati sono in pieno accordo con quelli precedenti (Buda Dancevich et Alii, 1982).

Durante i campionamenti sono stati prelevati 9767 g totali di *Esox lucius*, con un valore medio per ogni esemplare di 171,35 g (tab. VI). La lunghezza totale massima osservata è di 440 mm e quella minima di 101 mm; i corrispondenti valori del peso sono 710 g e 6 g. I valori di lunghezza totale presenti con più elevata frequenza sono compresi fra 210 mm e 230 mm.

#### RUTILUS RUBILIO

*Rutilus rubilio* è stato catturato solo in tre occasioni cioè in aprile maggio e luglio 83, e comunque mai a monte della stazicne 4.

Il numero totale delle catture è di 29 esemplari per un peso complessivo di 302 g (tab. VI). Il valore medio per esemplare è di 10,41 g; la lunghezza totale massima è di 125 mm per un peso di 15 g, il valore minimo osservato è di 60 mm con un peso corrispondente di 5 g.

Per la specie la lunghezza totale più frequentemente osservata nel campione è compresa tra 96 mm e 101 mm.

Osservazioni personali di campagna fanno ritenere che la specie risalga la Miliana, in gruppi relativamente numerosi, provenendo dal F. Stella.

#### LEUCISCUS CEPHALUS CABEDA

Dalla lettura della tabella VI *Leuciscus cephalus cabeda* risulta, in termini di peso, il ciprinide più abbondante. Il pescato complessivo è di 28003 g con valore medio per esemplare di 359,01 g.

L'esemplare di maggiori dimensioni misura 440 mm di lunghezza totale e pesa 1100 g. Il valore minimo di lunghezza totale osservata è di 100 mm per un peso di 8,64 g. La classe di lunghezza totale con più alto numero di osservazioni è compresa tra i limiti 300 mm e 320 mm.

Come si vede da fig. 5 e tav. VI *Leuciscus cephalus cabeda* è stato pescato lungo l'intero corso della Miliana e durante tutta la campagna di studio. Una più alta concentrazione di esemplari è stata osservata nelle zone con abbondante vegetazione acquatica, determinando questa una più elevata variabilità ambientale ed essendo la componente principale, a volte unica, della dieta del ciprinide.

#### SCARDINIUS ERYTHROPHthalmus

Per quanto riguarda la distribuzione della scardola valgono le stesse osservazioni fatte per la specie precedente (fig. 5).

Gli esemplari catturati sono stati 83. Si sono pescati 3490 g di pesce, il cui peso medio per esemplare è di 42 g (tab. VI). La classe di lunghezza con più alta frequenza relativa è quella compresa fra i limiti di 150 mm



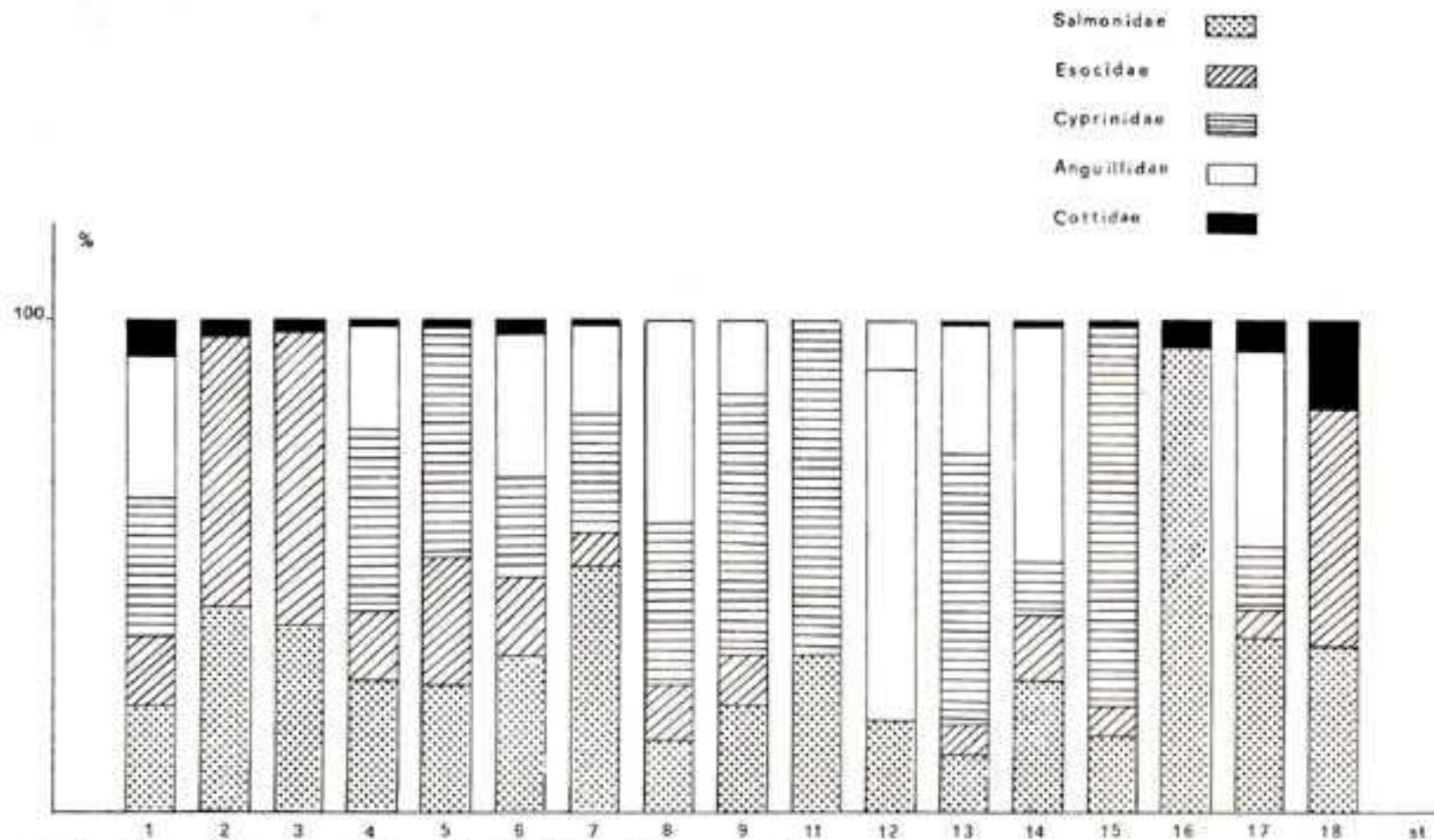


Fig. 4 - Composizione percentuale media della fauna ittica per stazione.  
 Mean per cent composition of fish fauna in the sampling stations.

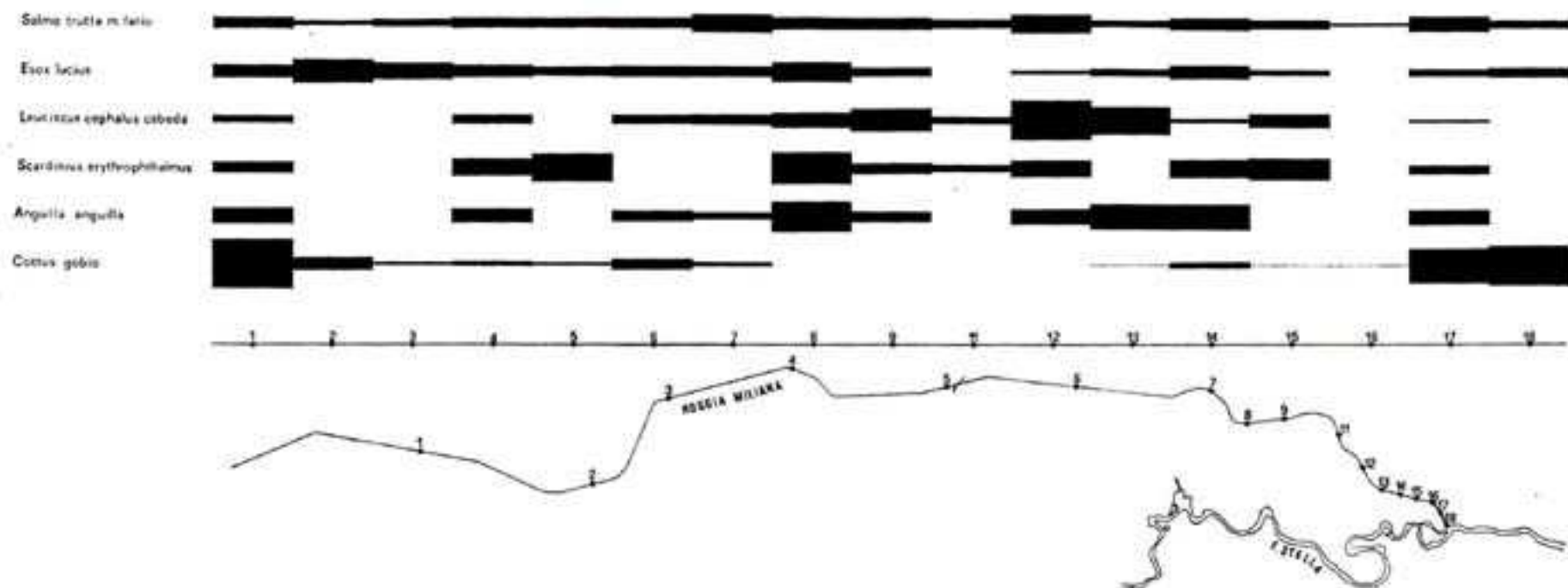


Fig. 5 - Dislocazione delle stazioni di prelievo lungo la roggia Miliana.  
Distribution of sampling stations along Miliana roggia (irrigation ditch).



e 160 mm. La lunghezza totale massima osservata è di 265 mm e quella minima di 70 mm, con pesi corrispondenti di 93 g e 4 g.

#### ALBURNUS ALBURNUS ALBORELLA

Pur essendo specie gregaria *Alburnus alburnus alborella* è stata ritrovata in piccolissimi branchi ed a volte anche isolatamente.

In tutta la campagna sono stati pescati solo 15 esemplari provenienti dalle stazioni 8, 9, 11.

I valori del peso totale e medio del pescato sono rispettivamente 167 g e 11,13 g (tab. VI). Nel campione studiato la lunghezza totale massima è di 130 mm ed il peso corrispondente è di 30 g; la lunghezza minima osservata è di 82 mm con peso corrispondente di 6 g. I valori più frequenti della lunghezza totale sono compresi tra 92 mm e 97 mm.

#### ANGUILLA ANGUILLA

Le anguille raggiungono le acque della roggia risalendo lo Stella dalla laguna di Marano. *Anguilla anguilla* è l'unica specie oggetto di un intenso prelievo da parte dei pescatori di mestiere della zona (Paradisi e Specchi, 1985). Dalle testimonianze di alcuni rappresentanti della categoria sembra inoltre che i popolamenti di anguilla si stiano progressivamente riducendo soprattutto nelle acque interne più prossime al mare.

Nella Miliana sono stati pescati 66 esemplari per un peso totale di 17941 g (tab. VI). Il peso medio per prelievo effettuato corrisponde a 448,52 g, mentre quello medio per esemplare è di 271,83 g (tab. VII B). La lunghezza totale massima raggiunta è di 680 mm per un peso di 660 g, mentre la classe di lunghezza più frequente si trova fra i limiti di 420 mm e 450 mm.

#### COTTUS GOBIO

La specie è presente nel primo tratto della Miliana e in prossimità della foce (fig. 5 e tab. VI).

Su un totale di 245 esemplari le pescate più abbondanti si sono verificate nelle stazioni 1, 2, 17, 18 (tab. VI e fig. 5). Durante la campagna di studio per ogni prelievo si sono pescati in media 22,44 g di *Cottus gobio* per un totale di 1100 g (tab. VII B). Il peso medio di ogni esemplare corrisponde a 4,48 g. La classe di lunghezza totale più frequente è compresa nei limiti 63 mm e 67 mm per gli scazzoni prelevati presso la confluenza con lo Stella e tra i limiti di 60 mm e 64 mm per gli esemplari catturati presso le sorgenti. L'esemplare di maggiori dimensioni ha raggiunto 115 mm di lunghezza totale e 31 g di peso; il valore minimo della lunghezza totale è di 31 mm per un peso di 0,55 g.

*Cottus gobio* è specie tipica, per le zone di pianura di rogge e fontanili (Alessio e Gandolfi, 1983). Nella regione Friuli-Venezia Giulia la specie è ubiquista.

#### PADOGOBIUS MARTENSI

*Padogobius martensi* (ghiozzo di fiume) è ottimo indicatore di acque

pulite. La esigua consistenza numerica della popolazione è quindi verosimilmente dovuta alla abbondante presenza nello stesso ambiente dello scazzone, specie con cui il ghiozzo difficilmente convive (Alessio e Gandolfi, 1983).

Molto interessante è stato il ritrovamento di *Orsinigobius punctatissimus*; questa specie è anch'essa tipica di rogge e fontanili, ambienti che garantiscono acque limpide e con temperature costanti.

Le notizie riguardanti la distribuzione sono molto scarse: venne segnalato nel F. Tagliamento e nel F. Sile in Veneto da Giglioli nel 1880 (Tortonese XI, 1975), e catturato nel F. Livenza e nel Vicentino da Gandolfi. Si tratta quindi di un ulteriore ritrovamento della specie nelle acque interne del Friuli-Venezia Giulia, che riveste notevole importanza nella definizione dell'area di distribuzione della specie.

### Conclusioni

L'indagine svolta sulla roggia Miliana ha avuto lo scopo di caratterizzare le condizioni idrologiche e la consistenza qualitativa della fauna ittica di un ambiente tipo della Bassa Friulana.

Come è intuibile, trattandosi di acque di risorgiva, le variazioni di tutti i parametri chimico fisici considerati sono piuttosto contenute.

La fauna ittica è ben rappresentata come numero di specie: assieme ai Salmonidi (*Salmo trutta m. fario*, *Salmo trutta m. marmoratus*, e *Salmo gairdneri*) tipici delle acque della zona, sono presenti molte specie di Ciprinidi (*Rutilus rubilio*, *Leuciscus cephalus cabeda*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Alburnus alburnus alborella*) nonchè *Anguilla anguilla*, *Esox lucius*, *Padogobius martensi*, *Orsinigobius punctatissimus* e *Cottus gobio* (tab. VIII).

La distribuzione delle specie ittiche lungo la roggia è legata al tipo di fondale e alla presenza e copertura della vegetazione acquatica.

La raccolta con lo storditore, come è noto, ha dei limiti riguardanti

**Tab. VIII - Elenco delle specie ittiche catturate nella roggia Miliana.**  
Fish species list captured in the roggia Miliana.

SALMONIDAE	<i>Salmo trutta m. fario</i> L.	trota fario
	<i>Salmo trutta m. marmoratus</i> Cuv.	trota marmorata
	<i>Salmo gairdneri</i> Richardson	trota iridea
ESOCIDAE	<i>Esox lucius</i> L.	luccio
CYPRINIDAE	<i>Rutilus rubilio</i> (Bp.)	triotto
	<i>Leuciscus cephalus cabeda</i> Risso	cavedano
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	scardola
	<i>Alburnus alburnus alborella</i> (L.)	alborella
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla anguilla</i> (L.)	anguilla
GOBIDAE	<i>Padogobius martensi</i> (Gunther)	ghiozzo di fiume
	<i>Orsinigobius punctatissimus</i> Canestrini	panzarolo
COTTIDAE	<i>Cottus gobio</i> L.	scazzone



soprattutto il numero delle specie che rispondono allo stimolo del campo elettrico in modo differenziato e in rapporto con la stagione. La frequenza delle raccolte, tuttavia, sembra tale da escludere possibili mancanze soprattutto per ciò che si riferisce agli aspetti qualitativi. In questo primo lavoro vengono forniti dati riguardanti la struttura delle popolazioni ittiche mentre sono in elaborazione i dati riguardanti la dinamica almeno di quelle specie che sono state catturate in numero sufficiente di esemplari.

## Bibliografia

- Alessio G., Gandolfi G. - 1983 - Censimento e distribuzione attuale delle specie ittiche nel bacino del fiume Po. *Istituto di ricerca sulle acque. Consiglio nazionale delle ricerche*, Roma, 67, 1-92.
- Buda-Dancevich M., Paradisi S., Sillani G. e Specchi M. - 1982 - Osservazioni preliminari sulla distribuzione di alcune specie ittiche del Friuli-Venezia Giulia. *Quaderni E.T.P. Udine*, 5, 1-23.
- Golterman Clymo e Ohnstad - 1978 - Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. *IBP Handbook*, 8, 58-64.
- Lorenzoni G., Paiero P. - 1965 - Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale. Aspetti floristici di alcune stazioni forestali della Bassa Pianura Friulana. *Monti e boschi*, 2.
- Marchiori S., Sburlino G., Sillani L. - 1984 - Note sulla flora e vegetazione di una roggia della Bassa Pianura Friulana. *Gortania, Atti del Museo friulano di Storia naturale, Udine*, 6.
- Mosetti F. - 1983 - Sintesi sull'idrologia del Friuli-Venezia Giulia. *Quaderni E.T.P. Udine*, 6, 9-295.
- Paiero P. - 1965 - I boschi della Bassa Pianura Friulana. *Annali Acc. Ital. di Sc. Forestali*, 14, 1-137.
- Paradisi S., Specchi M. - 1985 - Note sulla pesca di mestiere nelle acque interne del Friuli-Venezia Giulia. *Quaderni E.T.P. Udine*, serie L, 1, 1-109.
- Rodier - 1975 - L'analyse de l'eau. *Dunod technique*, Paris, 1, 193-194.

## Ringraziamenti

Si ringraziano le guardie ittiche dell'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia per la collaborazione prestata, il Dr. P. Finocchio del Consorzio per la bonifica e lo sviluppo agricolo della Bassa Pianura Friulana per aver fornito la cartografia, il Prof. Gandolfi dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Parma per la revisione critica del lavoro.

## IL CICLO ANNUALE DELLA TEMPERATURA E DELLA TRASPARENZA NELLE ACQUE COSTIERE DEL LAGO DI GARDA

### *THE ANNUAL CYCLE OF THE WATER TEMPERATURE AND TRANSPARENCY IN THE COASTAL WATERS OF THE LAKE GARDA*

Franco Stravisi e Massimo Sandrini  
C.N.R. - Istituto Talassografico di Trieste

**Keywords.** Lake Garda, water temperature, Secchi disc, horizontal visibility.

**Abstract.** The characteristic annual cycles of the water temperature and transparency from the surface to 40 m depth in the Lake Garda are presented and discussed.

**Riassunto.** Viene descritto l'andamento annuale della temperatura e della trasparenza dell'acqua nello strato superficiale del Lago di Garda. I dati presentati si riferiscono a due punti di stazione, Garda e Torri, situati rispettivamente nel bacino lacustre secondario ed in quello principale; in ciascun punto sono stati effettuati, dal giugno 1982 al novembre 1983, una trentina di profili verticali di temperatura e di visibilità orizzontale con misure ogni 5 m di profondità da 0 a 40 m, e misure convenzionali di trasparenza con disco Secchi.

Le serie temporali sono state interpolate con combinazioni lineari di sei onde sinusoidali di periodo da un anno a due mesi: le curve continue così ottenute rappresentano il ciclo annuale tipico delle grandezze fisiche considerate, eliminando le variazioni a breve periodo. L'accuratezza della descrizione, sufficiente ad evidenziare le diversità di comportamento tra i due bacini, permette di offrire un quadro fenomenologico utile per studi più approfonditi dell'idrologia del lago.

**Summary.** The characteristic variations of the water temperature and transparency in the surface layer of the Lake Garda through the year are described. Data refer to two station points, Torri and Garda, representing the principal and the secondary basin of the lake respectively. At each point, about thirty vertical profiles of water temperature and horizontal visibility of white and black discs, with measurements at 5 m intervals from 0 to 40 m depth, have been performed from June 1982 to November 1983, together with conventional observations of vertical water transparency by means of Secchi discs.

The observed time series have been fitted by a superposition of six sinusoidal waves with a period from one year to two months, representing the typical annual cycle of the physical parameters above. The method is accurate enough to offer a satisfactory picture of the vertical propagation of the temperature wave and of the changes of the water transparency in the two basins.

### Introduzione

Il Lago di Garda si estende in latitudine tra 45°26' (Peschiera) e 45°54' N (Riva) alla quota di 65 m s.l.m. Una dorsale sommersa tra la penisola di Sirmione e la Punta S. Vigilio, con profondità massima di 60 m, divide il bacino principale da quello secondario di Peschiera-Garda. Il bacino prin-



principale, lungo 52 km e largo in media 5 km, è diretto da SSW a NNE; profondità media, massima, superficie e volume sono rispettivamente 168 m, 350 m,  $2.73 \times 10^8 \text{ m}^2$  e  $4.58 \times 10^{10} \text{ m}^3$  (IRSA 1974). Gli stessi dati, riferiti al bacino secondario, sono 34 m, 81 m,  $0.95 \times 10^8 \text{ m}^2$  e  $0.33 \times 10^{10} \text{ m}^3$ : il rapporto con il bacino principale è 35% per la superficie e 7% per il volume. Il bacino imbrifero del Garda ha una superficie di  $2.3 \times 10^9 \text{ m}^2$ ; con una precipitazione media annua di 1 m, tolte le perdite per evaporazione, si può stimare che la quantità d'acqua raccolta in un anno sia circa il 2% del volume del lago, che avrebbe quindi un tempo di ricambio dell'ordine di 50 anni.

Lo scopo di questa nota è di descrivere l'andamento annuale tipico, dalla superficie sino ad una profondità massima di 40 m, della temperatura e della trasparenza dell'acqua nel Lago di Garda. I dati di base sono quelli presentati da Sandrini (1984). Trattasi di profili verticali di temperatura e di misure di trasparenza con disco bianco e nero fatte sia in verticale dalla superficie (disco Secchi convenzionale) che in orizzontale a diverse profondità; le misure sono state eseguite per 18 mesi consecutivi in due punti di stazione, in prossimità di Garda e di Torri del Benaco (fig. 1). Le limitazioni sul numero delle stazioni e sulla profondità derivano da esigenze economiche, operative e di sicurezza nelle misure subacquee; le località indi-

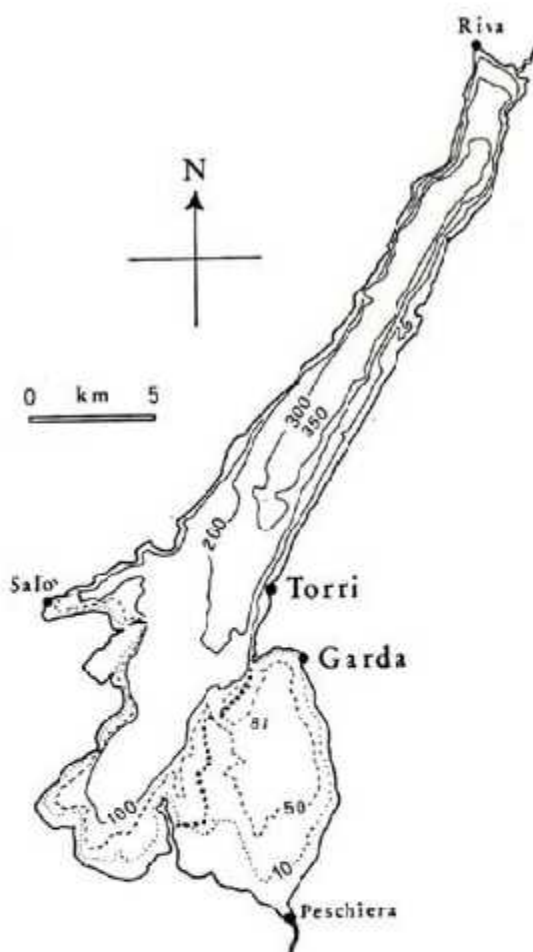


Fig. 1 - Lago di Garda: ubicazione delle stazioni.

Fig. 1 - Lake Garda (depth in m): NW principal basin and SE secondary basin. Hydrological stations are located in front of Torri and Garda.

viduate si possono comunque considerare rappresentative per il bacino benacense secondario (Garda) e per quello principale (Torri).

### **Dati di temperatura e trasparenza**

I punti di stazione (Garda e Torri) sono indicati nella fig. 1; la distanza dalla riva è quella corrispondente all'isobata di 50-60 m.

Le misure di temperatura dell'acqua sono state effettuate da bordo di un gommone, con un termometro a rovesciamento a bulbo protetto, montato su di un supporto ribaltabile mediante lancio di messaggero, calato con una sagola segnata ogni 5 m di profondità. La misura superficiale, indicata con 0 m, è in realtà riferita a circa 40 cm di profondità. Non sono state effettuate le usuali correzioni in base alla temperatura del termometro all'istante della lettura; nel caso dello strumento usato, ciò equivale ad una accuratezza di  $\pm 0.05$  °C. I dati riportati nelle tab. 1, 2 sono perciò arrotondati a 0.05 °C; tale precisione è proporzionata alle variazioni locali di temperatura che, nell'arco di tempo richiesto per l'esecuzione di un profilo, possono essere dell'ordine di 0.1 °C.

Le misure di trasparenza sono state effettuate contemporaneamente ai profili di temperatura, con dischi di 28 cm di diametro zavorrati, calati orizzontali al di fuori del cono d'ombra del gommone e guardati in verticale da bordo del medesimo (Tyler 1968). Oltre al disco Secchi convenzionale, sono stati usati contemporaneamente dischi di colore rosso, verde, blu e nero; le rispettive profondità di scomparsa sono state misurate anche dalla superficie dell'acqua facendo uso di un visore. La tab. 3 riporta i dati relativi alle profondità di scomparsa  $b$ ,  $n$  dei dischi bianco e nero rilevate nel modo convenzionale, ovvero senza visore. La serie completa dei dati è riportata da Sandrini (1984). L'accuratezza delle misure è del 3%. L'uso o meno del visore comporta massime differenze del 3%; tutti i dischi risultano generalmente visibili a profondità maggiori se guardati senza visore in acqua poco trasparente ( $b < 10$  m), con visore in acqua più trasparente ( $b > 10$  m).

Oltre alle misure nella colonna d'acqua, sono state effettuate misure di visibilità orizzontale alle profondità di 5, 10, 15, 20, 25, 30 m, con operatore subacqueo munito di maschera. Come bersaglio sono stati usati due dischi, bianco e nero (identici a quelli usati per le misure di trasparenza), tenuti verticali alla profondità voluta mediante un'asta lunga 2 m piantata nel fondo del lago lungo la linea di massima pendenza perpendicolare alla costa. L'operatore misurava la distanza di scomparsa sia del disco bianco (B) che di quello nero (N), visti sullo sfondo dell'acqua, mediante un nastro metrato teso orizzontalmente in direzione parallela all'isobata. Questo procedimento operativo è stato adottato vista la necessità di tenere i dischi fermi e perpendicolari alla direzione di osservazione; bisogna quindi ammettere l'eventuale influenza della prossimità del fondale sulle caratteristiche ottiche intrinseche dell'acqua. I dati di visibilità orizzontale sono riportati nelle tab. 4, 5.

I profili di temperatura e trasparenza dell'acqua rilevati a Garda e Torri sono discussi caso per caso da Sandrini (1984). Per l'estensione di



**Tab. 1 - Dati di temperatura della stazione di Garda.**  
**Tab. 1 - Water temperature data at Garda.**

Stazione: Garda		Temperatura dell'acqua / °C								
	Data	m 0	m 5	m 10	m 15	m 20	m 25	m 30	m 35	m 40
G 1	30.06.1982	23.20	20.35	18.80	17.25	14.50	11.75	10.00	9.00	8.60
G 2	7.07.1982	23.70	22.70	18.00	16.30	15.50	14.15	10.20	9.00	8.40
G 3	15.07.1982	24.30	23.70	20.25	17.70	15.20	13.00	10.80	9.85	9.35
G 4	28.07.1982	24.80	23.80	21.30	20.30	18.30	14.50	11.35	11.15	11.00
G 5	11.08.1982	23.10	21.70	19.90	19.60	19.10	17.15	15.80	14.00	12.80
G 6	26.08.1982	21.20	22.00	20.30	19.40	18.80	18.65	18.00	17.40	17.20
G 7	7.09.1982	21.40	21.10	20.50	19.40	19.10	18.70	18.40	18.00	17.10
G 8	23.09.1982	19.80	19.50	19.50	19.10	17.90	17.45	17.20	17.00	16.90
G 9	5.10.1982	17.00	16.40	16.10	15.50	14.70	14.20	13.80	13.50	13.40
G 10	6.11.1982	13.90	13.80	13.40	13.10	12.90	12.95	12.90	12.70	12.50
G 11	26.11.1982	12.20	12.00	11.90	12.00	11.80	11.90	11.50	11.50	11.30
G 12	10.12.1982	11.10	10.80	10.90	10.80	10.70	10.70	10.50	10.50	10.50
G 13	14.01.1983	8.70	8.70	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
G 14	4.02.1983	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20
G 15	18.03.1983	9.40	9.00	8.40	8.20	7.90	7.90	7.80	7.80	7.80
G 16	9.04.1983	11.50	11.00	10.80	10.10	9.50	9.10	8.60	8.50	8.50
G 17	23.04.1983	14.00	13.40	13.30	11.80	10.40	9.40	8.90	8.70	8.70
G 18	7.05.1983	14.50	14.00	13.10	11.70	9.90	8.80	8.50	8.50	8.40
G 19	28.05.1983	17.00	16.00	14.60	13.30	11.20	9.00	8.50	8.20	8.20
G 20	11.06.1983	18.50	18.00	16.80	15.70	14.40	12.20	9.50	9.20	9.10
G 21	25.06.1983	21.10	20.00	18.40	17.50	15.20	13.40	10.50	9.70	9.50
G 22	9.07.1983	22.60	22.00	20.00	18.90	16.50	13.90	10.60	9.90	9.40
G 23	30.07.1983	25.40	23.90	22.00	21.30	18.70	14.70	11.95	10.50	10.15
G 24	8.08.1983	26.50	25.30	23.00	20.00	17.45	16.00	15.00	14.50	14.00
G 25	15.09.1983	20.00	19.90	19.50	18.00	17.25	16.20	15.50	15.25	15.20
G 26	16.10.1983	18.50	18.40	18.20	17.35	16.30	15.10	12.55	10.80	10.50
G 27	15.11.1983	13.15	13.10	12.75	12.40	12.20	12.10	11.85	11.50	11.40

**Tab. 2 - Dati di temperatura della stazione di Torri.**  
**Tab. 2 - Water temperature data at Torri.**

Stazione: Torri		Temperatura dell'acqua / °C								
	Data	m 0	m 5	m 10	m 15	m 20	m 25	m 30	m 35	m 40
T 1	26.06.1982	22.00	20.10	18.20	15.90	11.20	10.90	9.30	9.00	8.80
T 2	3.07.1982	23.60	20.20	17.50	14.70	11.35	11.00	9.60	9.20	9.10
T 3	17.07.1982	21.80	20.50	18.90	17.10	14.15	12.30	10.50	9.65	9.30
T 4	31.07.1982	22.50	21.00	18.60	17.90	16.30	13.55	11.50	10.10	9.20
T 5	7.08.1982	22.70	20.50	19.00	17.35	16.80	15.55	13.60	10.50	10.20
T 6	21.08.1982	22.90	20.00	19.30	18.95	17.95	16.30	15.60	14.15	13.60
T 7	4.09.1982	21.80	19.65	18.10	17.90	17.15	16.05	14.20	13.85	13.80
T 8	18.09.1982	19.10	18.95	18.30	18.10	18.00	17.45	16.40	15.70	15.50
T 9	30.09.1982	17.15	17.00	16.95	16.70	16.55	16.10	15.60	15.45	15.10
T 10	9.10.1982	15.20	14.60	14.30	14.20	14.00	13.75	13.00	12.55	12.10
T 11	5.11.1982	13.20	12.70	12.50	12.00	12.20	12.10	12.00	11.80	11.70
T 12	27.11.1982	11.80	11.60	11.50	11.50	11.30	11.20	11.10	11.10	11.10
T 13	11.12.1982	11.10	11.00	11.10	11.10	11.00	10.80	10.80	10.90	10.80
T 14	15.01.1983	8.30	8.70	8.50	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40
T 15	5.02.1983	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30	8.30
T 16	19.03.1983	9.10	8.70	8.40	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20
T 17	10.04.1983	10.30	9.50	8.60	8.50	8.30	8.20	8.10	8.10	8.10
T 18	24.04.1983	12.80	11.60	10.00	9.30	8.50	8.30	8.20	8.20	8.20
T 19	8.05.1983	15.10	14.70	13.50	11.50	9.30	9.00	8.80	8.70	8.50
T 20	29.05.1983	17.30	17.00	16.30	15.20	12.70	9.80	9.30	9.00	8.70
T 21	12.06.1983	18.10	17.50	17.00	15.40	14.10	11.10	9.20	9.00	9.00
T 22	26.06.1983	20.40	19.20	18.00	16.00	14.10	10.10	9.60	9.30	9.10
T 23	10.07.1983	22.10	20.70	19.30	15.50	14.70	10.50	10.00	9.80	9.30
T 24	31.07.1983	25.00	22.60	20.30	16.05	14.30	11.15	9.50	9.20	9.05
T 25	10.08.1983	26.20	23.90	22.00	19.10	14.60	10.10	9.30	8.90	8.80
T 26	16.09.1983	20.40	19.90	19.60	18.70	17.40	16.00	11.00	9.90	9.00
T 27	15.10.1983	19.15	18.95	18.60	17.60	15.70	14.70	13.00	11.65	11.05
T 28	13.11.1983	14.10	14.00	13.80	13.50	13.15	12.50	11.75	11.60	11.60

Tab. 3 - Dati di trasparenza — disco Secchi bianco (b) e nero (n) — delle stazioni di Garda e Torri.

Tab. 3 - Data of vertical water transparency — Secchi (white) disc (b) and black disc (n) — at Garda and Torri.

Stazione: Garda			Stazione: Torri		
	b/m	n/m		b/m	n/m
G 1	8.2	4.6	T 1	9.0	5.4
G 2	7.5	4.5	T 2	8.0	4.6
G 3	7.2	4.4	T 3	6.1	4.5
G 4	6.5	4.0	T 4	6.0	3.9
G 5	7.0	3.7	T 5	7.4	4.5
G 6	6.6	3.3	T 6	8.0	4.8
G 7	8.6	4.5	T 7	9.0	5.0
G 8	9.4	5.2	T 8	9.7	5.1
G 9	9.9	5.9	T 9	10.0	5.9
G 10	9.6	5.8	T 10	10.0	6.3
G 11	9.4	5.8	T 11	10.6	6.5
G 12	12.2	7.0	T 12	10.8	6.7
G 13	12.7	9.2	T 13	12.0	7.8
G 14	13.5	9.5	T 14	13.8	9.5
G 15	16.0	10.0	T 15	15.0	10.0
G 16	14.0	7.5	T 16	15.6	10.2
G 17	11.8	6.7	T 17	12.0	7.0
G 18	6.5	2.5	T 18	11.0	6.4
G 19	4.0	2.4	T 19	7.5	3.0
G 20	6.0	3.5	T 20	4.5	2.5
G 21	8.5	5.4	T 21	7.5	4.0
G 22	7.5	4.7	T 22	9.0	4.9
G 23	5.0	2.5	T 23	7.8	4.5
G 24	4.6	2.5	T 24	5.8	4.0
G 25	5.0	2.5	T 25	7.5	4.5
G 26	5.5	3.3	T 26	7.5	4.0
G 27	7.5	4.8	T 27	8.0	4.5
			T 28	9.1	5.5

questa nota, i dati sono stati archiviati su dischetto magnetico e trattati con l'elaboratore Digital Minc 11 dell'Istituto Talassografico di Trieste.

### Il ciclo termico annuale

Data una serie di profili verticali di temperatura  $\vartheta(z_k, t_i)$  eseguiti in un punto fisso (nel nostro caso le stazioni di Garda e Torri), a quote  $z_k$  determinate ed in «istanti»  $t_i$  variamente intervallati lungo un arco di tempo complessivo maggiore di un anno, è conveniente ricavare il massimo delle informazioni sul ciclo termico annuale trascurando le variazioni di breve periodo. A tal fine è stato applicato ai dati termici del Lago di Garda un semplice procedimento di interpolazione già usato in un caso analogo nelle acque del Golfo di Trieste (Stravisi 1983).

Fissata la profondità  $z$ , la serie temporale  $\vartheta(z, i)$  è stata interpolata con

$$T(z, t) = T_a(z) + \sum_{n=1}^6 A_n(z) \cos \left\{ \frac{2\pi}{P/n} \left( t - f_n(z) \right) \right\}; \quad (1)$$



Tab. 4 - Dati di visibilità orizzontale — disco bianco (B) e nero (N) — della stazione di Garda.  
 Tab. 4 - Data of horizontal visibility — white disc (B) and black disc (N) — at Garda.

Stazione: GARDA

	m 5		m 10		m 15		m 20		m 25		m 30	
	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m
G 1	5.0	5.5	5.0	6.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	6.5	4.5
G 2	5.0	5.5	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	6.0	5.0
G 3	5.5	5.0	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	5.5	5.5	5.5	6.0
G 4	4.5	5.0	4.5	5.0	4.0	5.0	5.0	5.5	6.0	6.0	7.0	8.0
G 5	5.0	5.5	5.5	5.5	6.0	5.5	6.0	6.5	6.0	7.0	7.0	7.5
G 6	5.5	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	7.0	7.0	7.0	7.5	8.0	8.5
G 7	7.0	7.5	7.0	7.5	7.0	7.5	7.0	7.5	7.5	8.0	8.5	8.0
G 8	6.5	6.0	6.5	6.5	7.0	6.5	7.5	6.5	7.5	7.0	8.0	7.5
G 9	7.0	6.5	7.0	6.5	7.5	7.0	7.5	7.5	7.5	8.5	8.5	9.0
G 10	7.5	8.5	7.0	7.5	7.5	8.5	7.5	8.5	8.5	9.0	9.0	10.5
G 11	8.0	9.0	8.0	9.5	8.0	9.5	8.5	10.0	9.0	11.0	10.0	12.5
G 12	9.0	10.5	9.0	10.5	9.5	10.5	10.0	11.0	10.0	11.0	10.5	11.0
G 13	11.5	13.0	12.0	13.0	12.0	13.5	12.0	13.5	12.5	13.5	12.5	13.5
G 14	13.0	14.0	12.5	14.0	13.0	13.5	13.5	14.5	14.5	15.0	14.5	15.5
G 15	14.5	15.0	14.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.5	15.0	16.0	16.0
G 16	11.5	13.5	12.0	13.5	12.0	14.0	12.5	14.5	14.0	15.0	15.5	16.5
G 18	7.5	8.5	7.5	8.5	7.0	7.5	8.5	8.0	11.0	10.0	12.0	10.5
G 19	3.5	4.0	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	4.0	7.0	6.5	10.0	8.0
G 20	5.0	5.5	5.0	5.5	5.5	5.0	6.0	5.0	6.5	5.5	6.5	5.5
G 21	4.0	3.0	4.0	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	6.5	5.0	11.0	8.0
G 22	5.0	4.5	5.5	4.5	5.5	5.0	6.0	5.0	7.5	6.0	9.0	7.5
G 23	4.5	4.0	4.5	4.5	5.0	4.5	7.0	6.5	9.0	7.5	12.0	9.5
G 24	5.0	5.5	5.0	5.5	6.0	6.0	8.0	7.0	11.0	9.0	12.5	10.5
G 25	5.5	5.0	5.5	5.0	6.0	6.0	6.5	7.0	7.5	7.0	8.0	7.5
G 26	7.0	6.0	7.0	6.5	7.0	6.5	7.5	6.5	8.0	7.5	10.0	9.0
G 27	9.5	9.0	9.5	9.0	10.0	10.5	10.0	10.5	11.0	10.5	13.0	11.5

T rappresenta il best fit di  $\vartheta$  mediante la somma della temperatura media annuale  $T_a$ , di un'onda termica ( $n = 1$ ) di periodo annuale ( $P = 365.25$  d) e delle sue armoniche di periodo  $P/n$ ,  $n = 2, 6$ , pari a 6, 4, 3, 2.4, 2 mesi (183, 122, 91, 73, 61 giorni). L'onda armonica di periodo annuale  $P$  ( $n = 1$ ) è stata ottenuta col metodo dei minimi quadrati direttamente dai dati  $\vartheta$  (i); l'ampiezza e la fase  $A_2, f_2$  dell'onda semestrale sono state calcolate sulla differenza tra  $\vartheta$  (i) e l'onda annuale, e così via per  $n = 3, 6$  con un procedimento di esaurimento. La temperatura media, le ampiezze e le fasi così ottenute per le sei onde alle diverse profondità nelle due stazioni sono riportate nella tab. 6; sono altresì riportati gli scarti quadratici medi  $s$  tra i dati  $\vartheta$  (i) ed i corrispondenti  $T$  (i) tratti dal best fit (1). A proposito della sintesi armonica (1), possiamo notare che l'onda di periodo annuale è l'unica ad avere una precisa realtà fisica, in quanto direttamente correlata all'assorbimento superficiale della radiazione solare: la sua ampiezza infatti decresce verso il fondo mentre la fase aumenta. Un'analoga interpretazione non sussiste necessariamente per le armoniche superiori; il fatto che la loro ampiezza spesso aumenti con la profondità può dipendere dal carattere fittizio di tali onde, ma potrebbe anche essere indice di una variabilità di tipo non locale ma advettivo. Le fig. 2, 3 rappresentano i dati di temperatura

Tab. 5 - Dati di visibilità orizzontale — disco bianco (B) e nero (N) — della stazione di Torri.  
 Tab. 5 - Data of horizontal visibility — white disc (B) and black disc (N) — at Torri.

Stazione: TORRI

	m 5		m 10		m 15		m 20		m 25		m 30	
	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m	B/m	N/m
T 1	5.5	6.5	5.0	6.5	4.5	5.0	6.0	5.0	7.0	5.5	7.5	6.0
T 2	4.5	5.0	3.5	5.0	4.0	4.5	4.0	4.5	5.5	5.5	7.0	6.0
T 3	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	5.5	6.0	6.5	7.5	8.5
T 4	5.0	5.5	4.0	4.5	4.5	5.0	4.5	5.0	6.5	7.5	7.5	9.0
T 5	5.5	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	6.5	6.5	7.0	8.0	8.5	10.0
T 6	5.0	5.5	4.5	5.5	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.5	8.0	9.0
T 7	6.5	6.5	7.0	6.5	7.0	6.5	6.5	6.5	7.5	7.0	8.5	7.5
T 8	7.0	6.5	7.5	6.5	7.5	7.0	7.5	7.5	8.0	7.5	10.0	8.5
T 10	7.5	8.0	7.5	8.0	8.0	8.0	8.0	9.0	8.5	10.0	9.5	11.5
T 11	8.5	10.0	8.5	10.0	9.0	10.0	10.0	10.5	10.5	11.5	11.5	12.0
T 12	8.5	10.5	8.5	10.0	9.0	10.0	9.0	9.0	9.5	8.0	11.0	7.0
T 13	10.5	12.5	10.0	12.5	11.0	13.0	11.5	13.0	12.0	13.0	14.0	14.5
T 14	13.0	14.0	13.5	14.0	13.5	14.0	14.0	13.5	14.0	13.5	15.0	14.5
T 15	14.0	15.5	14.0	15.0	13.5	15.0	15.0	15.5	15.5	16.0	17.5	17.5
T 16	15.0	17.0	15.5	17.0	15.5	17.0	16.0	17.0	17.0	17.0	18.0	17.5
T 17	12.0	13.5	11.0	13.5	12.5	14.0	13.5	14.0	16.0	17.0	18.5	18.0
T 19	8.0	8.5	7.0	8.0	8.0	8.5	8.5	9.5	12.5	13.0	16.0	17.0
T 20	3.0	2.5	3.0	3.0	3.5	3.0	5.0	5.5	10.0	10.0	15.0	14.5
T 21	5.5	5.0	6.0	5.0	6.0	5.5	6.5	6.0	7.5	6.5	8.0	7.0
T 22	5.0	4.0	4.5	4.0	5.0	4.5	6.0	5.0	10.0	8.5	12.5	11.0
T 24	5.0	5.5	6.0	6.5	6.5	7.5	6.5	7.5	9.0	9.5	12.0	13.5
T 25	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5	4.0	6.0	7.0	10.0	11.5	14.0	16.0
T 26	7.0	5.0	7.0	5.0	6.0	5.0	7.0	5.5	6.5	6.5	9.0	8.0
T 27	7.0	6.0	7.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0	8.0	7.5	8.5	7.5
T 28	10.0	10.5	10.0	10.5	10.5	10.0	10.0	10.0	11.0	10.5	12.5	11.5

superficiale  $\vartheta(0, i)$  delle stazioni di Garda e Torri ed i rispettivi cicli annuali  $T(0, t)$  interpolati; gli scarti quadratici medi complessivi, rispettivamente  $0.8^\circ\text{C}$  e  $1.1^\circ\text{C}$  (tab. 6), rappresentano l'ordine di grandezza delle fluttuazioni termiche impulsive e di breve periodo ( $\leq 2$  mesi). Le fig. 4, 5 rappresentano i cicli annuali  $T(z, t)$  alle nove profondità fissate ( $z = 0,5, .40$  m) calcolati per Garda e Torri in base alle medie, ampiezze e fasi riportate nella tab. 6.

Si nota a prima vista l'omoterma caratteristica dei mesi invernali, seguita dal riscaldamento primaverile che porta ad un massimo termico che si attenua e ritarda con la propagazione in profondità. E' anche evidente la maggiore inerzia termica del bacino principale (Torri) rispetto a quello secondario (Garda). Media, ampiezza e fase dell'onda annuale ( $n = 1$ ) nelle due stazioni sono rappresentate nella fig. 6; lo strato d'acqua indagato è mediamente più caldo a Garda, con maggiori escursioni termiche e massime anticipate da qualche giorno in superficie a due settimane a 40 m.

Le fig. 7, 8 rappresentano l'evoluzione delle isoterme di  $T(z, t)$  nella colonna d'acqua a Garda e a Torri durante l'anno; omoterma e stazionarietà delle basse temperature invernali, riscaldamento primaverile a partire



Tab. 6 - Temperatura media annuale  $T_a$ , ampiezza  $A$  e fase  $f$  dell'onda termica annuale (periodo  $P = 365.25$  d) e delle sue armoniche ( $P/n$ ;  $n = 2, 6$ ) in funzione della profondità nelle stazioni di Garda e Torri. Scarto quadratico medio  $s$  tra le temperature misurate ed il best fit.

Tab. 6 - Annual mean temperature  $T_a$ , amplitude  $A$  and phase  $f$  of the annual wave (period  $P = 365.25$  d) and of its harmonics ( $P/n$ ;  $n = 2, 6$ ) as a function of depth at Garda and Torri. Root mean square difference  $s$  between the observed temperatures and the best fit.

Stazione: GARDA														
z/m	$T_a/^{\circ}\text{C}$	1) 365 d		2) 183 d		3) 122 d		4) 91 d		5) 73 d		6) 61 d		s/ $^{\circ}\text{C}$
		A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	
0	15.14	8.17	215	0.95	23	0.62	89	0.58	21	0.20	58	0.20	33	0.78
5	14.70	7.76	218	0.85	30	0.53	93	0.51	23	0.11	52	0.10	28	0.74
10	14.04	6.67	223	0.54	52	0.36	107	0.36	21	0.08	48	0.27	41	0.76
15	13.34	6.08	227	0.57	50	0.28	106	0.20	21	0.03	9	0.34	40	0.75
20	12.49	5.42	236	0.79	57	0.34	110	0.06	66	0.29	22	0.35	43	0.66
25	11.71	4.66	249	1.04	68	0.41	117	0.39	71	0.61	25	0.49	50	0.61
30	10.96	4.06	263	1.57	75	0.93	120	0.69	64	0.68	26	0.43	54	0.66
35	10.60	3.71	268	1.64	76	1.08	121	0.85	65	0.70	29	0.24	57	0.80
40	10.44	3.50	271	1.63	78	1.07	1	0.85	65	0.65	29	0.17	57	0.83

Stazione: TORRI														
z/m	$T_a/^{\circ}\text{C}$	1) 365 d		2) 183 d		3) 122 d		4) 91 d		5) 73 d		6) 61 d		s/ $^{\circ}\text{C}$
		A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	A/ $^{\circ}\text{C}$	f/d	
0	14.86	7.94	216	0.93	21	0.43	100	0.32	42	0.07	26	0.35	55	1.09
5	14.20	6.92	219	0.63	13	0.14	2	0.28	41	0.22	62	0.09	10	1.00
10	13.55	6.21	224	0.43	8	0.33	24	0.36	53	0.30	67	0.05	17	0.97
15	12.80	5.31	233	0.18	61	0.56	19	0.61	60	0.25	3	0.11	40	0.81
20	11.88	4.58	246	0.63	74	0.54	15	0.67	63	0.21	8	0.23	29	0.91
25	11.01	3.78	262	1.04	84	0.57	16	0.55	70	0.14	34	0.04	2	1.02
30	10.38	2.96	273	0.87	89	0.40	12	0.37	68	0.03	31	0.28	53	1.18
35	10.08	2.51	281	0.80	97	0.42	18	0.50	72	0.18	40	0.21	57	1.11
40	9.92	2.34	285	0.76	99	0.39	17	0.54	71	0.21	36	0.22	56	1.18

Tab. 7 - Media annuale, ampiezza A e fase f dell'onda annuale (periodo P = 365.25 d) e delle sue armoniche (P/n; n = 2, 6) della visibilità orizzontale H in funzione della profondità e della trasparenza verticale (disco Secchi bianco) nelle stazioni di Garda e Torri. Scarto quadratico medio s tra i dati ed il best fit.

Tab. 7 - Annual mean horizontal visibility  $H_a$ , amplitude A and phase f of the annual wave (period P = 365.25 d) and of its harmonics (P/n; n = 2,6) as a function of depth at Garda and Torri. Root mean square difference between the observed visibilities and the best fit.

Stazione: GARDA														
Visibilità orizzontale		1) 365 d		2) 183 d		3) 122 d		4) 91 d		5) 73 d		6) 61 d		s/m
z/m	$H_a/m$	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	
5	8.55	4.22	36	1.44	63	0.55	81	0.26	88	0.36	25	0.14	7	0.64
10	8.59	4.21	36	1.50	64	0.50	85	0.34	87	0.36	23	0.07	0	0.62
15	8.70	4.22	31	1.61	64	0.64	84	0.35	85	0.52	21	0.06	17	0.63
20	9.10	4.09	31	1.78	63	0.77	93	0.08	2	0.32	20	0.17	31	0.66
25	9.98	3.95	39	1.57	66	0.79	97	0.34	34	0.21	17	0.19	32	0.82
30	10.95	3.66	42	1.35	69	0.96	92	0.49	35	0.36	13	0.30	36	1.23
Disco Secchi														
	9.57	3.67	40	1.28	58	0.80	72	1.37	88	0.53	31	0.37	46	1.20
Stazione: TORRI														
Visibilità orizzontale		1) 365 d		2) 183 d		3) 122 d		4) 91 d		5) 73 d		6) 61 d		s/m
z/m	$H_a/m$	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	A/m	f/d	
5	9.21	4.85	32	1.35	62	0.77	77	0.43	91	0.31	29	0.18	7	0.77
10	9.10	4.82	31	1.42	62	0.72	74	0.42	87	0.31	21	0.26	14	0.85
15	9.26	4.98	33	1.31	64	0.77	81	0.48	91	0.15	24	0.30	18	0.94
20	9.78	4.79	36	1.42	65	0.58	83	0.15	90	0.29	14	0.04	28	0.84
25	11.17	4.44	51	1.30	73	0.68	94	0.50	30	0.42	7	0.25	49	1.14
30	12.84	4.37	60	1.36	73	1.06	107	0.98	35	0.47	70	0.18	46	1.88
Disco Secchi														
	10.29	3.41	29	1.14	57	0.61	58	0.79	85	0.58	27	0.50	51	0.87



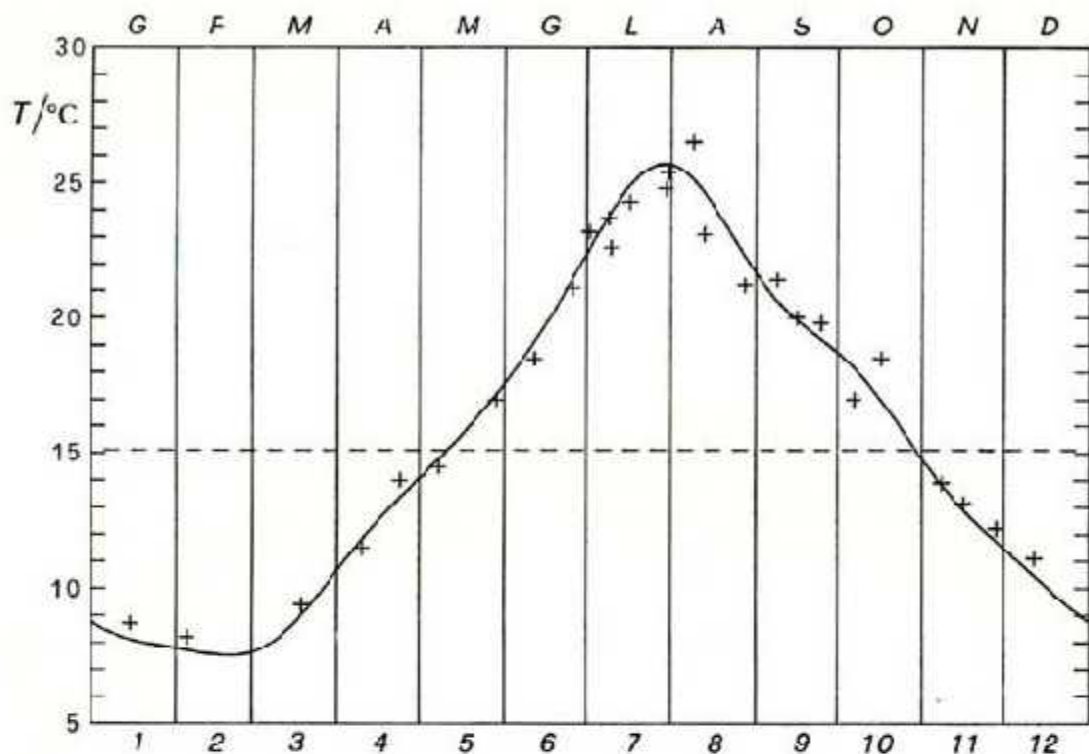


Fig. 2 - Stazione di Garda: dati di temperatura in superficie ( $z = 0$  m) e ciclo annuale interpolato (best fit con sei componenti armoniche).

Fig. 2 - Water temperature data (+) at the lake surface ( $z = 0$  m) and best fit  $T(0, t)$  at Garda.

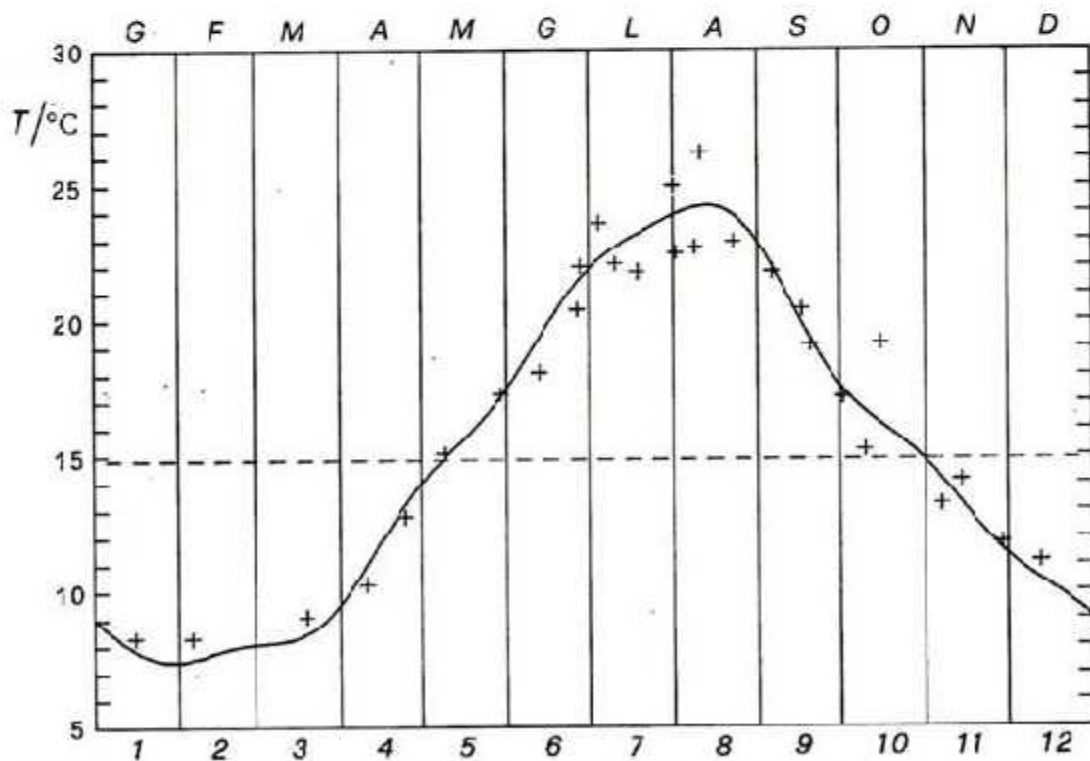


Fig. 3 - Stazione di Torri: dati di temperatura in superficie ( $z = 0$  m) e ciclo annuale interpolato (best fit con sei componenti armoniche).

Fig. 3 - Water temperature data (+) at the lake surface ( $z = 0$  m) and best fit  $T(0, t)$  at Torri.

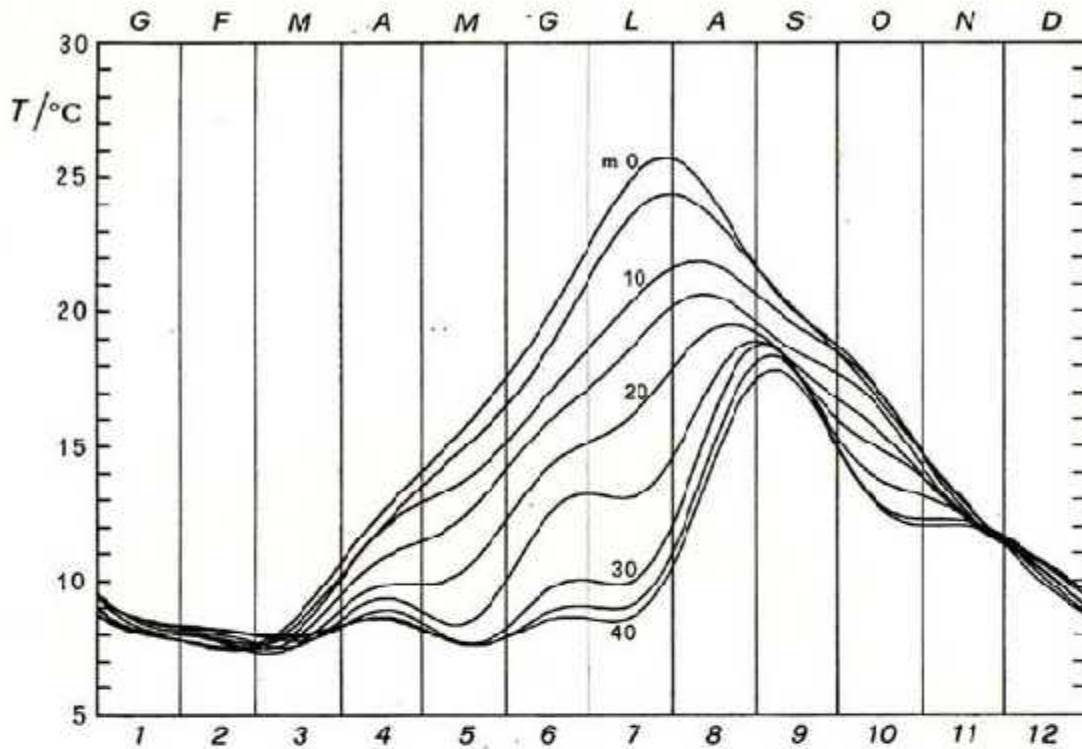


Fig. 4 - Stazione di Garda: ciclo annuale della temperatura (best fit con sei componenti armoniche) a 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 m di profondità.

Fig. 4 - Water temperature at Garda: best fit  $T(z, t)$  at  $z = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40$  m.

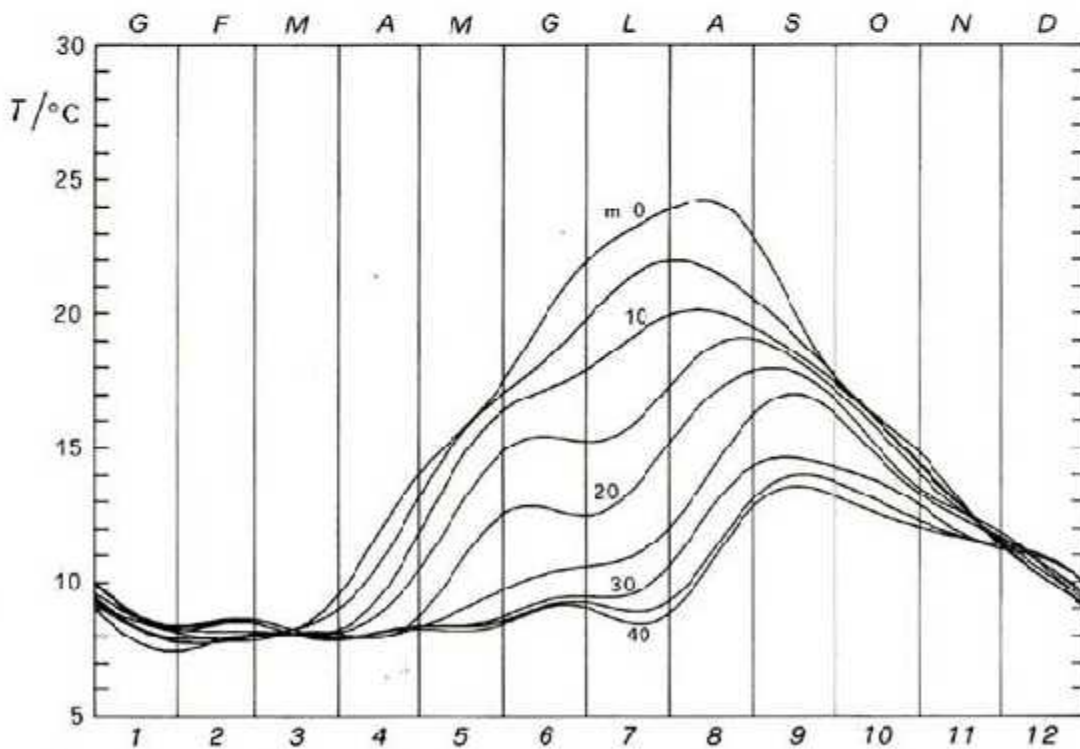


Fig. 5 - Stazione di Torri: ciclo annuale della temperatura (best fit con sei componenti armoniche) a 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 m di profondità.

Fig. 5 - Water temperature at Torri: best fit  $T(z, t)$  at  $z = 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40$  m.



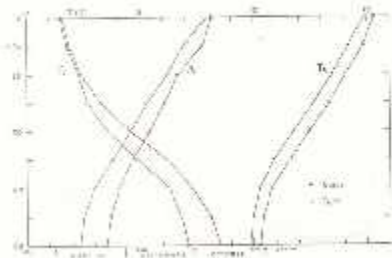


Fig. 1. Mappa, isopleth e linee del livello stesso di umidità relativa ( $P = 30125$ ) di corrispondenza a Gatti e Tort.

Fig. 2. Mappa  $T_{\text{max}}$  osservata. A sul piano  $z$  al fine temperature osservate sono stati ridotti ( $P = 30125$ ) (linea tratteggiata) e (linea).

dalla superficie con formazione del kermassio, posticipazione del massimo termico in profondità con oscillazione a ritmo rapido durante i mesi caldi del massimo e rinfreddamento di notte. In caduta d'acqua sono le condizioni che valgono. Le temperature medie annuali osservate in base a 1 ora, si riferisce alla tab. 8 ed i rapporti delle variazioni rappresentati nella fig. 9 per cambiare le scale di spostamento in altri giorni. Le linee eclogiche vengono mostrate in una anche la direzione possono essere fatta interpretare secondo quelle nei primi 25 m di profondità - i gradienti verticali, calcolati con equazioni fisiche, sono rappresentati nella fig. 10. Il risultato è rinfreddamento più marcato a Torto, la lettura di aprile a quasi  $-0,5$  C/m.

Nella tab. 9 sono riportate, alle varie percentuali, le temperature minime ( $T_{\text{min}}$ ) annuali ottenute nei mesi di T. O. e, rispettivamente a Gatti e a Torto, ed a giudizio si può dire sufficiente, sono indicate le curve delle isopleth  $T_{\text{min}} - T_{\text{max}}$ . I profili verticali della temperatura media ed estrema osservati e calcolati sono indicati nella fig. 11. Le temperature relative annuali  $T_{\text{rel}}$  sono possibili le stesse da 0 a 40 m; il limite secondario di umidità in più può essere 2,3 C di quello potenziale. Nel resto, e mediantemente (0,5 m) (0,5 m) - il massimo osservato, quello di un rapporto di saturazione molto basso, le osservazioni risultano qui superiori al massimo del livello potenziale di circa 1°C tra 0 e 55 m di quota, 4°C tra 50 e 40 m di profondità. Il rapporto  $R_{\text{rel}}$  tra le osservazioni annuali ottenute dal fine base prima di conseguenza da 110-20% nei primi 25 m a 130% (100) 90. Le curve in

Tab. 8 - Valori medi mensili ed annuali, calcolati in base al best fit con sei onde armoniche, della temperatura dell'acqua, della trasparenza (disco Secchi bianco) e della visibilità orizzontale H nelle stazioni di Garda e Torri.

Tab. 8 - Monthly and annual averages, according to the best fits, of water temperature, Secchi disc and horizontal visibility  $H = (B+N)/2$  at Garda and Torri.

Stazione: GARDA

	Temperatura dell'acqua /°C									Disco Secchi /m	Visibilità orizzontale /m					
	m 0	m 5	m 10	m 15	m 20	m 25	m 30	m 35	m 40		m 5	m 10	m 15	m 20	m 25	m 30
Genn.	8.1	8.2	8.3	8.2	8.3	8.4	8.6	8.6	8.7	12.5	12.2	12.3	12.5	12.7	13.3	13.6
Febb.	7.6	7.5	7.8	7.8	7.7	7.9	8.1	8.1	8.2	13.7	13.3	13.3	13.3	13.7	14.5	14.9
Mar.	8.9	8.6	8.5	8.2	7.8	7.8	7.9	8.0	8.1	14.5	13.6	13.7	13.9	14.0	14.6	15.5
Apr.	12.5	12.0	11.8	10.7	9.7	9.1	8.7	8.5	8.5	12.0	10.6	10.8	10.6	11.2	12.7	13.9
Magg.	15.8	15.0	13.9	12.6	10.7	8.8	7.9	7.8	7.8	5.8	5.9	5.9	5.4	6.1	8.2	9.5
Giù.	19.9	18.7	16.9	15.8	14.0	12.2	9.5	8.7	8.4	7.8	4.8	4.9	4.7	4.5	5.5	7.0
Lugl.	24.6	23.5	20.5	18.7	16.5	13.4	10.4	9.4	9.0	7.2	5.0	4.8	4.8	5.3	6.3	7.6
Ago.	25.9	23.2	21.5	20.3	19.1	17.3	16.0	15.0	14.4	5.9	5.5	5.7	6.0	7.2	8.2	9.5
Sett.	20.0	19.9	19.4	18.5	17.9	17.6	17.4	17.2	16.9	7.7	6.4	6.5	6.9	7.3	7.6	8.0
Ott.	16.9	16.6	16.7	16.2	15.4	14.8	13.9	13.0	12.9	8.2	6.9	7.0	7.3	7.5	8.1	9.3
Nov.	12.9	12.9	12.7	12.5	12.4	12.5	12.4	12.1	11.9	8.5	8.7	8.5	9.1	9.2	9.9	11.1
Dic.	10.0	9.8	10.2	10.2	10.2	10.4	10.6	10.5	10.5	11.3	9.9	10.1	10.3	10.7	11.1	11.8
Anno	15.1	14.7	14.0	13.3	12.5	11.7	11.0	10.6	10.4	9.6	8.6	8.6	8.7	9.1	10.0	10.9

Stazione: TORRI

	Temperatura dell'acqua /°C									Disco Secchi /m	Visibilità orizzontale /m					
	m 0	m 5	m 10	m 15	m 20	m 25	m 30	m 35	m 40		m 5	m 10	m 15	m 20	m 25	m 30
Genn.	7.9	8.4	8.4	8.5	8.6	8.8	8.8	8.9	8.9	13.4	13.4	13.5	13.6	13.9	14.2	15.5
Febb.	7.8	7.8	7.8	8.0	7.9	8.2	8.4	8.5	8.6	14.7	14.5	14.3	14.3	15.0	15.8	17.4
Mar.	8.5	8.4	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	13.9	14.7	14.8	15.1	15.4	16.5	17.7
Apr.	11.9	10.9	9.7	9.0	8.1	8.1	8.2	8.1	8.1	11.3	11.2	10.6	11.3	12.0	15.0	17.3
Magg.	15.7	15.4	14.5	12.9	10.8	9.0	8.5	8.4	8.3	6.1	6.0	5.8	6.3	7.4	10.7	14.2
Giù.	19.9	18.5	17.2	15.3	12.7	10.3	9.2	9.0	8.9	8.6	5.0	4.9	4.7	5.6	7.5	8.7
Lugl.	25.0	21.2	19.0	15.9	13.5	11.1	9.7	9.0	8.7	7.1	5.4	5.2	5.4	5.5	7.2	9.1
Ago.	25.9	21.4	19.5	16.6	16.9	14.2	12.7	11.2	10.8	7.3	5.2	5.2	5.1	6.4	8.7	11.3
Sett.	20.0	19.1	18.5	18.2	17.6	16.7	14.5	13.8	13.4	9.0	6.6	6.7	6.5	6.8	7.2	8.8
Ott.	16.1	16.0	15.5	15.6	15.0	14.6	13.6	13.0	12.5	9.7	7.7	7.7	7.7	8.2	9.2	10.0
Nov.	13.0	12.8	12.8	12.7	12.6	12.4	11.9	11.7	11.7	10.1	9.8	9.8	9.9	9.9	10.4	11.1
Dic.	10.1	10.2	10.4	10.6	10.6	10.6	10.8	10.8	10.8	11.9	11.3	11.0	11.5	11.6	11.9	13.1
Anno	14.9	14.2	13.5	12.8	11.9	11.0	10.4	10.1	9.9	10.5	9.2	9.1	9.3	9.8	11.2	12.8



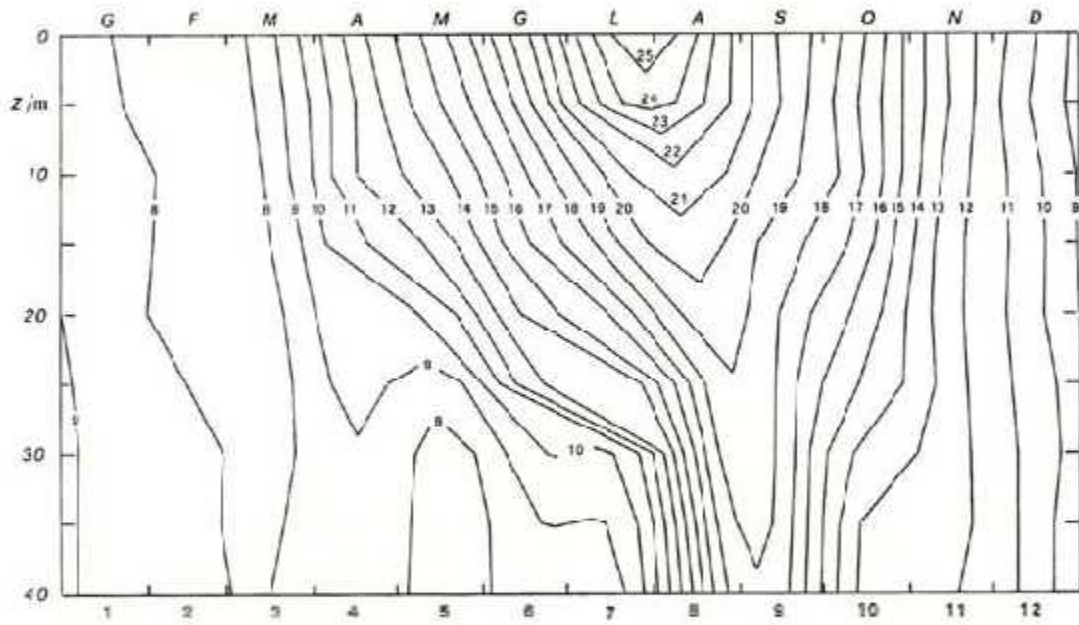


Fig. 7 - Stazione di Garda: andamento annuale delle isoterme ( $^{\circ}\text{C}$ ) nello strato superficiale (0-40 m).

Fig. 7 - Isotherms ( $^{\circ}\text{C}$ ) of the best fit  $T(z, t)$  in the surface layer (0-40 m) through the year at Garda.

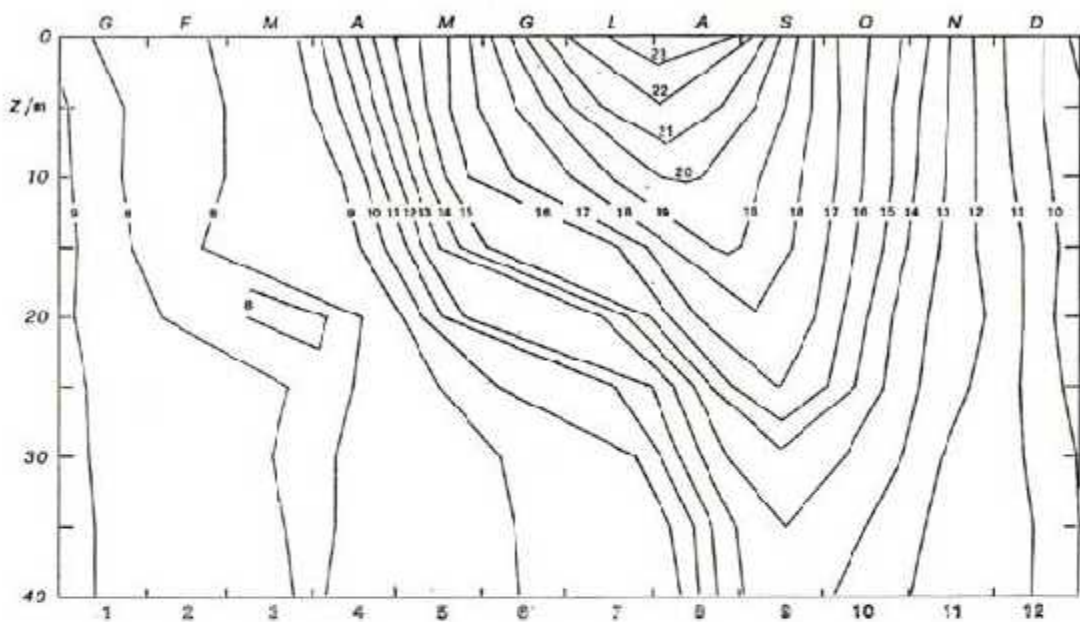


Fig. 8 - Stazione di Torri: andamento annuale delle isoterme ( $^{\circ}\text{C}$ ) nello strato superficiale (0-40 m).

Fig. 8 - Isotherms ( $^{\circ}\text{C}$ ) of the best fit  $T(z, t)$  in the surface layer (0-40 m) through the year at Torri.

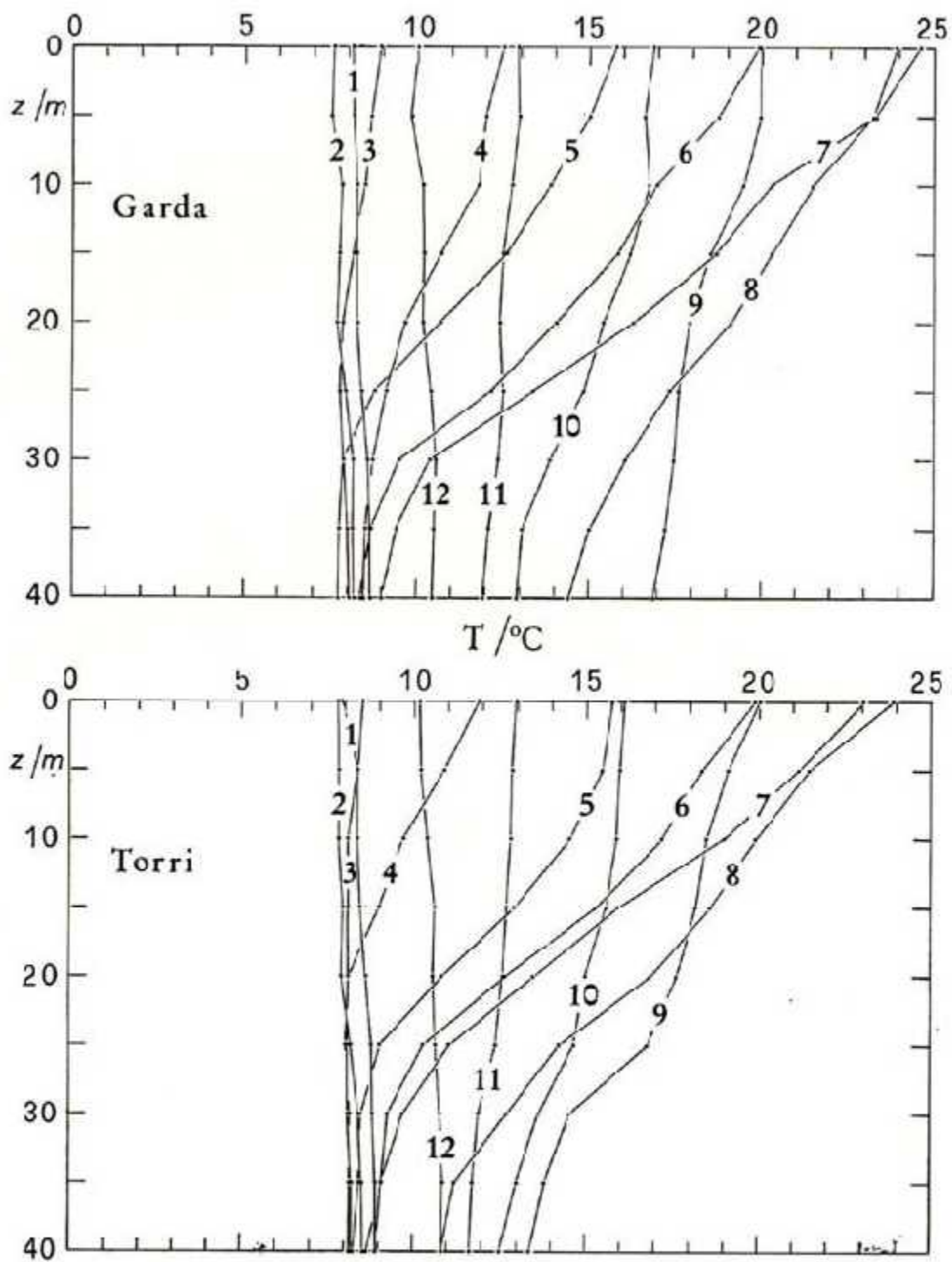


Fig. 9 - Stazioni di Garda e Torri: profili verticali della temperatura media mensile.

Fig. 9 - Vertical profiles of the monthly mean temperatures from the best fits  $T(z, t)$  at Garda and Torri.



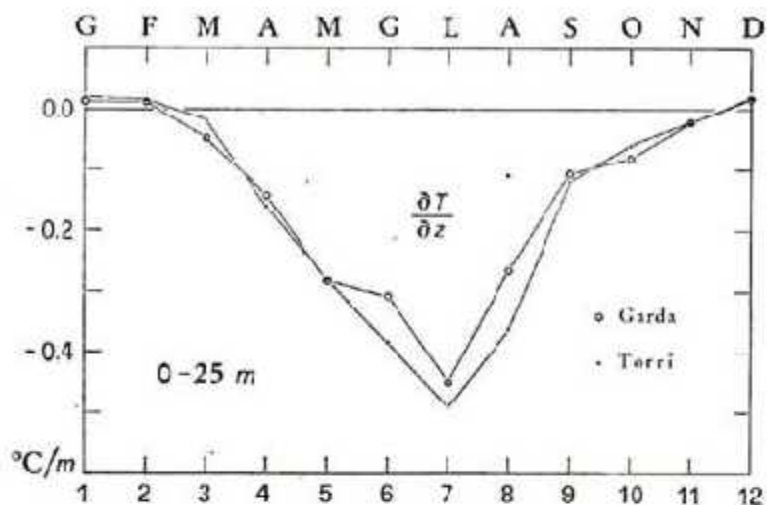


Fig. 10 - Stazioni di Garda e Torri: gradiente termico verticale medio mensile nello strato 0-25 m.

Fig. 10 - Monthly mean vertical temperature gradients (from the best fits) in the layer 0-25 m at Garda and Torri.

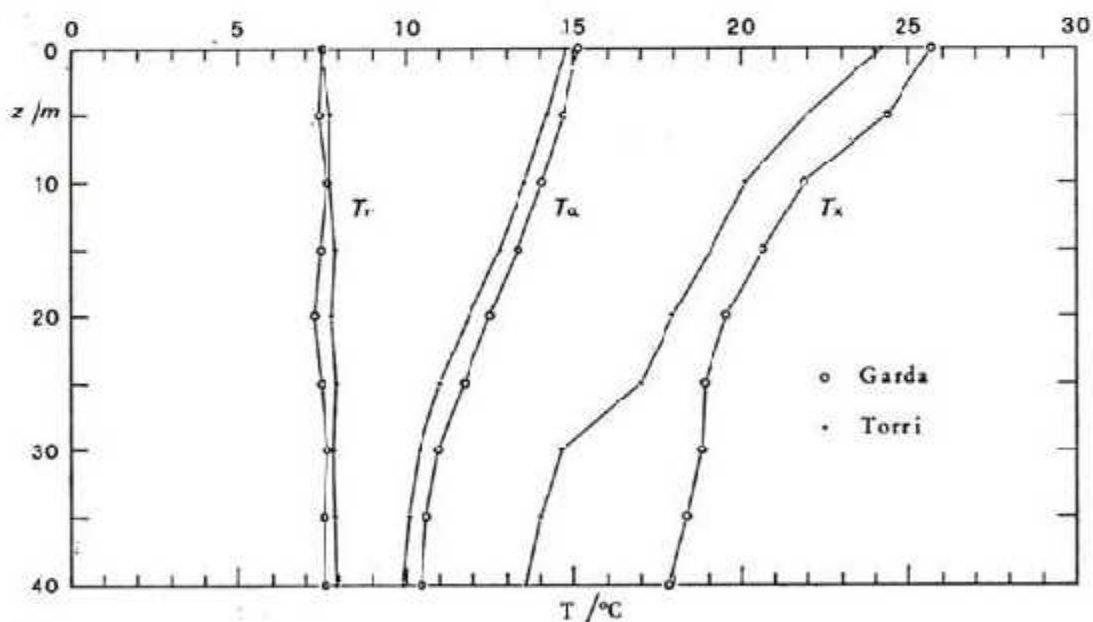


Fig. 11 - Stazioni di Garda e Torri: temperatura media annuale  $T_a$  e temperature estreme assolute  $T_n$ ,  $T_x$  dedotte dai best fit con sei componenti armoniche.

Fig. 11 - Annual mean  $T_a$  and extreme  $T_n$ ,  $T_x$  water temperatures from the best fits at Garda and Torri.

cui si verificano le temperature estreme sono indicative, specie per le minime (cfr. fig. 4, 5): è comunque evidente il ritardo con la profondità. Il massimo riscaldamento a Garda si ha alla fine di luglio in superficie, nella prima settimana di settembre a 40 m; il bacino principale segue tale andamento a circa  $10 \pm 5$  giorni di distanza ( $-\Delta x$ , tab. 9). Nella tab. 9 sono pure riportate le differenze tra le temperature medie stagionali ed annuali delle due stazioni (l'inverno I comprende i mesi di gennaio, febbraio e marzo, e così via).

## Il ciclo annuale della trasparenza

I dati relativi al disco Secchi (disco bianco) ed al disco nero sono riportati nella tab. 3. Complessivamente per le due stazioni, le serie  $b$  ed  $n$  hanno un coefficiente di correlazione  $r = 0.965$ ; i rapporti medi sono  $b/n = 1.65$ ,  $n/b = 0.61$ , simili a quelli ottenuti nel Golfo di Trieste (Stravisi 1980).

Per ciascuna stazione, date le profondità  $b(i)$  di scomparsa del disco bianco, osservate al tempo  $t_i$ , sono stati calcolati i best fit  $S(t)$  con lo stesso procedimento (1) adottato per le serie termiche; la media annuale, le ampiezze e le fasi delle sei componenti armoniche sono riportate nella tab. 7. I cicli annuali di trasparenza così ottenuti per Garda e Torri sono rappresentati nelle fig. 12, 13; le profondità medie mensili del disco Secchi, calcolate con  $S(t)$ , sono riportate nella tab. 8.

La trasparenza dell'acqua è mediamente maggiore a Torri (10.3 m) che a Garda (9.6 m); il ciclo annuale presenta un massimo (14-15 m) durante l'inverno, una brusca diminuzione primaverile e due minimi (5-6 m) in maggio ed in estate separati da un massimo relativo alla fine di giugno.

Nella fig. 14 sono correlate le misure di visibilità orizzontale  $N$  e  $B$  effettuate con disco bianco e nero secondo le modalità descritte, raggruppando i dati di Garda (+) e Torri ( $\times$ ). Alle profondità di 5, 10, 15 m è  $N \approx B$  per  $B < 10$  m, mentre per  $B > 10$  m si ha che  $N > B$  di circa il 10%. Ciò non è più osservato a profondità maggiori dove il livello di luminosità totale è molto basso; a 25, 30 m risulta infatti  $B \approx N$  in ogni caso, con una progressiva diminuzione del coefficiente di correlazione lineare  $r$ . Si può quindi concludere che la visibilità orizzontale di un oggetto bianco è pressochè uguale a quella di un oggetto nero; quest'ultimo risulta anzi più visibile in acque trasparenti sino a 20 m di profondità. Assumiamo perciò come parametro rappresentativo della visibilità orizzontale  $H = (B+N)/2$ . Possiamo pensare ad  $H(z)$  come ad un indice della trasparenza dell'acqua alla profondità  $z$  avente lo stesso significato del disco Secchi, che rappresenta le caratteristiche ottiche dell'acqua medie verticali tra 0 e  $b$ .

Le fig. 15, 16 rappresentano il ciclo annuale della visibilità orizzontale a Garda ed a Torri descritto dalla (1). Media annuale  $H_a$ , ampiezze e fasi delle sei onde armoniche alle diverse profondità, calcolate con lo stesso procedimento usato per i dati di temperatura e disco Secchi, sono riportate nella tab. 7; sono indicate le differenze medie quadratiche  $s$  tra il best fit ed i dati. Notiamo l'uniformità di  $H$  a 5, 10, 15 m di profondità



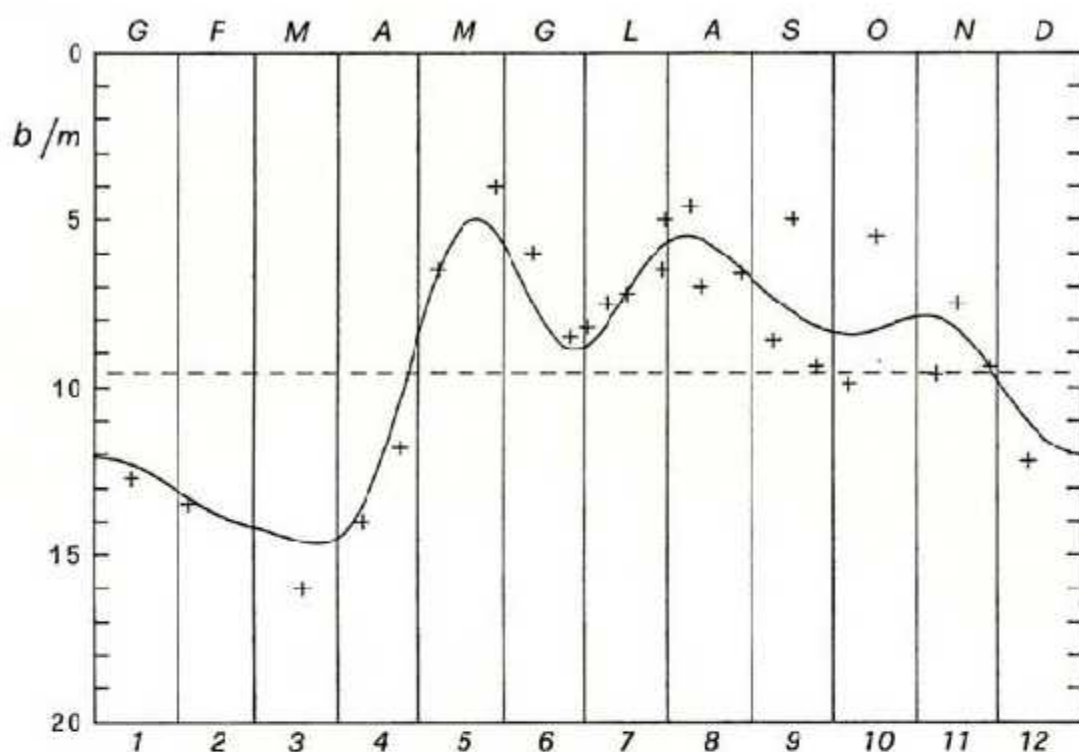


Fig. 12 - Stazione di Garda. Trasparenza dell'acqua (disco Secchi): profondità di scomparsa osservate e ciclo annuale interpolato (best fit con sei componenti armoniche).  
 Fig. 12 - Secchi (white) disc depth  $b$  observed at Garda (+) and best fit  $S(t)$ .

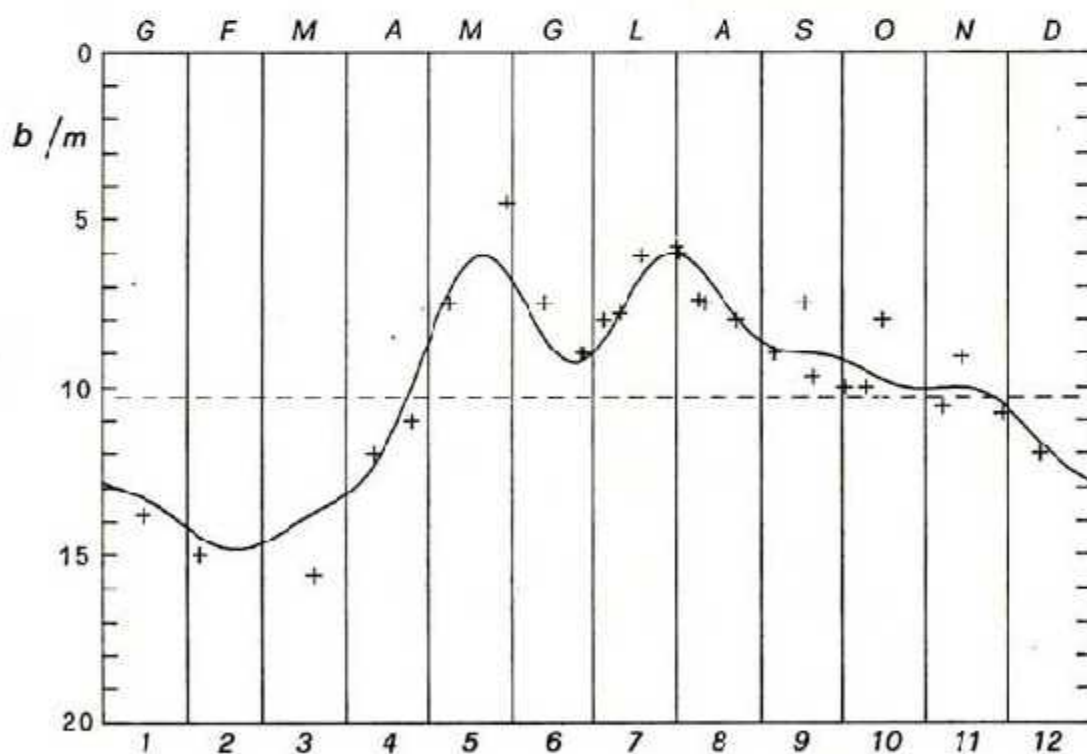


Fig. 13 - Stazione di Torri. Trasparenza dell'acqua (disco Secchi): profondità di scomparsa osservate e ciclo annuale interpolato (best fit con sei componenti armoniche).  
 Fig. 13 - Secchi (white) disc depth  $b$  observed at Torri (+) and best fit  $S(t)$ .

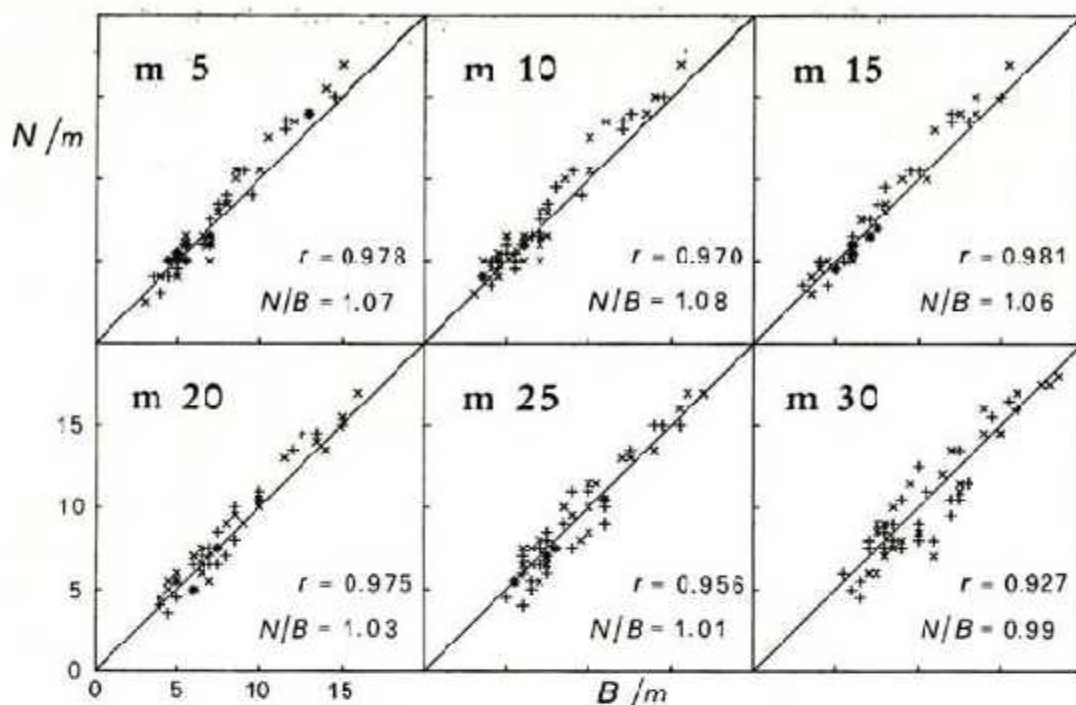


Fig. 14 - Lago di Garda: visibilità orizzontale a 5, 10, 15, 20, 25, 30 m di profondità. Correlazione tra le distanze di scomparsa dei dischi bianco (B) e nero (N) osservate a Garda (+) e Torri (x).

Fig. 14 - Lake Garda: relations between the horizontal visibility of white (B) and black (N) discs observed at Garda (+) and Torri (x). Lines  $N = B$ , linear correlation coefficients  $r$  and mean ratios  $N/B$  at the depth of 5, 10, 15, 20, 25, 30 m.

(curve 1, 2, 3): la visibilità tende ad aumentare verso le maggiori profondità (20, 25, 30 m; curve 4, 5, 6). La visibilità orizzontale è massima durante l'inverno ( $\approx 15$  m) e diminuisce in primavera sino ai minimi estivi ( $\approx 5$  m); a Torri è mediamente maggiore del 10% rispetto a Garda, analogamente a quanto avviene per il disco Secchi. I valori medi mensili di  $H$  calcolati in base ai best fit (fig. 15, 16) sono riportati nella tab. 8.

Le correlazioni tra i dati di visibilità orizzontale  $H$  e di disco Secchi  $b$  a Garda (+) e Torri (x) sono rappresentate nella fig. 17. Quando l'acqua è più trasparente ( $b > 10$  m) i dati di visibilità orizzontale e verticale tendono ad allinearsi lungo la bisettrice  $H = b$ . Quando l'acqua è meno trasparente ( $b < 10$  m) si osserva invece che  $H < b$  sino a 20 m di profondità; al di sotto, si tende ad avere  $H \geq b$ . Tali osservazioni si spiegano pensando che l'acqua profonda del lago tende ad avere caratteristiche ottiche omogenee ed isotrope; l'isotropia scompare nello strato superficiale eufotico con la formazione estiva del termoclino (20-30 m, fig. 9). La presenza di una forte stratificazione nella distribuzione della temperatura (e quindi della densità) dell'acqua e della biomassa planctonica differenzia fortemente la visione verticale degli oggetti da quella orizzontale. Il gradiente orizzontale della trasparenza è molto piccolo, mentre quello verticale è molto grande, dal momento che la «torbidità» tende a concentrarsi in



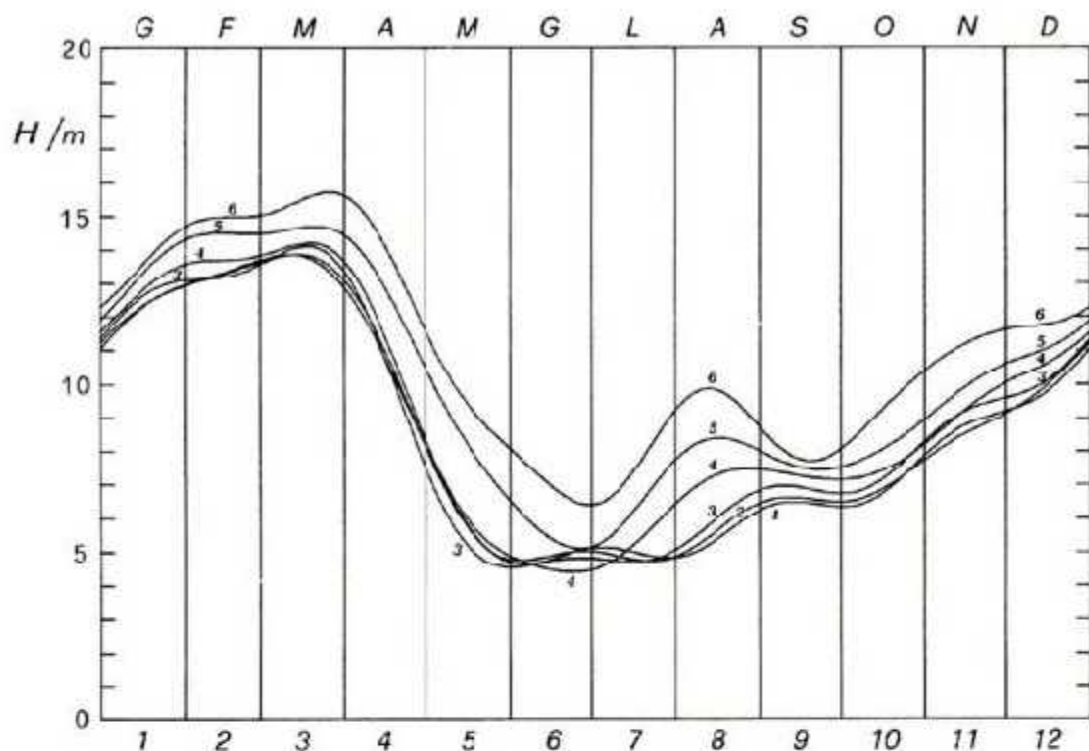


Fig. 15 - Stazione di Garda. Visibilità orizzontale  $H$  (media tra i dischi bianco e nero) alle profondità di 5, 10, 15, 20, 25, 30 m (curve 1, 6): ciclo annuale interpolato.

Fig. 15 - Best fits  $H(z, t)$  of the horizontal visibility ( $H = (B+N)/2$ ) at the depth of 5, 10, 15, 20, 25, 30 m (curves 1, 6) at Garda.

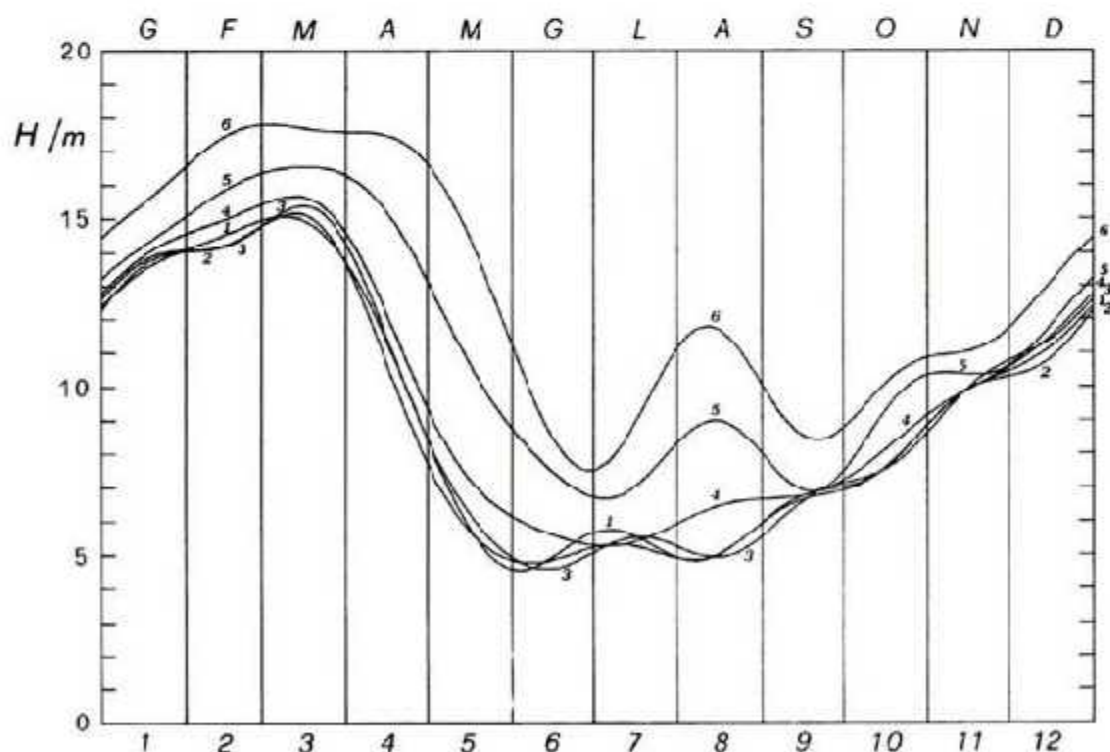


Fig. 16 - Stazione di Torri. Visibilità orizzontale  $H$  (media tra i dischi bianco e nero) alle profondità di 5, 10, 15, 20, 25, 30 m (curve 1, 6): ciclo annuale interpolato.

Fig. 16 - Best fits  $H(z, t)$  of the horizontal visibility ( $H = (B+N)/2$ ) at the depth of 5, 10, 15, 20, 25, 30 m (curves 1, 6) at Torri.

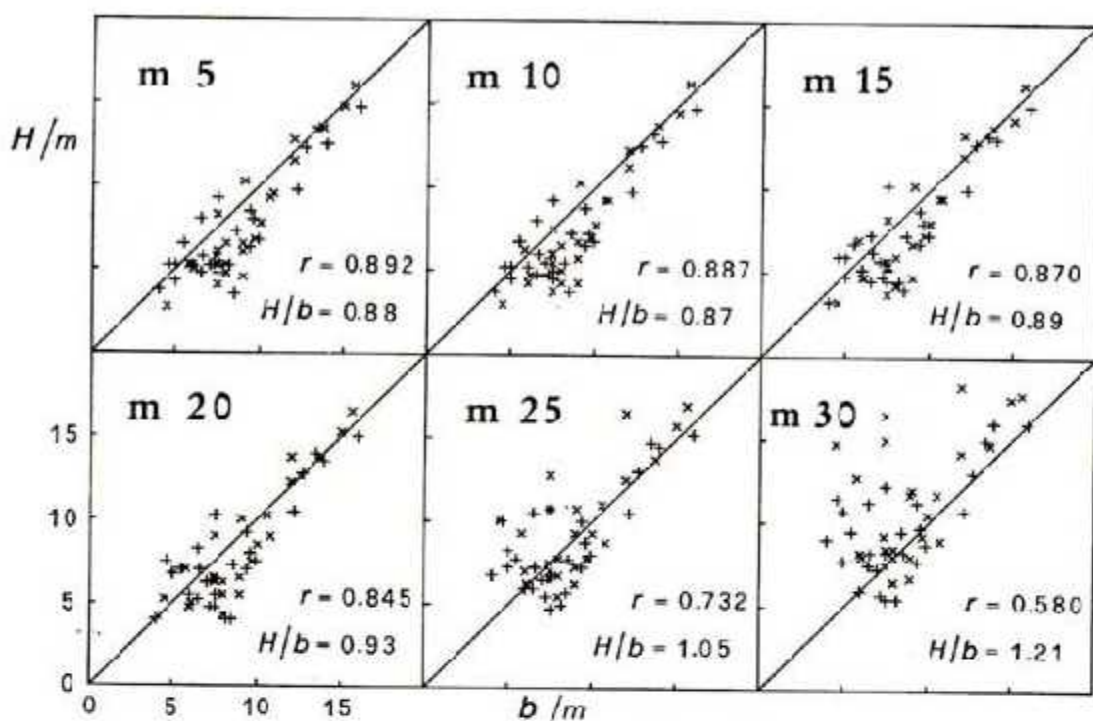


Fig. 17 - Lago di Garda: correlazioni tra la visibilità orizzontale  $H$  e la trasparenza verticale  $b$  (disco Secchi) alle profondità di 5, 10, 15, 20, 25, 30 m, in base alle misure effettuate nelle stazioni di Garda (+) e Torri (x).

Fig. 17 - Lake Garda: relations between the horizontal visibility  $H = (B+N)/2$  and the Secchi disc depth  $b$  observed at Garda (+) and Torri (x). Lines  $H = b$ , linear correlation coefficients  $r$  and mean ratios  $H/b$  at the depth of 5, 10, 15, 20, 25, 30 m.

strati orizzontali in prossimità della superficie ed in genere al di sopra del termoclino.

In analogia con quanto avviene nel Golfo di Trieste (Stravisi 1980), anche nel Lago di Garda è probabilmente il fitoplancton la principale fonte di torbidità dell'acqua, seguito dallo zooplancton ed, in ultimo, da particolato sospeso di origine varia (sedimenti, scarichi fluviali, cloacali, ecc.). Quest'ultimo può tuttavia essere la causa prevalente di torbidità in prossimità della costa e del fondo ed in situazioni particolari. La scarsità del plancton, il diminuito apporto fluviale, l'instabilità verticale dovuta alla omotermia del lago spiegano gli elevati valori di trasparenza osservati durante l'inverno; viceversa, le fioriture primaverili del fitoplancton in superficie, la crescita primaverile ed autunnale di alcune popolazioni zooplanctoniche, le abbondanti precipitazioni primaverili ed estive, l'aumento degli scarichi costieri connessi con l'afflusso turistico, la stratificazione termica (fig. 10) sono responsabili della ridotta trasparenza dell'acqua caratteristica dei mesi caldi.

### Rappresentatività climatica del periodo di osservazione

Le informazioni sul ciclo annuale della temperatura e della traspa-



Tab. 9 - Temperature estreme in funzione della profondità nelle stazioni di Garda e Torri, dedotte dai best fit con sei onde armoniche, e corrispondente escursione termica annuale  $E = T_x - T_n$ . Rapporto percentuale RE tra le escursioni termiche di Garda e Torri; anticipo  $\Delta x$  in giorni della massima temperatura a Garda rispetto a Torri. Differenze medie stagionali ed annuale  $\Delta T$  tra la temperatura di Garda e Torri.

Tab. 9 - Annual minimum and maximum temperatures  $T_n$ ,  $T_x$  (according to the best fits) at Garda and Torri as a function of depth;  $E = T_x - T_n$ . Ratio RE between temperature excursions at Garda and Torri; time lag  $\Delta x$  in days between maxima at Garda and Torri. Seasonal and annual temperature differences between Garda and Torri.

z/m	GARDA: temperatura /°C					TORRI: temperatura /°C					Garda - Torri: $\Delta T$ /°C						
	$T_n$	data	$T_x$	data	E	$T_n$	data	$T_x$	data	E	RE %	$\Delta x/d$	I	P	E	A	anno
0	7.5	19 febb.	25.7	28 lug.	18.2	7.4	28 genn.	24.2	12 ago.	16.8	108	-15	+0.1	+0.2	+0.5	+0.2	+0.3
5	7.4	20 febb.	24.4	30 lug.	17.0	7.7	8 febb.	22.0	2 ago.	14.2	119	-3	-0.1	+0.3	+1.6	+0.1	+0.5
10	7.6	28 febb.	21.8	9 ago.	14.2	7.7	6 febb.	20.1	10 ago.	12.4	115	-1	+0.1	+0.4	+1.3	+0.2	+0.5
15	7.4	2 mar.	20.6	11 ago.	13.2	7.9	5 febb.	19.1	26 ago.	11.2	118	-15	-0.1	+0.6	+1.6	0.0	+0.5
20	7.3	4 mar.	19.5	22 ago.	12.2	7.8	21 febb.	17.9	7 sett.	10.1	121	-16	-0.3	+0.9	+1.8	-0.1	+0.6
25	7.5	10 mar.	18.9	31 ago.	11.4	7.9	4 apr.	17.0	14 sett.	9.1	126	-14	-0.3	+0.9	+2.1	+0.1	+0.7
30	7.6	18 magg.	18.8	3 sett.	11.2	7.8	28 mar.	14.6	11 sett.	6.8	165	-8	-0.2	+0.1	+2.3	+0.2	+0.6
35	7.6	19 magg.	18.4	5 sett.	10.8	7.9	31 mar.	14.0	18 sett.	6.1	177	-13	-0.3	-0.2	+2.5	0.0	+0.5
40	7.6	19 magg.	17.8	7 sett.	11.2	8.0	30 mar.	13.6	16 sett.	5.6	183	-9	+0.3	-0.2	+2.5	+0.1	+0.5
0-40	7.5 ± 0.1					7.8 ± 0.2					-10 ± 5	-0.1	+0.3	+1.8	+0.1	+0.5	

Tab. 10 - Differenza tra la temperatura dell'aria media mensile, stagionale ed annuale del periodo giugno 1982 - novembre 1983 ed i valori «normali». Rapporto tra le precipitazioni totali mensili, stagionali ed annuale ed i valori «normali».

Tab. 10 - Differences between monthly, seasonal and annual average air temperatures of the period June 1982 - November 1983 and the corresponding reference values; ratios for the monthly, seasonal and annual precipitation totals.

	°C	%		°C	%		°C	%		°C	%		°C	%
genn.	+0.7	11	apr.	+0.2	151	lugl.	+1.8	62	ott.	-1.0	121			
febb.	-2.4	45	magg.	-1.1	82	ago.	+0.4	88	nov.	+0.3	118			
mar.	-0.1	125	giu.	+1.2	84	sett.	+0.5	44	díc.	+1.8	86			
I	-0.6	64	P	+0.1	98	E	+0.9	71	A	+0.4	111	Anno:	+0.2 °C	87%

renza dell'acqua nel Lago di Garda presentate, pur essendo state filtrate le variazioni a breve periodo, riflettono tuttavia le caratteristiche climatiche del periodo di osservazione (giugno 1982 - novembre 1983). E' importante quindi confrontare i dati meteorologici di questi 18 mesi con i valori normali.

In mancanza di serie storiche opportune relative al Lago di Garda, si è fatto uso dei dati di temperatura dell'aria e di precipitazione rilevati all'Osservatorio di S. Mattia (Verona) riportati da Sandrini (1984). Pur essendo questo sito poco rappresentativo per il bacino lacustre, gli scostamenti ivi rilevati dai valori normali possono essere considerati analoghi a quelli avvenuti nella zona del Garda. Le medie «normali» sono state calcolate sul periodo complessivo 1967-1969 e 1975-1983; la tab. 10 riporta gli scostamenti delle medie mensili e stagionali del periodo di osservazione dai corrispondenti valori «normali» di riferimento. Si nota che l'estate è stata particolarmente calda (+0.9 °C; +1.8 °C in luglio) e l'inverno, specie il febbraio 1983, più freddo (-2.4 °C) del normale; le precipitazioni, come mostrano i rapporti percentuali con i valori «normali», sono state scarse durante l'inverno e l'estate.

In conclusione, il ciclo termico annuale tipico delle acque lacustri superficiali potrebbe avere normalmente un'ampiezza minore di quanto appare dai nostri dati.

## **Conclusioni**

Considerando i limiti, già messi in evidenza, di questa ricerca, si può tuttavia affermare che essa fornisce un quadro abbastanza esauriente ed accurato del tipico andamento annuale della temperatura e della trasparenza dell'acqua nello strato superficiale del Lago di Garda.

L'esame comparato dei dati rilevati nelle due stazioni, Garda e Torri, mette in evidenza le diverse caratteristiche del bacino secondario e di quello principale. Il bacino secondario infatti, meno profondo (34 m contro 168 m in media) e più piccolo (7% in volume) del bacino principale, presenta una minore inerzia termica: un po' più freddo d'inverno, si riscalda in estate prima e di più del bacino principale. Lo strato da 0 a 40 m è più caldo nel bacino secondario, con una temperatura media annuale di 12.6 °C contro i 12.1 °C del bacino principale.

L'acqua è mediamente meno trasparente del 5-10% nel bacino secondario: oltre alla maggiore influenza dei bassi fondali e della costa, la spiegazione probabilmente dipende dalla diversa circolazione dei due bacini. Nel bacino secondario infatti l'acqua è costretta a circolare prevalentemente in senso rotatorio, con scarso mescolamento verticale; lunghi tempi di ricambio ed elevato riscaldamento primaverile-estivo possono concorrere ad aumentare in quest'area la densità superficiale del plancton. Il bacino principale invece, lungo, stretto e profondo, è probabilmente sede di importanti fenomeni costieri di risalita e sprofondamento delle acque ad opera dei venti dominanti paralleli all'asse del lago; la periodica sostituzione di acqua superficiale con acqua di fondo spiegherebbe bene l'osservato aumento della trasparenza e la maggiore variabilità a breve periodo (rappresentata dagli



scarti medi s nelle tab. 6, 7) dei dati, sia termici che di visibilità, rilevati a Torri.

### **Bibliografia**

Merlo S., Mozzi C. - 1963 - Ricerche limnologiche sul Lago di Garda. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 13, 1-125.

IRSA, C.N.R. - 1974 - Indagini sul Lago di Garda.

Sandrini M. - 1984 - Indagine sul ciclo annuale della temperatura e della trasparenza nelle acque del Lago di Garda. *Tesi di laurea in Oceanografia, Università di Trieste, rel. F. Stravisi.*

Stravisi F. - 1980 - Misure di trasparenza (disco Secchi) nel Golfo di Trieste. *Atti IV Congr. AIOL*, 42/1-13.

Stravisi F. - 1983 - The vertical structure annual cycle of the mass field parameters in the Gulf of Trieste. *Boll. Oceanol. Teor. Appl.*, 1 (3), 239-250.

Tyler J. E. - 1968 - The Secchi disc. *Limnol. Oceanogr.*, 13, 1-6.

PRIMA SEGNALAZIONE DI *ACERINA* (*GYMNOCEPHALUS*)  
*CERNUA* L. (Osteichthyes Perciformes) PER L'ITALIA

Giuseppe Chiara

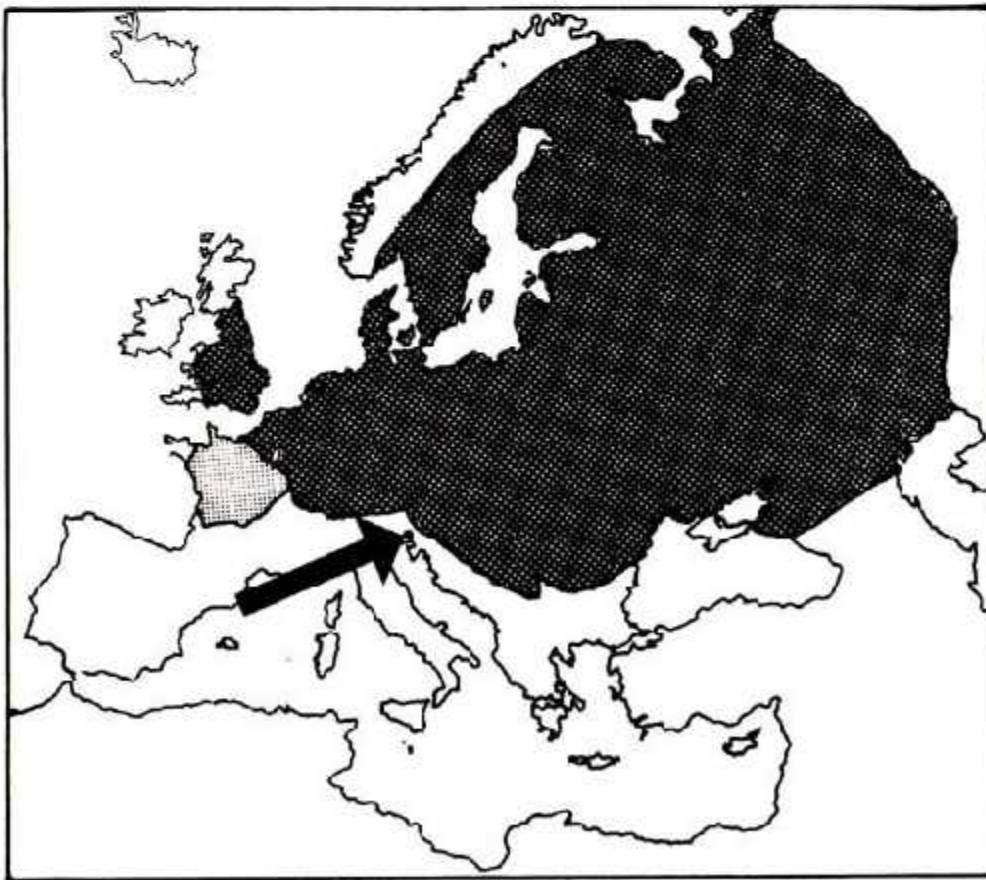
Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste

Un esemplare femmina di *Gymnocephalus cernua* è stato catturato il 29 aprile 1985 nel fiume Isonzo, presso Gradisca, 12 km a valle di Gorizia. Risulta una segnalazione per il fiume Vipacco di un altro esemplare in prossimità della sua confluenza con il fiume Isonzo.

*Gymnocephalus cernua* ha in Europa una distribuzione centro-orientale e non è mai stato segnalato nei fiumi dello spartiacque mediterraneo (fig. 1).

L'Acerina raggiunge eccezionalmente i 30 cm e i 500 g di peso. Ha dorso verde, fianchi gialli e ventre bianco. Le pinne pettorali, le ventrali e l'anale, per lo più, sono gialle o giallo verdi. Dorso, pinne dorsali e codale sono macchiati di nero.

L'Acerina vive nel corso inferiore dei fiumi, nei laghi e negli stagni della pianura e sopporta anche acque salmastre. E' una specie sociale con





abitudini diurne; si mantiene vicino al fondo dove trova il suo nutrimento costituito da crostacei, molluschi e uova e larve di altre specie ittiche. La riproduzione ha luogo da marzo a maggio quando l'acqua raggiunge temperature intorno ai 10-15° C. Le uova, in numero di 1000-5000 (a seconda dell'età della femmina), hanno diametro di 1 mm e aderiscono ai sassi e alla vegetazione del fondo. Le uova schiudono dopo 8-10 giorni. L'accrescimento dell'Acerina è veloce durante il primo anno poi rallenta sensibilmente. Essa raggiunge la maturità sessuale al secondo anno di vita; vive al massimo 5-6 anni.

Le caratteristiche meristiche dell'esemplare catturato sono le seguenti:

peso gr 20,44  
lunghezza totale mm 120  
lunghezza alla furca mm 115,5  
lunghezza standard mm 102,0  
lunghezza del capo mm 29,0  
lunghezza del muso mm 8,2  
diametro dell'occhio mm 8,3  
larghezza interorbitale mm 6,0  
altezza massima del corpo mm 29,0

*Caratteri del capo:*

premascellari protrattili, 8 branchiospine solo inferiori. Una formazione spiniforme sull'opercolo lunga 8,5 mm; 5 formazioni spiniformi sul preopercolo, presenza di numerose cavità sul capo.

*Caratteri della pelle:*

squame ctenoidi, 36 squame sulla linea laterale, 4 squame sulla linea laterale (serie trasversale)

*Caratteri delle pinne:*

pinna dorsale: inizio mm 32,5 - fine mm 88,5  
pinna anale: inizio mm 72,0  
pinne ventrali: inizio mm 33,0  
pinne pettorali: inizio mm 30,0; lunghezza mm 18,0

*Raggi delle pinne:*

D XIV 13  
C 16  
A II 5  
VV I 5 (divisi)  
PP 15 (i primi due e l'ultimo semplici, gli altri divisi)

## **Bibliografia**

Blanc M., Banarescu P., Gaudet J. L., Hureau J. C. - 1971 - European Inland Water Fish. *Fishing news (Books) Ltd London*.  
Torionese E. - 1970 - Osteichthyes. *Fauna d'Italia*. Calderini, Bologna, voll. 10 e 11.  
Wheeler A. - 1978 - Key to the Fishes of Northern Europe. *I.S.B.M.*

## **Ringraziamenti**

Si ringrazia il Sig. Giuriato, guardia ittica dell'Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia, e il Sig. Asteo Feruglio per il materiale e per le informazioni.

## ESPERIMENTI SULLA FERTILIZZAZIONE DI UN PICCOLO BACINO DELLA BASSA FRIULANA

Marina Buda Dancevich

Laboratorio di Idrobiologia Ente Tutela Pesca F.V.G. - Ariis di Rivignano - Udine

Nell'intento di produrre materiale vivo per il nutrimento di avannotti particolarmente esigenti come quelli di temolo e di trota marmorata, anche nel laboratorio dell'Ente Tutela Pesca di Ariis di Rivignano si è sentita l'esigenza di iniziare una serie di ricerche sulla fertilizzazione artificiale di bacini e stagni di acqua dolce per aumentarne la produttività fito e zooplanctonica.

Queste pratiche colturali, seppur diffuse da secoli soprattutto in Asia (Stockner, Shortreed e Stephens, 1980), vengono attuate su basi scientifiche dal 1938 con Schloemer (citato da Stockner et Alii, 1980), in Canada dal 1948 con Huntsman (citato da Stockner et Alii, 1980), in Scozia dal 1956 con Brook (citato da Stockner et Alii, 1980) che studiò come migliorare la produzione di trote in laghetti montani.

Per fertilizzare le vasche si possono usare sia prodotti organici, come afferma Heisig (1979) che usava cibo commerciale per pesci, che inorganici quali  $\text{Ca}(\text{NO})_2$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ .

Per un ulteriore approfondimento sull'argomento si rimanda alla bibliografia citata.

Per attuare l'esperimento è stata scelta una vasca di forma rettangolare

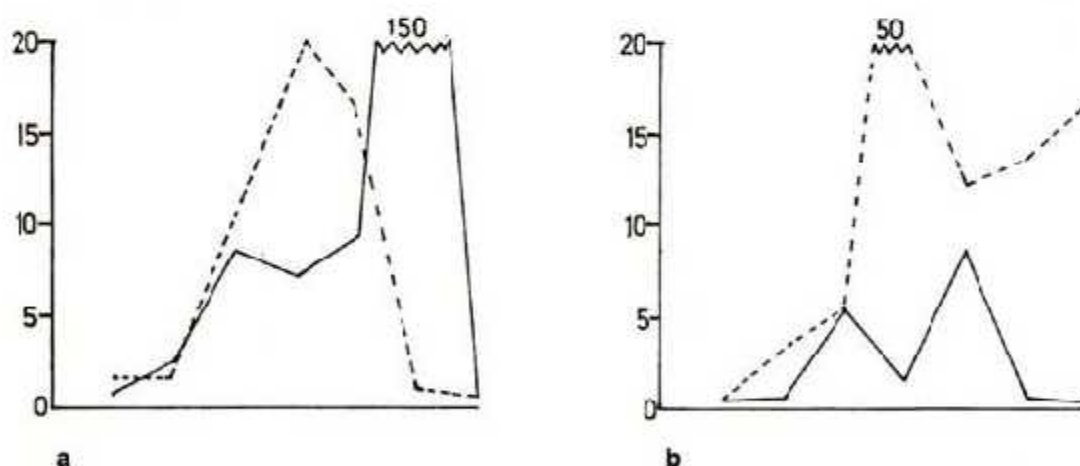


Fig. 1 - Andamento del fitoplancton (linea continua -  $\text{cell. l}^{-1} \cdot 10^6$ ) e dello zooplancton (linea tratteggiata -  $\text{individui} \times 1.000$ ) nelle 2 prove: a) aprile-giugno; b) settembre-novembre.

- Phytoplankton trend (continuous line) and zooplankton trend (dashed line -  $\text{individuals} \times 1.000$ ) in two experiments: a) April-June; b) September-November.



con dimensioni di m 200 x 8, con bordi di ghiaia, dotata di ricambio idrico, costruita per l'allevamento di trote.

Si è proceduto allo sfalcio della vegetazione estremamente abbondante (*Phragmites australis*) e al rallentamento del ricambio idrico in modo da creare un ambiente stagnante.

Solo a questo punto si è cosparso di pollina il fondo della vasca al fine di stimolare la produzione fitoplanctonica. L'esperimento è stato eseguito in due successive prove, una svolta tra aprile e giugno ed una tra settembre e novembre ed in entrambi i casi si è riscontrato un notevole aumento della quantità di fitoplancton in relazione alla fertilizzazione.

Le forme predominanti dopo la fertilizzazione sono risultate essere le Cloroficee con dei massimi quantitativi in giugno e rispettivamente in novembre (anche 150.000.000 cell/l) a due mesi dalla fertilizzazione. Seguono la Diatomee, però in quantità notevolmente inferiori (massimi quantitativi di 2.000.000 cell/l), le Euglenoficee e le Cianoficee.

Si è notato anche un incremento della popolazione zooplanctonica, ma solo per alcune specie, non particolarmente adatte all'alimentazione degli avannotti. Infatti hanno subito un incremento quantitativo soprattutto i Copepodi dei generi *Macrocylops* ed *Eucyclops*, troppo grandi e veloci per costituire una buona preda. I massimi quantitativi, soprattutto degli stadi naupliari, si notano in relazione ai picchi di fitoplancton, soprattutto Cloroficee, le cui specie osservate sembrano rappresentare in effetti un ottimo nutrimento per lo zooplancton.

Sono mancati invece quasi del tutto (a parte una sporadica comparsa di alcune specie quali *Simocephalus vetulus*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus* sp. *Acroperus harpae*) Cladoceri e Rotiferi che costituiscono il nutrimento più adatto per gli avannotti.

Le cause sono attribuibili soprattutto al tipo di ambiente; infatti lo stagno, essendo rimasto per lungo tempo disattivato e quasi del tutto privo d'acqua, era un ambiente troppo «giovane» per offrire le condizioni adatte ad uno sviluppo massiccio di zooplancton in tempi brevi.

## Bibliografia

- Bettrell H. H., Duncan A., Gliwicz Z. M., Grygierek E., Herzig A., Hillbricht-Ilkowska A., Kurasawa H., Larsson P., Weglenska T. - 1976 - A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24, 419-456.
- Boyd C. E., Musig Y., Tucker L. - 1981 - Effects of three phosphorus fertilizers on phosphorus concentrations and phytoplankton production. *Aquaculture*, 175-180 (22).
- Cherry R. N., Lium B. W., Shoaf W. T., Stamer J. K., Faye R. E. - 1980 - Effects of nutrients on algal growth in West Point Lake, Georgia. *Hydrobiol. Sciences-Bulletin* - 25, 2, 6.
- Edmondson W. T. - 1970 - Phosphorus, nitrogen and algae in Lake Washington after diversion of sewage. *Science*, 169: 690-691.
- Edmondson W. T. - 1972 - Nutrients and phytoplankton in Lake Washington: Nutrients and eutrophication. *Special Symposium. Limnol. Oceanogr.* 1: 172-193.
- Heisig G. - 1979 - Mass cultivation of *Daphnia pulex* in ponds: the effect of fertiliza-

- tion aeration and harvest on the population development. *Spec. Publ. Eur. Maricult. Soc.* (N. 4).
- Lean D.R.S., Pick F.R. - 1981 - Photosynthetic response of lake plankton to nutrient enrichment: A test for nutrient limitation. *Limnol. Oceanogr.*, 26 (6), 1001-1019.
- Lingeman R. - 1978 - Abundance estimation of a *Daphnia magna* population in a small artificial pond. *Hydrobiol. Bull.*, vol. 12, 1; pp. 30-38.
- Lundgren A. - 1978 - Experimental lake fertilization in the Kuokkel area, northern Sweden. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20, 863-868.
- Muck P., Lampert W. - 1980 - Feeding of freshwater filter-feeders at very low food concentrations: Poor evidence for «threshold feeding» and «optimal foraging» in *Daphnia longispina* and *Eudiaptomus gracilis*. *Journal of Plankton Research* vol. 2, n. 4; pp. 367-379.
- Nazneen S. - 1976 - Feeding effects of phytoplankton on the growth of fish. *Bull. Hydrobiol. Res. Gordon College Ser.* 1, n. 13: 200-203.
- Parson T.R., Stephens K., Takahashi M. - 1972 - The fertilization of Great Central Lake. I. Effect of primary production. *Fishery Bulletin* vol. 70, n. 1; 13-23.
- Persson G. - 1978 - Experimental lake fertilization in the Kuokkel area, northern Sweden: the response by the planktonic rotifer community. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 21, 7-20.
- Rodhe W. - 1978 - Algae in culture and in nature. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, 21, 7-20.
- Saraceni C. - 1966 - Il fabbisogno in fosforo e ferro nella coltura di tre specie di diatomee planctoniche del Lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 20: 117-131.
- Saraceni C. - 1967 - Il fabbisogno in azoto nitrico e ammoniacale nella coltura di tre specie di diatomee planctoniche del Lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 21; 165-179.
- Shindler D.W., Fee J.E. - 1974 - Experimental Lakes Area: whole lake experiments in eutrophication. *J. Fish. Res. Bol. Canada*, 31: 937-953.
- Steinberg C., Lenhart B., Schrimpf A. - 1981 - Limnological Investigations for an Effective Cultivation of a Lake. *Fish. Teichwirt.*, vol. 32, n. 6; pp. 164-168.
- Stockner J.G., Shorthreed Stephens K. - 1980 - The British Columbia lake fertilization program: limnological results from the first 2 years of nutrient enrichment. *Tech. Rep. Fish. Mar. Serv. (Can.)* n. 924.
- Welch E.B., Hendrey G.R., Stoll R.K. - 1975 - Nutrient supply and the production and biomass of algae in four Washington lakes. *Oikos*, 26: 47-54. Copenhagen, 1975.
- Welch E.B., Sturtevant P., Perkins M.A. - 1978 - Dominance of phosphorus over nitrogen as the limiter to phytoplankton growth rate. *Hydrobiologia*, vol. 57, 3; pp. 209-215.





## NORME PER GLI AUTORI

I lavori o le note devono essere redatti in forma concisa e il numero delle tabelle e delle figure limitato allo stretto necessario. I lavori potranno essere di un massimo di 25 cartelle dattiloscritte compresi i riassunti e la bibliografia; le note brevi di non più di 5 cartelle. I lavori o le note dovranno essere corredati da un riassunto in italiano e da un summary in inglese con la relativa traduzione del titolo in inglese nel caso il lavoro non fosse scritto in quest'ultima lingua.

I lavori dovranno essere dattiloscritti a doppio spazio su una sola facciata del foglio in modo da contenere circa 40 righe di 60 battute. Per facilitare una rapida revisione devono essere inviati in due copie.

Le illustrazioni devono essere contrassegnate sul retro con un numero progressivo. L'Autore potrà dare alla Redazione suggerimenti ed uno schema per la composizione delle figure. Dei disegni dovranno essere inviati l'originale ed una riproduzione, delle fotografie due copie. Disegni e foto dovranno contenere istruzioni sul rapporto di riduzione. Le tabelle con le spiegazioni relative e le didascalie (con traduzione in inglese) delle figure devono essere inviate su fogli a parte.

Il testo, salvo casi particolari, dovrà essere generalmente così articolato:

- a) Titolo del lavoro in italiano
- b) Titolo del lavoro in inglese
- c) Nome dell'Autore o degli Autori
- d) Ente di appartenenza degli Autori e indirizzo
- e) Parole chiave
- f) Abstract di non più di tre righe (in inglese)
- g) Riassunto
- h) Summary
- i) Introduzione
- l) Materiali e Metodi
- m) Discussione
- n) Conclusioni
- o) Bibliografia.

Le citazioni bibliografiche nel testo devono essere indicate in maluscolto (quindi nel dattiloscritto saranno sottolineate due volte). La bibliografia dovrà essere in ordine alfabetico e dovrà comprendere il nome degli Autori, la data di pubblicazione, il titolo completo del lavoro, il titolo abbreviato del periodico sottolineato (le abbreviazioni devono essere fatte secondo le norme di «Bibliographic Guide for Editors and Authors» dei Chemical Abstracts o di «World List of Scientific Periodicals» 4th Ed., London 1964-65 o infine di «Serial Sources for the Biosis Data Base» della Bio Sciences Information Service), il numero del volume, il numero del fascicolo (tra parentesi) ed infine i numeri della prima e dell'ultima pagina.

Es.: SPECCHI, M. e OREL, G. - 1968 - I popolamenti dei fondi e delle rive del vallone di Muggia presso Trieste. Bol. Soc. Adriatica Scienze. Trieste, 56 (1), 157-161

Gli Autori riceveranno 25 estratti gratuiti. Altri estratti potranno essere forniti a pagamento.



## QUADERNI E.T.P. GIA' PUBBLICATI

- N. 1 - 1981 - A. Rasi - E. Reisenhofer - M. Specchi: INDAGINI SU ALCUNI LAGHI DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- N. 2 - 1981 - E. Tortonese: I SALMONIDI ITALIANI.
- N. 3 - 1982 - S. Dolce - M. Specchi: CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELL'ITTIOFAUNA DI ALCUNI STAGNI DEL CARSO TRIESTINO.
- N. 4 - 1982 - F. de Cristini - M. Specchi: CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SUL POLIMORFISMO EMOGLOBINICO IN «SALMO TRUTTA FARIO» E «SALMO GAIRDNERI» DELLE ACQUE DEL FRIULI.
- N. 5 - 1982 - M. Buda Dancevich - S. Paradisi - L. Sillani - M. Specchi: OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA DISTRIBUZIONE DI ALCUNE SPECIE ITTICHE DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- N. 6 - 1983 - F. Mosetti: SINTESI SULL'IDROLOGIA DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- N. 7 - 1983 - G. A. Amirante: STUDI IMMUNOISTOCHEMICI SULLA PRESENZA DELL'ENZIMA FOSFOPROTEIN-FOSFATASI IN AVANNOTTI DI TROTA IRIDEA (SALMO GAIRDNERI RICH.).
- G. B. Delmastro - G. Forneris - C. Sarra: DIETA ESTIVA DI SALVELINUS ALPINUS (L) Osteichthyes, Salmonidae) IN UN LAGO D'ALTA QUOTA DELLE ALPI OCCIDENTALI.
- N. 8 - 1984 - A. Mojetta: NOTIZIE SULL'ITTIOFAUNA GIULIANO-FRIULANA NELLA LETTERATURA.
- A. Di Marcotullio - G. A. Amirante - E. A. Ferrero: IL QUADRO EMATOLOGICO IN SPARUS AURATA.
  - M. Specchi - F. Stoch: STUDIO PRELIMINARE SULLE COMUNITA' PLANCTONICHE DI TRE RACCOLTE D'ACQUA NEL CARSO TRIESTINO.
- N. 9 - 1984 - P. Mosetti - F. Mosetti: UNA RELAZIONE PER LE PORTATE DEI CORSI D'ACQUA DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA.
- F. Stoch - S. Dolce: ALIMENTAZIONE E RAPPORTI ALIMENTARI DI TRITURUS ALPESTRIS ALPESTRIS (Laur.), TRITURUS CRISTATUS CARNIFEX (Laur.) E TRITURUS VULGARIS MERIDIONALIS (Boul.). (Osservazioni sull'alimentazione degli Anfibi: III).
- N. 10 - 1985 - E. Tortonese: INTERESSE SCIENTIFICO E PRATICO DI UNA FAMIGLIA DI PESCI OSSEI: GLI ATERINIDI.
- N. 11 - 1985 - AA.VV.: IL LAGO DI RAGOGNA.
- N. 12 - 1986 - P. Mosetti - F. Mosetti: NUOVE VEDUTE SULLA FALDA ACQUIFERA DELLA PIANA FRIULANA (FRIULI-VENEZIA GIULIA).
- A. Miola: CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA FLORA FITOPLANCTONICA DEL FIUME STELLA (FRIULI-VENEZIA GIULIA).
  - P. Mosetti - F. Mosetti: IL FIUME NATISONE ED I FENOMENI DI CATTURA DEL SUO TRATTO MONTANO DIMOSTRATI CON UN CRITERIO GEOMATEMATICO.