

RINA MONTI



5.729

Dr. Kazimierz Gajl

LA LIMNOLOGIA COMPARATA DEI LAGHI INSUBRICI

(Estratto dagli *Atti del IV Congresso Internazionale
di Limnologia teorica ed applicata*)



Apł do
18445 - sep
Gajl

ROMA

«L'UNIVERSALE» TIPOGRAFIA POLIGLOTTA

1929



RINA MONTI



S. 729.

Dr. Kazimierz Gajl

LA LIMNOLOGIA COMPARATA DEI LAGHI INSUBRICI

(Estratto dagli *Atti del IV Congresso Internazionale
di Limnologia teorica ed applicata*)



ROMA

«L'UNIVERSALE» TIPOGRAFIA POLIGLOTTA

—
1929

Limnologia comparata dei laghi insubrici.

RINA MONTI

della R. Università di Milano.

I nostri laghi, che per la loro varia bellezza ispirarono in ogni tempo i canti dei poeti: da VIRGILIO a CATULLO, a CLAUDIANO; dal GIOVIO al BOLDONI; dal BETTELONI al CARDUCCI, furono i primi ad entrare nella storia della scienza. Nell'Evo antico era PLINIO il più noto illustratore dei laghi, nel Rinascimento erano il GIOVIO ed il PORCACCHI; nell'età moderna la limnologia italiana attinge alle fonti di ANTONIO VALLISNIERI, di LAZZARO SPALLANZANI, di CARLO AMORETTI, che primi studiarono la natura dei laghi, di ALESSANDRO VOLTA, che primo determinò la temperatura di fondo del Lario; di GIUSEPPE CASELLA, che primo ne fece la batimetria sistematica; di ELIA LOMBARDINI, che gettò le basi dell'idrologia e dell'idraulica lacustre; del BETTONI, che primo misurò le sesse del Benaco.

La geologia dei nostri laghi fu studiata da STOPPANI, TARAMELLI, PARONA, e dai loro discepoli.

L'idrobiologia camminò di pari passo: ebbe il maggiore impulso per opera di PIETRO PAVESI che scoperse la fauna pelagica, da altri negata nei laghi italiani, illustrò le condizioni fisico-biologiche di un grandissimo numero di laghi, dai grandi laghi marginali delle Alpi, ai laghi craterici dell'Italia centrale, dai minori laghi degli anfiteatri morenici ai piccoli laghetti alpestri del Canton Ticino e della Provincia di Trento.

L'opera del PAVESI trovò in Italia numerosi seguaci.

Così l'illustrazione dei laghi Italiani si fonda sopra migliaia di memorie speciali ¹⁾ che potrebbero facilmente dare materia a parecchi volumi di revisione, ad un'opera organica di limnologia comparata.

Metodi e fini della limnologia.

La limnologia è scienza sintetica, che in sè abbraccia e fonde elementi tratti dalla morfologia, dalla geologia, dalla climatologia,

¹⁾ Io ho fatto raccogliere dal mio antico aiuto Dr. EMILIO CORTI la bibliografia generale.

dalla fisica, dalla geochimica, dalla mineralogia, dalla botanica, dalla zoologia.

Lo studio dei singoli problemi è un contributo alle singole scienze, ma non è limnologia: la quale indagando i rapporti reciproci tra i diversi elementi, dimostra come il fattore fisico sia la condizione necessaria della vita, e le variazioni dell'ambiente fisico esercitino un'influenza sullo sviluppo e sulla biologia delle società lacustri o dei singoli elementi della società stessa. Ma d'altra parte gli organismi modificano incessantemente l'ambiente stesso nel quale vivono, cosicchè anche la ragione dei dati fisici non può essere integralmente spiegata con semplici rilievi fisici e chimici, ma richiede si tenga conto dei fattori biologici, le cui influenze ora si sommano, ora si elidono, od interferiscono e determinano variazioni sensibili nella morfologia e nella fisica lacustre.

Il matematico sulla base degli assiomi stabiliti dall'esperienza può svolgere le sue speculazioni e trarre sue deduzioni senza più curarsi della specie dell'esperimento e giungere a corollari talvolta suscettibili di controprova sperimentale. Il fisico parte invece dall'osservazione diretta ed il procedimento matematico gli può servire talvolta per la previsione dei risultati, che solo l'esperimento può sicuramente accertare.

Il fisico ed il chimico limitandosi allo studio della natura inorganica possono ignorare o trascurare la biologia, ma il biologo non può fare senza della fisica, della chimica, della stessa morfologia, perchè nello studio della vita non si può procedere se non applicando procedimenti fisici e chimici, cosicchè ogni progresso nelle scienze biologiche dipende essenzialmente dal progressivo affinarsi nella tecnica della osservazione e dell'esperimento.

* * *

Ogni lago, secondo l'espressione di un altro mio grande Maestro, il FOREL, è un microcosmo assai bene delimitato, che ci permette di studiare a fondo la circolazione della materia e della vita, il che non è possibile sulla terra, e neppure nell'oceano.

Così intesa la limnologia diventa uno dei capitoli più suggestivi della fisiologia generale.

I viventi nelle acque lacustri hanno colonizzato il lago adattandosi al suo particolare ambiente, definito da sue note morfologiche, da un suo clima particolare, dalla costituzione chimico-fisica delle acque, dalla variazione e dal rinnovamento delle acque stesse.

Nell'economia della vita tra i viventi nelle acque si stabiliscono

rapporti ed interdipendenze che ci fanno considerare il limnobia se non proprio come un organismo d'ordine superiore, certo come una società organica, di cui è possibile studiare la fisiologia sociale, deducendone pratiche applicazioni.

Genesis dei laghi insubrici.

La costituzione delle società lacustri è strettamente legata alla genesi stessa dei laghi. I nostri grandi laghi marginali: il Benaco, il Sebino, il Lario, il Ceresio, il Verbano, il Cusio sono lunghe e profonde solcature trasversali rispetto alla grande catena alpina; incidono le prealpi con direzione generale da settentrione a mezzodì, cioè da monte a valle, e furono da prima interpretati dallo STOPPANI e dal PAVESI come avanzi di fiordi del mare pliocenico: così il PAVESI spiegava gli elementi di tipo marino da lui trovati nelle faune lacustri come una fauna relegata di origine pliocenica. Poi, dopo che i geologi si addentrarono più profondamente nello studio dell'Era Glaciale e dei grandi anfiteatri morenici, che rinserrano le estremità meridionali dei nostri laghi, vennero questi attribuiti essenzialmente all'erosione glaciale ed a sbarramenti morenici.

Ma le osservazioni successive del TARAMELLI, dei suoi numerosi allievi e di molti altri, dimostrarono che la genesi dei nostri grandi laghi non è così semplice.

Tutti corrispondono a grandi solchi vallivi già abbozzati nel pliocene e nel quaternario antico col sollevarsi delle catene alpine, le cui vette raggiunsero altezze assai maggiori delle attuali e dettero origine a furibonde fiumane, capaci di trascinare enormi massi (del diametro di tre metri e più) e di erodere profondamente le valli sfocianti nel mare, che nel pliocene occupava ancora tutta la pianura padana.

Il TARAMELLI, nei suoi diversi scritti, ha bene abbozzato quale dovesse essere lo schema idrografico della nostra regione nel quaternario antico, sensibilmente diverso dall'attuale, quando presero a svilupparsi una prima volta i ghiacciai.

Mentre il corrugamento procedeva di pari passo con l'abrasione fluviale devono essere avvenute delle fratture con scorrimenti di masse e poi un generale abbassamento, affatto analogo o nella misura di quello che certo si ebbe nell'area padana, e così anche le profonde valli, oggi occupate dai grandi laghi, discesero sotto il livello del mare; ma l'abbassamento non fu nè regolare nè uniforme, così che gli ultimi tratti delle antiche valli presero una contro-

* — R. MONTI

pendenza e prepararono le condizioni necessarie alla formazione delle fosse lacustri.

L'azione modellatrice dei ghiacciai, avanzati più volte ad occupare ed a superare quelle grandi depressioni, dette l'ultima mano alla morfologia che oggi presentano i laghi insubrici, così profondamente scolpiti in roccia e coronati a valle da grandi anfiteatri morenici.

Questo quadro genetico si accorda a grandi linee coi risultati geologici più moderni, che per spiegare il carattere dell'attuale morfologia alpina tengono conto e dei movimenti orogenetici continuatisi in epoca recente, e dell'azione prevalentemente erosiva delle grandi correnti fluviali plioceniche ed interglaciali, e del modellamento operato dai ghiacciai.

La morfologia stessa dei grandi laghi, oggi batimetricamente bene studiati, il riconoscimento delle rocce in posto che rinserrano le loro estremità meridionali, le varie distribuzioni in altezza dei depositi glaciali e fluviali sulle montagne e sulle colline adiacenti e soprattutto le inclinazioni verso monte di alcuni terrazzi orografici, danno a mio avviso in modo veramente suggestivo la conferma di tali interpretazioni circa la genesi dei nostri laghi.

Con tale interpretazione bene si comprende come la depressione del Cusio (lago d'Orta) che un tempo scaricava a mezzodì verso il mare gran parte delle acque del bacino ossolano, in seguito all'inclinazione a monte mandò ora il suo emissario, Nigoglia, a settentrione verso la più profonda fossa del Verbano.

Così il Ceresio appare formato dalle depressioni residue di due valli, che si scaricavano separatamente a mezzodì in due fiumi diluviali corrispondenti all'ingrosso ai solchi di Arcisate verso l'Olona e di Mendrisio verso il Lura: in seguito all'abbassamento delle alte montagne rispetto alle minori masse perimetriche i due solchi profondi vennero congiunti da un solco intermedio e le acque non trovando più sfogo a mezzogiorno furono catturate dal Verbano per la depressione della Tresa. Non meno complicata appare la storia geologica del Lario, di cui il solco più profondo, corrispondente al ramo di Como, separato forse dal resto per la briglia rocciosa ora sommersa, tesa tra Bellagio e la Maiolica, si scaricava un tempo nel Seveso.

Per il Sebino e per il Benaco gli studi del SALMOTRAGHI e dello STELLA, hanno portato elementi notevoli di prova per convincerci degli spostamenti relativi di masse avvenuti nell'area dei nostri laghi dal piocene al post-glaciale

La formazione delle nostre conche lacustri si svolse dunque nel

periodo glaciale : le depressioni profondamente incassate fra i monti rimasero occupate dai ghiacciai assai più a lungo delle circostanti pendici : ma, mentre la bassura padana veniva lentamente colmata dalle torbide fiumane divallanti dai ghiacciai, le conche lacustri sovrariempite di ghiaccio furono dal ghiaccio stesso protette contro l'azione accumulante delle correnti diluviali e così furono sottratte alla grande colmata, che trasformò il golfo padano in una vasta pianura.

Così si comprende come gli abissi del Verbano, del Lario del Benaco, che toccano rispettivamente —176, —210, —280 sotto il livello del mare, corrispondano o si accostino grandemente a quelli orizzonti, dove nelle trivellazioni fatte recentemente lungo la pianura alluvionale del Po, incominciano a trovarsi avanzi marini.

Pertanto le nostre conche lacustri non possono essere interpretate come fiordi del mare pliocenico, le cui spiagge si arrestavano più a valle della regione dei laghi ; le conche lacustri certamente non esistevano (TARAMELLI pag. 88) nè in epoca pliocenica nè quando si depositarono le conoidi di alluvioni antiche sottostanti alle morene : esse si formarono nell'Èra Glaciale, furono occupate dapprima dai grandi ghiacciai e divennero laghi solo colla ritirata di questi, che avvenne nella fase di passaggio dall'ultimo periodo glaciale alle condizioni climatologiche attuali.

Formazione delle società lacustri.

Cominciarono allora i primi coloni ad invadere attivamente le acque deserte, risalendo le correnti emissarie non più torbide e fangose, ma sempre più terse e cristalline, per la decantazione avvenuta nelle conche lacustri ; altri vi giunsero dal monte e dal piano passivamente trasportati dai venti, dagli insetti acquatici, dagli uccelli migratori, dai batraci, dagli stessi mammiferi glaciali, che respinti dalle onde della vita dominante nel piano, cercavano rifugio sulle alpi.

Il popolamento avvenne certo lentamente per gradi, secondo quelle stesse leggi che io ho messo in evidenza per piccoli laghi delle alte Alpi, formatisi ai nostri giorni, in parte sotto i nostri occhi, in seguito alla ritirata dei ghiacciai negli ultimi decenni.

Colonizzazione graduale.

Nel corso dei miei studi proseguiti per oltre dieci anni, io ho potuto accertare infatti che la colonizzazione dei piccoli bacini al-

pestri di formazione glaciale più o meno recente, avviene per gradi bene determinati: di ciascuno ho descritti esempi sommamente caratteristici. Nei piccoli specchi d'acqua che si formano ai piedi dei ghiacciai, sbarrati dalle morene o racchiusi nelle conche d'escavazione, dove le acque raggiungono appena la temperatura di 4° C. riescono ad annidarsi quasi soltanto batteri, diatomee ed alghe nivali: tali sono il lago dei Seracchi al Ruitor, il lago intercalato tra la morena frontale ed il grande ghiacciaio del Miage.

In un secondo stadio, quando il lago ha già superato un periodo di vita primordiale, che può durare degli anni o dei decenni, a seconda delle condizioni geografiche, come ad es. nel lago Tignaga dell'Ossola, compaiono accanto alle alghe, i protozoi e specialmente i rizopodi tecolobosi, che nelle alghe trovano il loro nutrimento e nel limo i granuli minerali necessari alla formazione del guscio. Sono questi alti bacini dalle rive deserte, spoglie di vegetazione che ben poca materia possono fornire come alimento degli organismi lacustri: qualche traccia di sostanza organica può esservi recata soltanto dal vento, che trasporta insetti terrestri o foglie divelte nelle valli e le rigetta nelle acque.

Ma noi sappiamo che le morene abbandonate dal ghiacciaio, sono rapidamente invase dalla vegetazione e questa, sviluppandosi sulle rive dei laghi, arricchisce le acque di sostanze organiche e favorisce così lo sviluppo del limnobia. Si raggiunge per tal modo un terzo grado nel progressivo popolamento, in quanto le acque possono albergare, oltre i rizopodi, anche nematodi e tardigradi più o meno abbondanti, e talvolta rotiferi. In seguito compaiono crostacei delle rive (*Alona*, *Chidorus*, *Candona*, *Cypris*) planarie, larve di ditteri, talvolta idracnidi, — tutta una fauna costiera, senza che si abbia tuttavia la costituzione di una vera società pelagica. In questo stadio trovasi ancora il lago Nero nel bacino della Toce, il lago Mattmark in Val di Sosa.

Nei bacini abbastanza profondi le società lacustri si sviluppano in seguito abbastanza rapidamente. La temperatura fredda non è un ostacolo al popolamento: anche i laghi di tipo polare possono ospitare una fauna sempre più abbondante, quanto più antica è la formazione del bacino.

Assai più della temperatura è la posizione geografica e l'idrografia che facilita l'importazione di nuove specie. Si passa così alla costituzione delle più semplici società pelagiche, ai primi albori composte oltre che da diatomee ed altre alghe, essenzialmente da rotiferi e da copepodi. Cresce di pari passo la flora e la fauna delle rive e del fondo, con turbellarie, nematodi, oligocheti, copepodi, co-

stieri (tra i Cladoceri solo il *Chydorus sphaericus*, che è specie di fondo, ma non è pelagica), tardigradi, idracnidi, collemboli, larve di ditteri, larve di efemere e di altri insetti. In tale fase si trovano, ancora oggi, il lago Grigio, il lago Verde, (nel gruppo del Ruitor), ed altri bacini alpestri.

Ad un gradino più elevato sono giunti i laghi le cui società pelagiche, accanto a rotiferi e copepodi (talvolta anche idracnidi) comprendono anche cladoceri d'alto lago; dapprima quasi soltanto Dafnie, poi altre specie quali *Bosmina*, *Diaphanosoma*; infine *Sida*, *Leptodora*, *Bytotrephes*. Anche quando le sponde sono ancora povere di vegetazione, cresce la flora e la fauna costiera: appaiono numerose le larve delle frigane e i coleotteri acquatici (quali *Helophorus glacialis*, *Hydroporus nivalis*, *Deronectes griseo-striatus* ed altri, già comparsi in una fase precedente) che si moltiplicano indisturbati quando nel lago mancano i pesci. Quando questi arrivano trovano la mensa imbandita.

Questa legge di propagazione della vita nelle acque glaciali da me dimostrata sul versante meridionale delle Alpi venne largamente discussa dal sapiente illustratore dei laghi alpini svizzeri FRITZ ZSCHOKKE, il quale affidò al suo discepolo HANS KREIS il compito di verificare l'attendibilità e la portata delle mie conclusioni per l'opposto versante delle Alpi.

Il KREIS, dopo sue esaurienti ricerche biologiche sui laghi di Jöri in Canton Grigioni, particolarmente adatti al fine perchè, appena usciti dalla fase glaciale, sono in via di popolamento, così conclude:

« Die Ansichten RINA MONTI'S von einer stufenweise erfolgenden Einwanderung der Tierwelt in den Alpenseen erhalten durch die Befunde in den Jörisseen eine wesentliche Stütze, da die Becken infolge ihres noch relativ, jungen Alters sehr schön die verschiedenen Abstufungen in der Bevölkerung einzelner Seen zeigen ».

I geologi sono concordi nell'ammettere che il passaggio dal clima dell'ultimo periodo glaciale alle condizioni attuali non fu improvviso, ma fu certo molto sollecito, come lo dimostra il rapido ritiro degli smembrati ghiacciai sino a breve distanza dalle fronti attuali dei singoli rami; da allora l'idrografia generale non è sensibilmente cambiata. Pertanto il popolamento dei singoli grandi laghi deve essere avvenuto, ora più rapido ora più lento a seconda delle condizioni fisiche locali, ripercorrendo quelle fasi successive che noi abbiamo accertato nei laghi post-glaciali di recentissima odierna formazione. Quando ancora l'unghia estrema dei ghiacciai chiudevano l'estremità settentrionale dei grandi laghi, le acque saranno state

più fredde e più torbide, ma, provenendo da un bacino imbrifero non diverso dall'attuale, avranno avuto una composizione chimica assai simile a quella che noi oggi troviamo.

Fasi superate dei nostri laghi.

Per un certo periodo i nostri laghi appena in via di formazione sono certo rimasti in una fase di tipo polare con stratificazione inversa della temperatura, quando già i venti vi avevano portato i germi di alghe, bacteri, protozoi. Forse prima ancora che i nostri laghi passassero attraverso ad una fase di tipo temperato, vi giunsero le specie glaciali capaci di risalire attivamente gli emissari, come turbellarie, idracnidi, insetti; ma molta parte della popolazione lacustre, nella quale abbondano gli elementi cosmopoliti, arrivò anche ai grandi laghi per trasporto passivo, e la colonizzazione continuò ancora per diverse vie quando i laghi toccarono l'odierna fase di tipo tropicale. Non per questo si estinsero le specie stenoterme, alpino-glaciali, immigrate dalle più basse valli e neppure le specie glaciali nordiche, importate essenzialmente dagli uccelli migratori, perchè tali organismi, adatti a vivere soltanto nelle acque fredde, poterono risalire gli affluenti o ritirarsi negli occhi di fonte, dove la temperatura è sempre bassa ed uniforme, oppure discendere negli abissi lacustri, dove le acque sono sempre fredde, con temperatura costante tra i 5° ed i 7° gradi centigradi.

Così si spiega un fatto già messo in evidenza dallo Zschokke per i laghi dell'opposto versante alpino, e da me accertato per i laghi della fronte meridionale, cioè la somiglianza o la coincidenza delle faune littorali o superficiali dei piccoli laghi d'alta montagna, con la fauna profonda dei grandi laghi marginali subalpini.

Il KREIS nel discutere delle specie stenoterme dei piccoli laghi da lui studiati, ammette che il loro popolamento, oltre che per immigrazione di specie capaci di rimontare gli emissari e per importazione passiva di organismi e di uova durevoli trasportate da insetti, da uccelli, da altri vertebrati, avvenne anche per revivescenza e moltiplicazione di organismi rimasti allo stato di vita latente durante il periodo glaciale.

È certo che molti organismi acquatici resistono alla congelazione ed all'essiccamento anche prolungato per diversi mesi, talvolta anche per diversi anni. Di ciò io ho potuto convincermi anche mediante ricerche sperimentali, che sarebbe ora troppo lungo riferire, ma le stesse esperienze mi hanno dimostrato che la sopravvivenza alla congelazione non è indefinita, ma si limita a pochi anni. Perciò

io posso bene ammettere la tesi del KREIS per piccoli bacini alpestri poco profondi, che nelle annate cattive, insolitamente fredde, non sgelano sempre neppure in estate, ma non credo che neppure le specie stenoterme più abituate al congelamento, abbiano potuto sopravvivere attraverso tutta l'Èra Glaciale.

I grandi ghiacciai occuparono certo per secoli le nostre grandi conche lacustri, e colla loro azione escavatrice e denudatrice hanno certo piallato, raso, lisciato profondamente il fondo e le pareti, convogliando a valle nella loro lenta progressione insieme coi materiali di trasporto e coi prodotti di erosione, anche ogni forma di uova durevoli o di organismi ibernanti.

Pertanto è ovvio concludere che al primo formarsi dei nostri laghi le acque erano completamente deserte, e che le società lacustri andarono costituendosi, come ho detto, per gradi, in seguito ad immigrazioni attive ed a trasporti passivi, che in parte continuano ancora.

Dei coloni o dei germi, comunque giunti, poterono attecchire o prosperare quelli che trovarono l'ambiente adatto: alcuni già insediati non poterono sostenere la concorrenza di nuovi invasori e dovettero o ritirarsi negli abissi o soccombere: si stabilirono così delle fasi di equilibrio biologico che poterono avere più o meno lunga durata e che mutarono di fisionomia soltanto allorchè intervennero cambiamenti di regime od importazioni di specie nuove.

In ciascun lago si vennero così costituendo le diverse società biologiche delle rive, d'alto lago e di fondo, variamente sviluppate a seconda dell'estensione raggiunta dalle singole regioni lacustri.

Ma in tutti i nostri laghi marginali i limnobi delle regioni corrispondenti hanno una costituzione molto simile, talvolta constano degli stessi elementi.

Le somiglianze dei limnobi sono in funzione diretta dell'origine comune dei laghi, delle uguali condizioni fisico-chimiche nel corso del tempo.

Le piccole differenze, che si osservano tra l'uno e l'altro lago, sono in rapporto sia con minori peculiarità fisico-geografiche proprie a ciascun bacino, sia con ulteriori vicende di regime e di condizioni fisico-biologiche, non esclusa l'opera dell'uomo.

Fisiografia generale — Laghi aperti all'immigrazione attiva.

Il Benaco, il Sebino, il Lario, il Ceresio, il Verbano, il Cusio si trovano l'uno dopo l'altro ai piè delle Alpi da levante a ponente nel bel mezzo della zona temperata tra 45,25 a 46,20 di latitudine bo-

reale : sono tutti laghi *aperti* secondo la definizione classica del LOMBARDINI, e mandano i loro emissari, per il tramite del Po a scaricare nel mare Adriatico.

Il Cusio ed il Ceresio sono tributari del Verbano, l'uno per la Strona, l'altro per la Tresa. Il Mincio, l'Oglio, l'Adda ed il Ticino costituirono le grandi vie lungo le quali le specie anadrome risalirono a popolare gli specchi lacustri.

Così vi giunsero dal mare le anguille insieme a molti pesci comuni e diffusi in tutti i fiumi, quali il pesce persico, il luccio, la tinca ; vi arrivarono specie proprie delle acque subalpine, che mancano all'opposto versante delle Alpi, cioè il barbo, l'alborella, il pigo, il cavedano, la savetta, il cobite, la bottatrice, l'agone.

La trota, che in tutti i nostri laghi può raggiungere assai notevoli dimensioni e talvolta toccare il peso di 20 kg. appartiene ad una unica specie di lontana origine marina ; si è poi moltiplicata risalendo i ruscelli che sfociano nei bacini lacustri.

L'agone è specie di assai più recente origine marina : deriva dalla cheppia pervenuta dall'Adriatico per anadromismo gonico ; in ciascun lago ha subito particolari adattamenti fisiologici in relazione con l'ambiente e con la speciale alimentazione offertale dalla fauna pelagica, così che si formarono diverse varietà locali. L'immigrazione delle cheppie ha continuato fino ai nostri giorni e per il Benaco fu osservata direttamente dal GARBINI, ma dopo la sistemazione dei laghi di Mantova, le cheppie divennero sempre più rare ed il MALFER non riuscì più a trovarle neppure all'imbocco del Mincio presso Peschiera.

Nella prima metà del secolo XIX, come ci attesta MAURIZIO MONTI, la cheppia risaliva ancora il Ticino fino a raggiungere il Verbano, ma dopo gli sbarramenti e le derivazioni d'acqua più non si videro le falangi di cheppie arrivare al Verbano sulla fine di maggio. Dal Verbano rimontando la Tresa le cheppie poterono giungere al Ceresio.

Invece nel Cusio e nel Lario, meno accessibili per ragioni idrauliche in parte dovute all'opera dell'uomo, le forme sedentarie della Alosa hanno carattere di adattamento più antico.

In tempi antichi risalivano dal mare ai nostri laghi anche gli storioni : ma mentre per il Verbano abbiamo la testimonianza del BALLERINI di Locarno narrante che « nell'anno 1609 fu sovente veduto nel lago un grosso pesce marino denominato storione » per il Lario non si hanno che lontanissimi ricordi conservati dalla tradizione popolare. Continua invece ad intervalli sempre più rari l'immigrazione degli storioni nel Sebino, dove il GUCCINI ha potuto studiarne l'alimentazione.

Così i cambiamenti di regime idraulico vanno opponendo ostacoli all'immigrazione naturale, e l'uomo cerca porre rimedio allo spopolamento delle acque con l'immissione artificiale del novellame di specie redditizie. Meglio prosperano nei nostri laghi le specie che amano le acque alte e pure, i profondi abissi, e trovano il loro alimento soprattutto nell'abbondante limnobia pelagica.

Batimetria e conformazione delle rive.

La batimetria dei nostri laghi, inaugurata nel 1866 colle classiche ricerche del CASELLA, che fece il primo rilevamento completo del Lario pubblicando profili e sezioni longitudinali, fu poi continuata dall'Ufficio Idrografico della R. Marina e dal DE-AGOSTINI, cui dobbiamo la bella serie di carte batimetriche con curve di livello, che venne da me adottata come base delle mie ricerche.

Risulta da tali rilevamenti che tutte le conche dei laghi in esame hanno carattere di profonde spaccature, trasversali rispetto alla grande catena alpina: le relative sezioni sono foggiate ad U, come quelle delle valli modellate dai ghiacciai e raggiungono profondità grandissime.

Salvo il Cusio, che, situato a 290 m. s. m. è profondo 143 m. tutti gli altri hanno le loro maggiori piane di fondo molto al di sotto del livello del mare. Per tutti le sponde scendono in generale assai ripide, talvolta quasi verticali, seguendo la notevole inclinazione delle montagne adiacenti, così che sono quasi dovunque privi di quelle cinture di vegetazione e di fauna palustre che sono caratteristiche per altri laghi dalle rive basse, insensibilmente degradanti verso lo specchio lacustre. Solo il Ceresio per la sua conformazione particolare (dovuta alla convergenza di diverse valli abbandonate) permette qua e là lo sviluppo di concentriche zone fioreali sulle banchine a più dolce declivio. Gli altri laghi quasi solo alle foci dei maggiori affluenti presentano rive pianeggianti con spiagge e bassi fondi, più o meno invasi dalla vegetazione costiera e palustre, con più ricca fauna neritica. In tutto il resto la flora delle fanerogame sommerse si riduce ad una stretta cornice costiera (talvolta interrotta dove le sponde rocciose scendono quasi a picco) oltre la quale si estende, per un certo tratto del ripido declivio, soltanto un tappeto di tallofite.

Le società degli organismi littorali sono perciò molto ridotte: assumono diversa fisionomia a seconda della conformazione delle coste, e dove si ripetono le stesse condizioni sono costituite di elementi consimili, per lo più di organismi ubiquitarii, euritermi,

** — R. MONTI

spesso cosmopoliti, capaci di resistere alle onde, di sopportare notevoli squilibri di temperatura, di adattarsi alle acque talvolta inquinate da materiali di rifiuto.

Date le grandi profondità in rapporto con l'area, quali risultano dall'allegata tabella, ciascun lago durante l'estate assorbe grandi quantità di radiazioni termiche e mitiga così la caldura di luglio e d'agosto; nell'inverno invece restituisce all'ambiente molti milioni di calorie e così modera i rigori della stagione, assicura un clima mite, simile a quello della Riviera Ligure e permette sulle rive lo sviluppo della più ricca flora mediterranea.

Termica e stagioni subacquee.

La termometria delle acque abissali fu inaugurata da ALESSANDRO VOLTA, che primo determinò nel bacino di Como la temperatura costante delle acque di fondo: poi il CASELLA nel 1866 durante i suoi studi batimetrici applicò un suo termometrografo allo scandaglio e poté accertare che in tutto il lago ed in tutte le stagioni la temperatura abissale si mantiene tra il 6° ed il 7° grado centigrado, mentre può variare notevolmente la temperatura delle acque superficiali.

Le ricerche successive, metodicamente proseguite per parecchi anni col termometro Negretti e Zambra dal SOMIGLIANA e dal VERCELLI, hanno fissato le leggi dell'andamento termico generale, e mi hanno permesso di riconoscere la vicenda delle stagioni subacquee e la dipendente circolazione della vita lacustre.

Dallo studio comparativo delle curve termiche di ciascun lago risultano analogie e differenze degne di molta attenzione.

L'*inverno subacqueo* è assai più mite e più breve dell'inverno terrestre. La temperatura costante di fondo (che è di 5°,5 nel Cusio, 6°,5 nel Verbano; 5°,6 del Ceresio; 6°,8 nel Lario; 6°,9 nel Sebino; 7°, C nel Benaco) tende a diventare uniforme in tutti gli strati del lago, cioè a tutte le profondità. La maggiore lentezza di raffreddamento superficiale nell'autunno fa sì che l'inverno subacqueo sia spostato verso i mesi di febbraio e marzo.

Nella *primavera* il sole riscalda progressivamente le acque superficiali, ma l'aumento di temperatura è ritardato dall'afflusso di acque più fredde per lo scioglimento delle nevi. L'onda termica della radiazione solare si avvanza a poco a poco a —10 a —20 e —40 metri dalla superficie, e dove non è giunta ancora si ha un salto brusco della temperatura.

L'*estate subacquea* ha inizio e durata diversa nei singoli laghi a

seconda del maggiore o minore contributo glaciale che essi ricevono. Il Verbano, il Lario, il Sebino hanno vastissimi bacini imbriferi, che annoverano ghiacciai di varia potenza: il Ticino e la Toce al Verbano, l'Adda alpina e la Mera al Lario, l'Oglio al Sebino portano nei mesi da maggio ad agosto grandi masse d'acqua fredde fluenti dalle fronti glaciali, così che il livello di questi laghi si mantiene 1,50-2,00 m. più alto in estate che non in inverno.

	Cusio	Verbano	Ceresio	Lario	Sebino	Benaco
Lunghezza . km.	13	65	15+12	50+19	25	51
Larghezza massima km.	2	4,5	2	4,4	4,7	17,2
Area kmq.	18,27	212	48	147	62	370
Altezza sul mare	290	194	274	199	185	65
Profondità massima	143	372	288	414	251	340
Bacino imbrifero (affluenti principali)	Bagnella, Acqualba, Pellino, Pescone	Ticino, Toce, Tresa, Maggia	Cuccio, Cassarate, Veduggio, Magliasina, Laveggio	Adda, Mera	Oglio, V. Canonica	Sarca
Apporto glaciale .	—	+++	—	+++	+	+
Emissario	Nigoglia al Verbano	Ticino	Tresa al Verbano	Adda	Oglio	Mincio
Temperatura di fondo	5°-5°,9	5°,9-7°	5°,3-6°,1	6°,2-6°,8	6°,3-7°	6°,1-7°,8
Colore	IV	III-IV	IV-V	III-IV	IV	II-III
Trasparenza . m.	-8-9-11,5	-8-10-13-20	-8-13,5-14	-8-14-18	-9-12	-10-14-18-21
Residuo solido .	0,10-0,11	0,09	0,14	0,09-0,11	0,15	0,138
O. disciolto nelle acque di fondo .	+	+	+	+	+	+
Ph.	7,1	7,1-7,3	7,2-7,4	7-7,8	6,9-7,4	6,8-7,6

Alla più esatta conoscenza di questo fenomeno portò un notevole contributo LUIGI VOLTA, che calcolò il contributo glaciale a ciascuno dei maggiori nostri laghi.

L'effetto dello sgelo si fa sentire nei mesi estivi da maggio ad agosto, nel Verbano si manifesta prima che nel Lario, ma in questo è più intenso e più duraturo. Il quantitativo di acque che costituisce il contributo diretto dei ghiacciai al Verbano ammonta

secondo i calcoli del VOLTA a circa 300 milioni di metri cubi, mentre per il Lario tocca e forse sorpassa la cifra da 386 a 390 milioni di mc.

Perciò nel Verbano, nel Lario, nel Sebino, viene ritardato il riscaldamento estivo delle acque nella zona tra -15 e -30 di profondità, e così l'estate lacustre comincia più tardi che non nel Cusio, nel Ceresio, nel Benaco, i quali hanno assai minori bacini imbriferi e non ricevono o ricevono ben scarso contributo glaciale. Così in estate le acque superficiali di questi laghi possono raggiungere temperature di 25° centigradi quando nel Verbano, nel Lario, nel Sebino si notano appena $20-22^{\circ}$ C.

In generale nell'estate subacquea la stratificazione termica non presenta alcuna variazione saltuaria, ma dimostra temperature progressivamente decrescenti fino a circa 70 m. di profondità. La zona del salto non è affatto riconoscibile.

Nell'autunno subacqueo, che va da ottobre alla metà di gennaio, le temperature superficiali diminuiscono, ma il calore si è andato propagando, in piani sempre più profondi; si forma così un grosso strato isoterma fino a circa -40 -50 m. con temperature quasi uniformi (decrescenti coll'avanzare dell'autunno da 14° C a 11° C) cui segue bene distinto il salto termico verso la costante temperatura di fondo.

Col crescere della dispersione termica lo strato isoterma-autunnale si raffredda sempre più ed a poco a poco si eguaglia alla temperatura degli strati profondi.

Dunque le stagioni subacquee non corrispondono alle stagioni della terra adiacenti: gli specchi lacustri non gelano mai e la circolazione della vita, se pure si rallenta e si riduce nei mesi più freddi, non subisce le interruzioni e le soste cui va incontro sulle rive esposte ai venti ed ai geli invernali. Per la maggiore trasparenza dell'aria in inverno la luce è sempre viva nelle giornate serene sui nostri laghi e stimola ancora il ricambio della flora natante, che offre continuo alimento alla microfauna pelagica. La luce penetra assai più profondamente nelle acque rese più terse dalla riduzione degli affluenti, che più non portano torbide, ma solo il contributo di cristalline sorgenti perenni.

Trasparenza delle acque.

Infatti la trasparenza delle acque cresce notevolmente in inverno, così che il piatto di Secchi si può vedere ancora nel Cusio a -11 , -12 m.; nel Verbano a -13 , -20 m., nel Ceresio a $-13,5$, nel

Lario a —16, —18 nel Sebino a —12 e più, nel Benaco fino a —20, —21 m.

Le lastre sensibili sono impressionate ancora nel Lario fino a —100 m., nel Benaco, secondo il Garbini, fino a — 110 m.

La trasparenza è tanto maggiore quanto più le acque sono azzurre: in inverno il colore del Cusio tocca il IV grado della scala Forel come il Ceresio; il Verbano ed il Lario arrivano al III; il Benaco presenta qualche volta acque di un azzurro così carico che supera anche il primo grado della notissima scala.

I limnologi fisici tendono ad attribuire il colore e la trasparenza delle acque essenzialmente alla loro costituzione chimica ed alle sostanze inorganiche in sospensione: tale punto di vista è bene riassunto nei libri di LÉON COLLET e di W. HALBFASS. Ma questi autori, forse perchè hanno fondato i loro studi sui laghi dell'altro versante, in condizioni assai diverse dei nostri, non tengono abbastanza conto del fattore biologico, che nei nostri laghi rivela la sua maggiore portata.

Il massimo della trasparenza corrisponde d'ordinario al colmo dell'inverno lacustre (febbraio), quando la società pelagica è più ridotta, e molte specie dalle regioni superficiali hanno migrato a notevoli profondità: diminuisce la trasparenza col rifiorire della flora natante durante la primavera lacustre e continua a ridursi progressivamente col successivo moltiplicarsi della fauna pelagica, fino a raggiungere il minimo nel settembre, che corrisponde all'estate subacquea.

La trasparenza varia dunque colle stagioni, e la sua curva annuale è l'inversa della curva rappresentante le variazioni quantitative globali del plancton nello strato a temperatura variabile.

Colore dei laghi.

Anche il colore dei nostri laghi è una funzione complessa della costituzione chimica delle acque e della natura e della quantità del plancton superficiale.

La « fioritura » delle acque, fenomeno assai raro sui nostri laghi, fa variare al verde intenso il colore azzurro dello specchio lacustre: sul Lario, sul Ceresio, dove io ho potuto osservare fioriture ora parziali, ora totali dovute a *Mycrocystis aeruginosa*, ho visto il colore cambiare rapidamente dal III-IV grado della scala Forel al VIII-IX; le acque diventare assai meno trasparenti, così che i limiti della visibilità si ridussero a —2, —4 metri.

L'influenza della massa planctonica sul colore e sulla trasparenza

delle acque fù da me accertata in forma suggestiva nei piccoli bacini alpestri alimentati da sorgenti, dove ho potuto osservare per la prima volta una migrazione orizzontale del plancton. In diversi laghetti, scavati in roccia, con acque trasparentissime dove la mancanza di pesci ha permesso una grande moltiplicazione di crostacei pelagici, io ho potuto convincermi che questi, durante il giorno, si allontanano in massa dalle acque esposte al sole ed al vento per agglomerarsi nelle aree in ombra, sotto le pareti rocciose, più riparate dal vento. Quando la migrazione orizzontale sostituisce la verticale al punto da lasciare deserte le acque in un gran tratto dello specchio lacustre, si è profondamente colpiti dal fatto che il lago presenta due colori talvolta molto distinti e diversi: è azzurro (fino al II^o, III^o della scala Forel) dove le acque sono deserte; verdognolo o bruniccio dove sono concentrati gli organismi pelagici.

Tale osservazione dimostra nel modo più suggestivo che la massa e la qualità del plancton ha grande importanza nella determinazione del colore dei laghi.

La colorazione verde più o meno intensa è dovuta soprattutto alla moltiplicazione delle alghe natanti, in particolare alle cianoficee e cloroficee, che prevalgono nelle acque grasse, scarseggiano nelle acque pure. La costituzione chimica delle acque ha un'influenza indiretta in quanto dispone il terreno adatto per lo sviluppo della flora e della fauna.

Taluni alti laghi alpini da me studiati nell'Ossola e nel Trentino, pure avendo acque pure, presentano una colorazione bruna o rossa, che non si riesce a spiegare colla semplice analisi chimica delle acque, ma che facilmente trova la sua ragione nel plancton, in prevalenza costituito da *Euglena sanguinea*, *Oscillatoria rubescens* ed altri unicellulari rossi (enumerati dal KLAUSENER) tra i quali pululano innumerevoli copepodi ed idracnidi rossi (*Diatomus denticornis*, *Lebertia pavesii*), la cui abbondanza fa parere macchiato di sangue il retino che si ritira dalle acque dopo una pescata. Con ciò non nego importanza alla costituzione chimica delle acque, che offre agli organismi le materie prime, necessarie al loro sviluppo.

Chimica delle acque.

La composizione chimica delle acque d'alto lago non è in funzione della natura delle rocce che racchiudono la conca lacustre, ma della litologia dell'intero bacino alimentatore del lago. La nota prevalente è data dalle formazioni geologiche anche lontane, donde provengono le masse maggiori delle acque influenti. Così le acque

del Lario (che per due terzi, cioè fino alla linea che va dalla Gaeta a Bellano, è racchiuso in rocce calcari) hanno un residuo solido che oscilla tra gr. 0,09 e 0,12 come il Verbano, le cui rive sono in maggiore parte costituite da rocce cristalline. Invece il Ceresio per quanto racchiuso essenzialmente tra formazioni porfiriche e scistoso-silicee, presenta acque più ricche di carbonato di calce, con residuo solido di 0,14 perchè alimentato soprattutto da affluenti che scendono da regioni calcari.

Le acque del lago nella loro costituzione chimico-fisica sono la risultante della somma di tutte le acque affluenti, variabili in funzione complessa colla biologia degli organismi lacustri, che continuamente sottraggono alle acque certe sostanze necessarie al loro accrescimento e ne liberano altre nei processi di ricambio fisiologico.

Ad es., alcuni organismi, come diatomee e tecolobosi, fissano specialmente la silice disciolta, per fabbricare i loro gusci, che poi precipitano in gran parte a costituire il limo di fondo; altri, come molluschi, crostacei, molti e diversi vegetali elaborano particolarmente la calce, mentre certe alghe tendono ad assimilare anche la magnesia.

In ciascun lago il residuo solido e in genere la composizione chimica si mantiene costante nella regione pelagica: ma tale costanza non è l'effetto statico delle somme dei componenti, ma è il risultato dell'equilibrio che si stabilisce tra l'apporto degli affluenti ed il ricambio materiale dell'intero limnobia. Tale conclusione vale non soltanto per i sali, ma anche per i gas disciolti.

L'ossigeno disciolto.

Le variazioni dei gas disciolti nelle acque in relazione con la biologia lacustre, hanno una importanza molto grande e fino dal principio del secolo XIX richiamarono l'attenzione degli studiosi italiani: PIETRO CONFIGLIACHI nel 1809, in base agli studi del VOLTA, dello SPALLANZANI e dello JACOPI, fece le prime ricerche comparative usando un apparecchio analogo all'odierna bottiglia del Richard per la raccolta delle acque in profondità, e riuscì a dimostrare che nei nostri grandi laghi, anche le acque abissali contengono sempre ossigeno disciolto: concluse anzi che l'ossigeno è press'a poco uguale a tutte le profondità e corrisponde al 29 % di tutti i gas disciolti nelle acque.

Io ho fatto ricerche metodiche in collaborazione coi professori ACHILLE MONTI e NESTORE MONTI, con procedimenti ideati al fine di escludere talune probabili cause di errore, e specialmente le possibili

perdite di gas nelle acque profonde portate alla superficie. Abbiamo potuto così accertare che nei nostri laghi le acque sono sempre ossigenate fino alla massima profondità e precisare le variazioni dei gas disciolti in rapporto non soltanto coi fattori fisici, ma altresì col ricambio degli organismi vegetali ed animali viventi nelle acque.

I fiumi ed i ruscelli affluenti portano ai laghi un grande contributo di acque fortemente aeree, molto fredde non solo in inverno, ma anche in primavera ed in principio d'estate per lo sgelto delle nevi nelle alte valli e per il forte contributo glaciale, specialmente al Verbano, al Lario, al Sebino. Le acque fredde affondano rapidamente e portano i gas negli abissi, dove l'alta pressione trattiene i gas disciolti, anche se la temperatura locale si equilibra ad un grado più alto. D'altra parte l'ossigeno non arriva ai laghi soltanto colle acque influenti e per lenta diffusione dell'ossigeno atmosferico, ma viene anche abbondantemente prodotto nelle acque stesse per la vegetazione del fitoplancton sotto l'influenza della luce solare. Quando certe alghe si moltiplicano tanto da determinare la « fioritura delle acque » l'ossigeno può mantenersi a saturazione negli strati superficiali, malgrado il consumo fattone dalla fauna pelagica. In generale per effetto di tale consumo dove lo zooplancton è più abbondante l'ossigeno disciolto si riduce rapidamente sotto il limite di saturazione. Gli animali pelagici durante la notte risalgono in superficie anche perchè le alghe natanti colla mancanza della luce cessano la fotosintesi e non sviluppano più ossigeno: per meglio respirare i crostacei pelagici vengono in superficie ad incontrare l'ossigeno che penetra per diffusione dall'atmosfera. D'altra parte la presenza di ossigeno anche alle più grandi profondità ci spiega perchè noi troviamo ancora zooplancton nelle regioni abissali, che in altri laghi sono deserte.

Pertanto le acque dei nostri laghi non sono acque grasse, nitrose, coprine, putrescenti come quelle di certi stagni da tinche e da carpe, o di certi bacini di pianura dell'Europa settentrionale, ma sono invece acque pure, ossigenate dovunque, sempre egualmente fredde a grandi profondità, e perciò specialmente adatte alla vita di trote, coregoni, agoni.

Dopo gli studi di BIRGE e JUDAY sui laghi del Wisconsin in America, il significato dell'ossigeno disciolto per la fauna acquatica venne recentemente preso in considerazione dagli idrobiologi dell'Europa centrale.

Il THIENEMANN in Germania, il WESENBERG-LUND in Danimarca, EINAR NAUMANN in Svezia, il FEHLMANN nella Svizzera, hanno largamente discusso la portata ecologica e zoogeografica della que-

stione, che fu bene inquadrata da SVEN EKMAN nella sua « metodica della zoogeografia d'acqua dolce ».

Per definire i rapporti tra le condizioni fisico-chimiche dell'ambiente e le manifestazioni della vita, il THIENEMANN ed il NAUMANN hanno classificato i laghi in tre tipi :

- 1) Tipo oligotrofo (che dovrebbe corrispondere al subalpino),
- 2) Tipo eutrofo (caratteristico dei laghi del mare Baltico),
- 3) Tipo distrofo (che comprende le acque ricche di acido umico dei bacini torbosi).

Ma la classificazione oramai concordata dal NAUMANN e dal THIENEMANN, se bene fissa i quadri nei quali possono iscriversi i laghi e gli stagni dell'Europa centrale e settentrionale, soprattutto ai fini pratici dell'acquicoltura e della pesca, non potrebbe essere estesa ai laghi di altre regioni, dove assai diverse sono le condizioni del clima, diversa la genesi e la costituzione geologica e geochemica, diversa la idrografia generale. Io non posso dilungarmi qui ad esaminare le differenze biologiche che noi possiamo accertare nei laghi aperti con più rapido o più tardo rinnovamento delle acque ; o nei laghi chiusi, senza emissario, con forti oscillazioni di livello ; o nei laghi di tipo carsico ; o in quelli che, occupando depressioni scavate in terreni alluvionali sono alimentati da una falda d'acqua sotterranea, o nei laghi craterici talvolta riempiti solo di acqua piovana, tal'altra alimentati da sorgenti sommerse... ; o nei laghi che per essere scavati in bacini attraversanti formazioni litologiche diversamente solubili possono avere acque diversamente costituite negli orizzonti profondi e negli orizzonti superficiali, come è il caso del lago Ritom in Canton Ticino, e del lago della Girotta in Savoia. Ancora più lontano dovrei andare se volessi considerare i laghi a diversa salsedine.

Già il PESTA ha giustamente osservato che non è possibile fare rientrare i laghi subalpini nella classificazione del THIENEMANN e del NAUMANN, i quali considerano i nostri laghi come il prototipo degli oligotrofi. Con tale criterio, sia pure limitato ai fini della idrologia pratica, non si fornisce alcuna idea nè della varia costituzione delle acque, nè della popolosità, nè della popolabilità dei nostri laghi. Perciò nè lo ZSCHOKKE, nè il DUHRMANN, nè MARC LE ROUX, nè gli altri maggiori cultori della limnologia alpina potrebbero accettare senz'altra riserva la classificazione del THIENEMANN e del NAUMANN.

Lo stesso termine oligotrofo si presta troppo facilmente ad una falsa interpretazione perchè fa credere che i laghi subalpini sieno laghi poveri, capaci di alimentare appena una scarsa popolazione

lacustre, come sono soltanto taluni laghi delle alte alpi, ancora in via di colonizzazione naturale, che non hanno ancora raggiunto i maggiori gradi di popolamento da parte di quegli organismi planctonici che costituiscono l'alimento preferito di certe specie di pesci.

Caratteristiche dei nostri grandi laghi, in confronto con molti stagni di pianura e coi laghi a bassi fondali delle regioni del Baltico, sono le condizioni climatiche, morfologiche, fisico-chimiche onde traggono un alto potere di *autodepurazione* biologica (autocatarsi) così che le loro acque, sempre molto dolci, a tenue residuo, si liberano presto da ogni traccia di ammoniaca e di nitriti nella regione pelagica; rimangono sempre ossigenate anche a grande profondità e conservano la più grande purezza.

Questo anzi è per me il carattere fondamentale di tutti i *veri laghi*, siano essi di acqua dolce, o d'acqua a varia salsedine.

Gli altri, quegli che il THIENEMANN chiama laghi eutrofi, in realtà non sono veri laghi, ma *stagni*, più o meno profondi, dalle acque più o meno cariche di ammoniaca, di nitrati, di nitriti, di fosfati, e perciò più o meno coprine, cioè grasse di concime, spesso veramente putride e fetenti, saprobiogene sempre, incapaci di raggiungere un'autocatarsi, cioè un'autodepurazione biologica.

Nei nostri laghi solo i porti e le darsene, che spesso ricevono fogne, canali di scolo e materiali di rifiuto, hanno un fondo coperto da fango puzzolente ed acque *grasse* simili a quelle dei così detti laghi eutrofi del THIENEMANN: come io ho accennato nel mio volume sul Lario (pag. 37), descrivendo la particolare fisionomia delle società viventi nei porti.

Ma appena si esce al largo tanto le acque superficiali, quanto il limo di fondo riacquistano rapidamente il loro carattere generale. Di ciò il migliore indice si può avere coll'esame batteriologico.

Bacteriologia lacustre.

Non posso qui dilungarmi sulla bacteriologia lacustre: dirò soltanto che mentre nei porti, come negli stagni dalle acque grasse, si ha uno sviluppo enorme di bacteri, con delle medie di 20.000 germi per centimetro cubo, invece nelle acque pelagiche dei nostri laghi il numero dei germi è assai basso in tutte le stagioni. Per la più esatta determinazione dei bacteri lacustri noi abbiamo usato non soltanto le consuete gelatine di carne di vitello adottate dagli igienisti, ma abbiamo anche preparato gelatine speciali di plancton e gelatine di carne di pesce.

Anche con tali accorgimenti noi abbiamo trovato nei mesi di

gennaio-febbraio da 10 a 440 colonie nelle acque superficiali: da 15 a 90 colonie a 150 m. di profondità; nei mesi di agosto-settembre da 50 a 250 colonie in superficie, da 60 a 95 colonie a 150 m. di profondità. Quest'indice batteriologico, per la quantità e la qualità dei germi, corrispondenti a quelli comuni nelle migliori acque potabili, ci dà la misura della purezza delle acque in tutte le stagioni, ci esprime la profonda differenza che intercede non solo tra i nostri laghi ed i laghi baltici, ma anche tra i nostri ed i laghi subalpini di tipo temperato dell'altro versante delle Alpi.

Prevalenza delle società pelagiche.

La descritta natura delle acque, la grandissima profondità dei bacini con sponde in generale molto scoscese, fanno sì che nella somma delle diverse società lacustri costituenti la popolazione complessiva di ciascun lago, la parte di gran lunga maggiore sia data dai limnobi pelagici. Anche fra i pesci prevalgono quelli che nella fauna pelagica trovano il loro nutrimento preferito.

Alghe natanti.

Caratteristica del fitoplancton in tutti i nostri laghi è l'abbondanza delle diatomee, tra le quali prevalgono fragilarie, asterionelle e tabellarie; numerose e comuni sono le alghe dei generi microcisti, staurastro, cosmario, botriococco, pediastro, eudorina.

La vegetazione delle alghe planctoniche dipende essenzialmente dalla temperatura delle acque; la distribuzione delle alghe dipende dalla luce. Le alghe perciò abbondano nel primo orizzonte di circa 10-12 metri o poco più, non prosperano in strati più profondi, dove troppo fiochi giungono i raggi-luminosi: e non presentano una sensibile migrazione verticale giornaliera, che è caratteristica invece del zooplancton. Solo nel tardo autunno le alghe abbandonano la superficie e tendono a formare uno strato algoso di vario spessore tra sei e dodici metri di profondità, ma tale migrazione stagionale è dovuta ai moti convettivi delle acque, che raffreddandosi in superficie aumentano di densità e scendono in strati più profondi trascinandosi seco le alghe.

Protozoi pelagici.

Densissimi dovunque i cerazi con esteso pleomorfismo; frequenti le colonie di Dynobryon, le difflugie, le *Centropyxis*, le cifo-

derie, le nebele ; diffuse le *Heterophys pavesii* e l'elegante *Actinophrys sol* ; tra i ciliati pelagici la *codonella* si incontra dovunque, anche negli orizzonti più profondi. Anche le vorticelle fanno parte del plancton in quanto spesso appaiono sedentarie sulle diatomee, sulle alghe, sugli entomostraci.

Rotiferi.

Fra queste schiere trovano residenza preferita i rotiferi come l'*Asplanchna priodonta*, *Triarthra (Filinia) longiseta*, *Polyarthra trigla (platyptera)*, *Anaurea (Keratella) coclearis*, *A. quadrata*, *Notholca longispina*, *N. striata*, ecc., che più spesso si mantengono, anche durante il giorno, negli orizzonti superficiali.

Se ristretto è il numero delle specie non così è degli individui che, in determinate pescate superficiali, possono di molto elevarsi tanto da rappresentare una parte preponderante nella composizione quantitativa del plancton. È noto che molti di questi rotiferi vanno soggetti a delle periodiche variazioni, che in certi casi possono interpretarsi come variazioni stagionali, ed in altri come dipendenti da cause interne, quali ad esempio i prolungati periodi di riproduzione partenogenetica. Ma le variazioni morfologiche, come dimostra il VIALLI, non sono ampie nell'ambiente lariano, e non toccano i limiti estremi, che le stesse specie offrono, per esempio, negli stagni. Questa minore variabilità dei rotiferi lariani in confronto colla variabilità maggiore di specie consimili od identiche, viventi negli stagni o nei rami morti dei fiumi, sembra da mettersi in relazione colla maggiore costanza delle condizioni fisiche dell'ambiente lacustre. Essa ci dice che i rotiferi sono così sensibili all'influenza dell'ambiente che variano grandemente negli stagni, dove sono soggetti a grandi squilibri di temperatura, a forti calori estivi, a geli invernali, a notevoli alterazione di composizione delle acque, mentre in alto lago, dove l'escursione annuale della temperatura è molto limitata e la composizione delle acque, come la quantità degli alimenti, non subiscono oscillazioni sensibili, i rotiferi prosperano in forme più costanti, adatte al poco mutevole ambiente.

I rotiferi vivono di preferenza nello strato delle alghe natanti di cui si nutrono : la loro distribuzione non è direttamente legata ad una loro sensibilità fototropica o termotropica, ma dipende dal fitoplancton, che costituisce il loro alimento preferito.

Crostacei pelagici.

Invece i piccoli crostacei planctonici rivelano uno squisito fototropismo negativo, così che durante il giorno, specialmente quando

il sole illumina lo specchio lacustre, scendono sotto l'orizzonte algoso per risalire in superficie nelle ore notturne dimostrando notevole tendenza a mantenersi in quegli strati dove giungono ancora le radiazioni trasmesse dall'atmosfera. E poichè radiazioni termiche e radiazioni attiniche in estate vanno oltre i primi 50 metri, e si propagano, sia pure in misura ridotta, anche in quegli orizzonti che abbiamo definito come strato profondo, così si comprende come organismi planctonici possono incontrarsi ancora oltre i 100 m. di profondità nelle acque abissali sempre ossigenate, che nei nostri laghi non sono mai tanto deserte, come hanno affermato alcuni autori.

A costituire la massa principale dei piccoli animali pelagici, che formano il pascolo preferito dei pesci, entrano in larga misura i crostacei, copepodi e cladoceri, con generi e specie comuni a tutti i laghi.

I copepodi sono rappresentati in ogni mese dell'anno da poche specie con un numero grandissimo d'individui in estate. Tra questi i ciclopidi appaiono in generale meno abbondanti dei diaptomidi, e la loro distribuzione non è sempre ugualmente regolare: comune il *Cyclops strenuus*; frequente il *C. leukartii* specialmente nel Verbano, nel Ceresio, nel Lario e nel Benaco; il *C. viridis* nel Cusio, nel Verbano e nel Lario; il *C. albidus* nel Lario, nel Sebino, nel Benaco.

Più abbondanti sono i diaptomidi, sulla cui sistematica gli specialisti discutono ancora, descrivendo forme locali come: *Diaptomus steuerei* per il Benaco, *D. larianus* per il Lario, *D. graciloides* var. padana, per il Verbano, che tendono a fare ammettere degli endemismi, propri ad ogni bacino idrografico indipendente.

Notevole è il caso della *Heterocope saliens*, che io ho trovato anche in piccoli bacini delle Alpi, dove talvolta costituiva la massa principale del plancton, e che nei grandi laghi venne incontrata solo periodicamente, come specie di plancton profondo ed in talune annate divenne così rara da sembrare scomparsa.

Tra i cladoceri sono comuni a tutti i bacini: le bosmine, le side, i diafanosomi, le leptodore, le dafnie jaline, i bitotrefi, con proporzioni varie nei diversi laghi ed a seconda delle varie stagioni e delle diverse annate.

Le ricerche più metodiche sulla distribuzione e sulla quantità dei planctonti, sono certamente quelle da me compiute sul Lario, proseguite per una serie di anni nelle diverse stagioni e coi più svariati procedimenti di raccolta. Così ho potuto accertare che nella massa dei cladoceri prevalgono di gran lunga le dafnie cui seguono

per frequenza ed abbondanza bitotrefi e diafanosomi e leptodore, mentre sono meno frequenti le bosmine e più rare le side.

I dati delle mie pescate non concordano con quelle di altri autori, che danno come rare le forme più vistose quali bitotrefi e leptodore, probabilmente perchè nelle loro ricerche si servirono di retini assai piccoli, cui facilmente sfuggono i più grossi planc-tonti.

Tali forme non furono trovate d'inverno perchè esse tendono a migrare in strati più profondi, dove io ho potuto rintracciarli con grandi reti a chiusura.

Certo esistono differenze anche fra l'uno e l'altro dei nostri laghi. Così ad esempio nel Ceresio il bitotrefo, che era stato raccolto ripetutamente e dal PAVESI, e dal FOREL e dal CALLONI, parve scomparso quando il BURCKHARDT vi fece le sue osservazioni, tanto che il limnologo Svizzero fu indotto a ritenere erronea l'osservazione del PAVESI. Io ho bensì potuto accertare la estrema rarità del bitotrefe durante le pescate nel Ceresio, ma l'ho ritrovato, per quanto meno frequente, nello stomaco dei coregoni. Non è improbabile che la moltiplicazione dei coregoni, particolarmente ghiotti di bitotrefi, sia la causa della enorme diminuzione di tale cladocero nel Ceresio, Così nell'equilibrio biologico che si stabilisce in ciascun lago, l'introduzione di una specie può essere la causa della riduzione o della scomparsa di un'altra. Anche per le leptodore io ho osservato notevoli variazioni quantitative con annate di grande abbondanza, susseguite da annate di inesplicabile scarsità: dopo molte ricerche ravvisai la spiegazione del fenomeno in una malattia parassitaria.

Per una causa analoga sono scomparsi dal Lario e da altri laghi i gamberi d'acqua dolce (*Astacus saxatilis*) che un tempo vi erano abbondantissimi.

La *Daphnia longispina* var. *jalina*, è specie molto frequente in tutti i laghi: il Pavesi che per il primo trovò questa specie nel Lario ne aveva già rilevata la grande variabilità, da me già accertata in tutte le stagioni; anche maggiori sono le variazioni che si osservano nelle dafnie del Ceresio; il cui bacino venne considerato dallo Stengel in come un centro di creazione per le dafnie pelagiche; ma la variabilità si osserva in varia misura nel Verbano, nel Sebino, nel Benaco. Oggi le dafnie forniscono soggetti favoriti allo studio della variabilità ed alla genesi di forme nuove per influenza di fattori interni secondo alcuni, o di fattori esterni chimico-fisici secondo altri. In particolare il Woltereck ha dedicato numerose ricerche alla biologia delle dafnie.

Se in taluni laghi, come nel Ceresio, esistono secondo lo STEINER

ed il WOLTERECK numerose forme riferibili a due razze distinte, l'una appartenente al gruppo *galeata*, l'altra al gruppo *hyalina*, ciò sembrava spiegabile appunto in grazia della riproduzione aciclica, che tutti gli autori ammettevano per le dafnie pelagiche, dei grandi laghi marginali tanto al di qua, come al di là delle Alpi.

Ma le ricerche più ampie da me compiute in questi ultimi anni sul Lario, valendomi di più adatti congegni per abbondanti pescate pelagiche, mi hanno condotta a scoprire non infrequenti, e non in una sola stagione, anche dafnie del ciclo anfigonico, con uova durevoli e maschi più o meno abbondanti.

La formazione di uova durevoli nelle dafnie è fenomeno comune nei laghi delle alte alpi coperti di ghiaccio per molti mesi dell'anno; pareva mancasse nei grandi laghi marginali, dove le acque non gelano mai, e mai non manca l'alimentazione adatta. Io ho potuto invece dimostrare *dafnie jaline pelagiche con esippi* in tutti i mesi dell'anno e tale fenomeno, che appare come una reminiscenza dell'originario modo di riproduzione, torna a conforto dell'origine glaciale o nordica delle specie in questione.

In qualche lago compaiono nel plancton organismi insoliti: cito ad esempio l'*Argulus foliaceus* da me trovato pelagico con grande frequenza nel Ceresio, assai raro nel Verbano; non l'ho mai trovato nel Lario, in molti anni di ricerca.

Idracnidi pelagici.

A costituire la fauna pelagica, entrano in via subordinata anche talune specie di idracnidi. In tutti i laghi ne furono trovati, ma il loro studio venne compiuto a fondo soltanto per il Lario, dove io raccolsi circa quaranta specie, che affidai per lo studio a CARLO MAGLIO.

La parte maggiore appartiene alla fauna costiera, ma talune specie si incontrano nei limnobi pelagici, tali sono, ad esempio, la *Forelia parmata* che è comune anche al Ceresio, la *Limnesia fulgida* e la *L. maculata*, che si incontrano anche nel Verbano, nel Ceresio e nel Benaco, l'*Unionicola crassipes*, pelagica e profonda in tutti i laghi; notevole l'*Hygrobates schnetzleri* che è specie nordico-glaciale e fu da me trovata nelle acque profonde del Lario. Mancano a questo e ad altri nostri laghi la *Neolebertia rufipes*, che io incontrai nel plancton superficiale degli alti laghi alpini, e che il FEHLMANN ha trovato nel Ceresio.

Abbiamo dunque anche nei nostri grandi laghi, accanto a specie cosmopolite ed euriterme capaci di moltiplicarsi in ambienti

soggetti a forti sbalzi di temperatura ed a notevole variabilità della costituzione fisico-chimica delle acque, altre specie stenoterme, che prosperano soltanto in acque pure ed a bassa temperatura.

Tali specie, che noi abbiamo trovato anche superficiali negli alti laghi alpini, si incontrano come specie pelagiche profonde nei grandi laghi marginali. Altre specie, che vivono di preferenza negli occhi di fonte, dove la temperatura è costante, e che pertanto io avevo chiamato specie creniadi, termostatiche, possono pure incontrarsi come abitatrici delle acque abissali dei grandi laghi, dove la temperatura rimane costante in ogni stagione dell'anno.

Sulla traccia dello ZSCHOKKE, assai prima del BREHM, del FEHLMANN, dello SCHMASSMANN, del WALTER, io ho studiato la questione delle specie stenotermiche di tipo nordico o di tipo glaciale alpino nelle nostre acque, discutendo anche se queste ultime possono spiegarsi come derivate da una precedente fauna pliocenica.

Ma nella interpretazione dei reperti faunistici io ho dato la maggiore importanza al trasporto passivo, mettendo in evidenza come per tale trasporto continui ancora oggi l'importazione di nuovi coloni, che sopravvivono o si moltiplicano solo là dove trovano l'ambiente più adatto.

Il caso da me accertato delle dafnie che nei nostri laghi di tipo tropicale producono ancora uova durevoli parla in modo suggestivo a favore dell'origine nordica o glaciale della specie, e fa anzi pensare che la sua importazione come avvenne nei nostri giorni nei piccoli bacini alpestri di recente formazione, possa anche nei grandi laghi rinnovarsi continuamente.

Nella odierna revisione della metodica zoogeografica, quale venne intrapresa da SVEN EKMANN, questi dati di fatto restano e non possono essere trascurati.

* * *

Ampiezza delle migrazioni verticali giornaliera.

La massa degli entomostraci, che costituisce la parte prevalente della fauna d'alto lago, presenta imponentissimo nei nostri bacini il fenomeno della migrazione verticale giornaliera, che aveva tanto colpito il PAVESI, quando scoperse la fauna pelagica.

La maggiore luminosità del nostro cielo, la più profonda penetrazione dei raggi termici e luminosi, nelle acque trasparentissime, bene ci spiega perchè la migrazione verticale giornaliera sia nei nostri

laghi assai più estesa che non nei laghi nordici dalle acque grasse, invase dalla vegetazione algosa, che arresta tanti raggi luminosi e crea una penombra nella quale i crostacei possono appiattarsi.

La migrazione verticale esiste anche nei laghi subalpini dalle acque pure, autocatartiche, dell'opposto versante, ma per la minore intensità delle radiazioni ed in parte anche per il maggiore sviluppo della flora natante, non raggiunge mai la grande estensione, cui arriva nei nostri laghi, dove tocca non di rado limiti da —12 a —20 metri.

A determinare l'ascensione dei crostacei verso la superficie nelle ore notturne, contribuisce certo il richiamo esercitato dall'ossigeno, che non più prodotto dalla fotosintesi algosa penetra negli orizzonti superficiali, direttamente dall'atmosfera.

Migrazioni orizzontali.

Ma nei nostri laghi avviene anche una migrazione orizzontale dei crostacei pelagici, che non venne mai osservata nei laghi settentrionali, dove la luminosità è più debole, e le acque sono meno trasparenti. La migrazione orizzontale dei crostacei pelagici fu da me scoperta per la prima volta nei piccoli laghi alpini, poi accertata nei grandi laghi, dove venne riscontrata e bene studiata anche dal MALFER, durante i suoi studi sul Benaco. Nei giorni sereni e nelle ore di luce più intensa i crostacei si allontanano dalle rive soleggiate, si affollano invece nei golfi riparati, dove le rupi incumbenti mandano lunghe le ombre.

Tale migrazione orizzontale è certo dovuta alla influenza della luce vivissima, che penetra profondamente nelle acque e ci persuade che i movimenti di massa e la distribuzione generale dello zooplankton non sono un fenomeno semplicemente idrostatico, ma sono l'effetto di una reazione biologica ai diversi stimoli fisici o chimici.

Leggi della vita planctonica.

Le leggi della vita planctonica nei nostri laghi sono dunque diverse da quelle che governano i laghi dell'Europa settentrionale, di cui EINAR NAUMANN ha cercato ora di redigere criticamente il testo unico: anzi non corrispondono perfettamente neppure a quelle che reggono laghi più o meno affini dell'opposto versante delle Alpi.

Nei nostri laghi, che non gelano mai, la circolazione della vita non subisce quelle soste, cui va incontro nei bacini di tipo temperato, non presenta in modo evidente quei periodi di massima

moltiplicazione di certi organismi animali, che sono caratteristici delle acque settentrionali.

Mentre in taluni laghi si hanno dei massimi primaverili ed autunnali, nei nostri laghi la produzione del plancton presenta una curva regolare e mai non si arresta neppure durante l'inverno subacqueo, perchè gli organismi sprofondandosi trovano una temperatura assai più mite e costante.

Anche le fugaci meteore estive, i temporali violenti o le piogge dirotte non producono nei nostri laghi quegli effetti che arrecano ai bacini poco profondi, dove bastano a commuovere le acque fino al fondo, a cambiarne il carattere fisico-chimico, al punto da disturbare profondamente la quieta moltiplicazione del plancton.

Nei nostri laghi dalle acque molto profonde, le tempeste commuovono soltanto gli orizzonti superficiali, ma il limnobia pelagico si sottrae facilmente alla tempesta migrando semplicemente negli orizzonti più profondi e più tranquilli, senza subire alcun turbamento nel ciclo della sua vita.

Così la quantità totale dello zooplancton nei nostri grandi laghi marginali è in genere molto maggiore di quella dei laghi trasalpini, e tale fatto venne riconosciuto anche dal BURCHKARDT.

Anche perciò i nostri bacini non potrebbero chiamarsi oligotrofi, ma dovrebbero piuttosto definirsi zootrofi perchè, forniti di acque pure ed ossigenate sempre capaci di raggiungere un'autocatarsi od autodepurazione biologica, sono particolarmente atti a fare prosperare la vita degli animali ed in particolare di quelli che richiedono l'ambiente più ossigenato e più sano.

In confronto ed in contrasto coi nostri potrebbero chiamarsi fitotrofi i bacini e stagni dalle acque grasse, saprobiogene, non sempre ugualmente ossigenate, che sono propizie alla vita vegetale, fertili di piante sommerse e di flora planctonica, atte soltanto alla vita di quegli animali che possono resistere anche all'inquinamento e alla deficienza di O.

Le condizioni fisico-biologiche dei nostri laghi assolutamente più favorevoli allo sviluppo di una eletta fauna pelagica, si rispecchiano non soltanto nelle maggiori quantità assolute, ma soprattutto si rivelano nella assai più lunga durata dei periodi di più intensa moltiplicazione per ciascuna specie, il che è particolarmente riconoscibile nei ciclopidi, i diafanosomi, le leptodore ed anche i bitotrefi. Le dafnie seguitano a moltiplicarsi tutto l'anno, con maggiore intensità in estate.

Per gli organismi, la cui attività riproduttiva non è continua, ma periodica, il periodo fecondo anticipa sui nostri laghi rispetto a

quelli dell'altro versante in misura notevole, ma non uniforme. In quei nostri bacini che ricevono in primavera ed in estate un notevole contributo di acque glaciali, ed hanno perciò ritardata la primavera subacquea, come il Verbano e il Lario, la moltiplicazione di talune specie, per esempio *Cyclops leukartii* comincia più tardi, che non nei laghi cui manca od è minimo il contributo glaciale. Noi assistiamo così al fenomeno paradossoso di vedere anticipare il periodo di riproduzione primaverile in laghi come il Ceresio ed il Cusio, situati più in alto sul livello del mare.

Caratteristica dei nostri laghi.

La produttività generale dei nostri laghi è in funzione della ricchezza del zooplancton pelagico: lo sviluppo vario delle rive e dei bassifondi influisce a determinare la maggiore o minore abbondanza della vegetazione sommersa e della fauna costiera.

Ma la ricchezza e la caratteristica dei nostri laghi è data soprattutto dai pesci pelagici, quali agoni, trote, coregoni, che, abituati a vivere in acque pure, nella ricchissima fauna pelagica trovano il loro preferito alimento, e nei grandi abissi sempre ossigenati il libero campo alle loro migrazioni.

Se il plancton di acqua dolce nella sua fisionomia generale può considerarsi, d'accordo col WESENBERG-LUND, come una delle più antiche società biologiche della terra, la costituzione delle singole società lacustri, sia di quelle consolidate nei grandi bacini già popolati da millennii, sia di quelle appena abbozzate od in via di sviluppo nei laghi alpini di odierna formazione, non è affatto stabile, ma è anzi esposta alla possibilità di svariate trasformazioni, sia per cambiamenti del regime delle acque, sia per importazioni di nuovi elementi, che, se possono talvolta estinguersi, possono anche sopravvivere e diventare prevalenti quando trovano il loro posto nell'economia generale della vita lacustre.

La limnologia, determinando le leggi che reggono l'evoluzione dei laghi ed il ricambio biologico delle società lacustri, definisce la fisiologia generale di ciascun lago e ne indica le norme di sfruttamento.

NOTA.

Nelle tabelle seguenti sono elencati i crostacei planctonici dei nostri laghi, come quelli, tra gli organismi, che hanno maggiore importanza per l'alimentazione dei pesci.

Segue l'indicazione dei pesci che si incontrano nei laghi insubrici.

Specie	Cusio	Verbano	Ceresio	Lario	Sebino	Benaco
CROSTACEI PLANCTONICI						
Cladoceri						
<i>Sida limnetica</i> Burckhardt . .		+	+	+		+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin.	+	+	+	+	+	+
<i>Leptodora hyalina</i> Liévin. . . .		+	+	+	+	+
<i>Daphnia pulex</i> De Geer. . . .	+		+		+	+
Id. var. <i>pulicaroides</i> Burckhardt			+			
<i>D. hyalina</i> Leydig forme div. .	+	+	+	+	+	+
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars . .			+			
<i>Bosmina coregoni</i> Baird		+	+	+		+
Id. var. <i>ceresiana</i> Burckh. . . .			+			
Id. var. <i>amethystina</i> Brehm. .						+
<i>B. longirostris</i> O. F. M.	+	+	+			+
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig		+	+	+	+	+
Copepodi						
<i>Heterocope saliens</i> Lillj		+	+	+		
<i>Diaptomus larianus</i> Baldi. . . .				+		
<i>D. padanus</i> Burckhardt		+				
<i>D. laciniatus</i> Lillj.		+	+			
<i>D. castor</i> (Jurine)						+
<i>D. steuerei</i> Brehm e Zederbauer.						+
<i>D. gracilis</i> Sars		+	+		+	
<i>D. graciloides</i> Lillj.		+				
<i>Cyclops leukarti</i> Sars.		+	+	+		+
<i>C. serrulatus</i> Fischer		+		+		
<i>C. albidus</i> Jurine				+	+	+
<i>C. viridis</i> Jurine.	+	+		+		

Specie	Cusio	Verbano	Ceresio	Lario	Sebino	Benaco
<i>C. tenuicornis</i> Claus					+	
<i>C. diaphanus</i> Fischer.					+	
<i>C. fuscus</i> Jurine.						+
<i>C. strenuus</i> Fischer	+	+	+	+	+	+
<i>Argulus foliaceus</i>		+	+			+
P e s c i						
SPECIE COMUNI						
<i>Perca fluviatilis</i> Linn.	+	+	+	+	+	+
<i>Tinca vulgaris</i> Cuvier.	+	+	+	+	+	+
<i>Esox lucius</i> Linn.	+	+	+	+	+	+
<i>Anguilla vulgaris</i> Cuv.	+	+	+	+	+	+
<i>Petromyzon planeri</i> Bloch.	+	+	+	+	+	+
<i>Cyprinus carpio</i> Linn.		+	+	+		+
<i>Cottus gobio</i> Linn.	+	+	+	+		+
<i>Gobius fluviatilis</i> Bonelli		+	+	+		+
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> Linn.	+	+	+	+	+	+
<i>Phoxinus laevis</i> Agas.		+	+			+
<i>Salmo lacustris</i> Linn.	+	+	+	+	+	+
<i>Thymallus vulgaris</i> Nilss.		+	+	+	+	+
<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linn.		—				+
SPECIE SUBALPINE						
CHE MANCANO OLTRE ALPE.						
<i>Salmo carpio</i> Linn.						+
<i>Lota vulgaris</i> Cuv.	+	+	+	+	+	+
<i>Leuciscus aula</i> Bonap.		+	+	+		+
<i>L. pigus</i> Lac.		+	+	+		+
<i>Gobius Panizzae</i> Verga		—				+

Pesci	Cusio	Verbano	Ceresio	Lario	Sebino	Benaco
<i>Alburnus alborella</i> De Filippi .	+	+	+	+	+	+
<i>Barbus plebejus</i> Valenc.	+	+	+	+		+
<i>B. caninus</i> Bonap.		+	+			
<i>Chondrostoma Soetta</i> Bonap. .		+	+	+		+
<i>C. genei</i> Bonap.					+	
<i>Squalius cavedanus</i> Bonap. . .	+	+	+	+	+	+
<i>S. muticellus</i> Bonap.	+	+	+	+	+	+
<i>Cobitis taenia</i> Linn.		+	+	+		+
<i>Cobitis barbatula</i> Linn.						+
<i>Blennius vulgaris</i> Pollini . . .						+
<i>Alosa finta</i> var. <i>lacustris</i> Fatio	+	+	+	+	+	+
<i>Acipenser sturio</i> Linn.					+	+
SPECIE IMPORTATE						
<i>Coregonus Wartmanni coeruleus</i> Fatio.	+	+	+	+		
<i>C. Schinzii elveticus</i> Fatio . .		+	+	+	+	+
<i>Salmo salvelinus</i> Linn.	+	+	+	+		+
<i>Micropterus salmoides</i> Günth. .	+	+	+			+
<i>Salmo irideus</i> Gibb.		+	+			+
<i>Eupomotis aureus</i> Günth. . . .		+	+	+		+

BIBLIOGRAFIA.

ANASTASI G., GHIDINI A., CALLONI S., *Il lago di Lugano*. Lugano, 1913.
 BALDI E., *I copepodi lariani* in « *Limnologia del Lario* » di R. Monti. Ministero
 Economia Nazionale. Roma, 1924.
 BALLARINI F., *Compendio delle Croniche della città di Como*. Como, 1619.
 BETTELEINI A. *L'acquicoltura nel Canton Ticino*. Lugano, 1915.
 BIRGE E. A. and JUDAY CH., 1911, 14, 22. *The inland lakes of Wisconsin*.
 Wisconsin Geol. a. Nat. Hist. Survey. Bull. N. 22, 27, 64. Madison.
 — *A limnological Study of the Finger lakes of New York*. Bull. Bureau of
 Fish. Vol. XXXII, 1912. No. 791. Washington, 1914.

- BREHM V., *Zur zoogeographischer Analyse der Fauna der Alpenseen*. Inter-Revue Hydrobiol. 4, 1911.
- und LEDERBAUER, *Beobachtungen über das Plankton in den Seen der Ostalpen*. Archiv. f. Hydrobiol. 1, 1920.
- BURCKHARDT G., *Notizen über das Zooplankton südlicher Alpenrandseen*. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie, 1914.
- CASELLA e BERNASCONI, *Studi orografici sul lago di Como*. Milano, Bernardoni, 1866.
- COLLET LÉON, *Les Lacs. Leur mode de formation, leurs eaux, leur destin*. Doin. Paris, 1925.
- EKMANN SVEN, *Die Methodik der Tiergeographie des Süßwassers*. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IX Teil, 2-II. 1927.
- FEHLMANN W., *Die Tiefenfauna des Luganersees*. Int. Revue d. ges. Hydrobiologie. Suppl. IV Serie. 1911.
- *Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna*. Vierteljsche Naturf. Ges. Zürich Jg. 62.
- FOREL, *La faune profonde des lacs Suisses*. Mém. Soc. Helvet. Sc. Nat. 29. 1892.
- *Le Léman*. Lausanne, 1904.
- FUHRMANN, *Le plankton du lac de Neuchâtel*. Bull. Suisse de pêche et pisciculture. 1902.
- GARBINI, Una serie di pubblicazioni sul Benaco in « Atti dell'Accademia di Verona » dal 1892 al 1906.
- GUCCINI LUIGI, *L'alimentazione naturale dei pesci nel lago d'Iseo*. Atti del Convegno degli Acquicultori italiani tenutosi in Brescia. 1904.
- HALBFASS W., *Grundzüge einer Vergleichenden Seenkunde*. Berlin. Gebrüder Borntraeger. 1923.
- KREIS HANS AUGUST, *Die Joeriseen und ihre postglaziale besiedelungsgeschichte. Eine faunistisch-biologische Studie*. Inaugural Dissertation in Basel. Klinkhardt in Leipzig, 1920.
- LE ROUX MARC, *Le lac d'Annecy*. Etude de géographie biologique. Annecy, 1908.
- MAGLIO C., *Idracarini* in « *Limnologia del Lario* » di R. Monti. Ministero Economia Nazionale. Roma, 1924.
- MALFER F., *Osservazioni fenologiche sopra alcuni entomostraci del Benaco*. Verona, 1898.
- *Il « Benaco »*. Verona, 1927.
- MONTI MAURIZIO, *Ittiologia della provincia e diocesi di Como*. Como, 1846.
- MONTI RINA, *Su i protisti delle risaie*. Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Serie II. Vol. XXXII. 1899.
- *Le condizioni fisico-biologiche dei laghi ossolani e valdostani in rapporto colla piscicoltura*. Memoria letta al R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. il 6-III. 1903.
- *Ueber eine neue Lebertia Art.* Zool. Anzeiger Band XXVI. N. 707 Vom 24 August 1903.
- *Limnologische Untersuchungen über einige italienische Alpenseen* (con una prefazione di Otto Zacharias). Forschungsberichte d. biologische Station zu Plön. Band XI. 1904.

- *Di un'altra nuova specie di Lebertia e di altre idracnide nuove per la fauna italiana.* Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. 11 febr. 1904. Serie II., vol. 37.
- *Genere e specie nuove di idracnide.* R. Ist. Lomb. Seduta 25 gennaio 1905.
- *Über eine kürzlich entdeckte Hydracnide. Polyxo placophora R. Monti n. g. n. sp. Hydrovolzia halacoroides Sig Thor n. g. n. sp.* Zoologischer Anzeiger Bd. XXVIII, 1905.
- *Physiologische Beobachtungen an den zwischen dem Vigezzo- und dem Onsernonetal (1904).* Forschungsberichte. Plön. Bd. XII, 1905.
- *Un nuovo modo di migrazione del plancton fin qui sconosciuto.* Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Seduta del 12 gennaio 1905.
- *Recherches sur quelques lacs du Massif du Ruitor.* Annales de Biologie lacustre. Tome I. 1906.
- *La circolazione della vita nei laghi (1906).* Rivista mensile di pesca. Anno IX. 1907.
- *Le migrazioni attive e passive degli organismi acquatici d'alta montagna.* Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Serie II, vol. XLI. 1908.
- *La vita negli alti laghi alpini.* Rivista mensile di Sc. Nat. «Natura». Vol. I. 1910.
- *Contributo alla biologia degli idracnidi alpini in relazione all'ambiente.* Atti della Soc. Ital. di Sc. Nat., vol. XLIX. 1910.
- *Un nouveau petit filet pour les pêches planktoniques de surface à toute vitesse.* Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Band III. 1910-11.
- *La limnologia del Lario in relazione al ripopolamento delle acque ed alla pesca.* Ministero dell'Economia Nazionale. Roma, 1924.
- *Biologia delle Dafnie lariane.* Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Serie II, vol. LVII. Fasc. XI-XV. 1924.
- *La « fioritura » delle acque sul Lario.* Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett., vol. LVIII, fasc. XVI-XX. 1925.
- *Le variazioni del residuo e dei gas disciolti nelle acque del Lario in rapporto con la biologia lacustre.* Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett., vol. LIX, fasc. I-V. 1926.
- *Alcune osservazioni di termica lacustre* R. Istituto Lombardo, vol. LX.
- NAUMANN EINAR, *Eine Gründlinien zur Chorologie des limnischen Phytoplanktons.* Archiv. für Hydrobiologie. Bd. XVII-d, S. 653. 1924.
- *Einige gründzüge der regionalen Limnologie Süd und Mittelschwedens.* Verh. Inst. Ver. f. Limnol. 1922-1923.
- *Ueber die Produktionsgesetze des Planktons.* Archiv f. Hydrobiologie. Bd. XVII-4. 1924.
- PARONA CARLO FABRIZIO, *Valsesia e Lago d'Orta.* Milano. Bernardoni e Rebeschini. 1886.
- PAVESI P., *I pesci e la pesca nel Canton Ticino.* Estr. dall'Agricoltore ticinese. Lugano, 1871-72.
- PAVESI P., *Materiali per una fauna del Canton Ticino.* Atti d. Soc. Ital. di Sc. Nat., vol. XVI. Milano, 1873.
- *Intorno all'esistenza della fauna pelagica o di alto lago anche in Italia.* Bullett. Entomologico. An. IX, p. 293. 1877.

- *Altra serie di ricerche e studi sulla fauna pelagica dei laghi italiani*. Atti Soc. Ven. Trent. di Sc. Nat., vol. VIII, 1883.
- *La distribuzione dei pesci in Lombardia*. Pavia, 1896.
- *La vita nei laghi*. Pavia, 1890.
- SCHMASSMANN, *Die Bodenfauna hochalpiner Seen*. Archiv. f. Hydrobiologie. Suppl. Bd. 3. N. 1.
- STEINER HANS, *Das Plankton und die makrophytische Uferflora der Luganer-sees*. Promotion Arbeit. Leipzig, 1912.
- STELLA A., *Sui terreni quaternari della valle del Po*. Boll. Com. Geol. ital. Roma, 1895.
- *Contrib. alla geol. del versante merid. delle Alpi Centrali*. Boll. Com. Geol., 1894.
- STINGELIN TH., *Neue beiträge zur kenntniss der Cladocerenfauna der Schweiz*. Revue Suisse de Zoologie. 1906.
- TARAMELLI T., *I tre laghi. Studio geologico orografico con carta geologica*. Milano, 1903.
- PESTA OTTO, *Hydrobiologische Studien über Ostalpenseen*. Archiv. f. Hydrobiologie. Suppl. Bd. III. 1923.
- THIENEMANN A., *Die Gewässer Mitteleuropas Demoll und Maiers Handbuch d. Binnenfischerei Mitteleuropas*. Bd. 1. Stuttgart, 1923.
- *Die Binnengewässer Mitteleuropas. Thienemanns: die Binnengewässer*. I. 1926.
- VERCELLI F., *Relazioni e ricerche sulle osservazioni della temperatura del lago di Como fatte negli anni 1898-1905 dai Proff. M. Cantoni, L. De Marchi, C. Somigliana*. Memoria del R. Ist. Lomb., vol. XXI-XXII. Serie III, fasc. V. 1911.
- VIALLI M., *Ricerche sui rotiferi pelagici in « Limnologia del Lario » di R. Monti*. Ministero Economia Nazionale. Roma, 1924.
- VOLTA ALESSANDRO, (Citato dal Comolli). Vedi anche: Una lettera inedita di Volta pubblicata da C. Somigliana. Nuovo Cimento. Pisa, 1899.
- VOLTA LUIGI, *Il regime dei laghi in rapporto al contributo glaciale*. Milano, Hoepli. 1922.
- WALTER C., *Einige allgemein biologische Bemerkungen über Hydracarinien*. Inter. Revue Hydrobiologie u. Hydrographie. 1908.
- *Die Hydracarinien der Alpengewässer*. Mém. Soc. Helvét. Sc. Nat., t. VIII. 1922.
- WESENBERG-LUND C., *Plankton Investigations of the Danish Lakes*. Köbenhavn, 1908.
- *Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons, nebst Bemerkungen über Hautprobleme Zukünftiger limnologischer Forschungen*. Int. Revue Hydrobiol. 3-1910.
- WOLTERECK, *Notizen zur biotypenbildung bei Cladoceren*. Int. Revue Hydrob. XIV Band. 1926.
- *Variation und Artbildung bei Cladoceren*. Id. 1927.
- *Biotypenbildung der Ceresio-Daphnien*. Id. 1927.
- ZSCHOKKE, *Die Tierwelt der Hochgebirgsseen*. Neue Deutsch Schweiz. Ges. Naturw. 37.

- *Die Tiefenfauna des Vierwaldstätter Sees.* Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Luzern. 1905.
- *Uebersicht über die Tiefenfauna des Vierwaldstätter Sees.* Archiv. Hydrob. 2.
- *Die Beziehungen der mitteleuropäischen Tierwelt zur Eiszeit.* Verh. Deutsch. zool. Gesell. 1908.
- *Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas.* Leipzig, 1911.
- *Leben in der Tiefe der subalpinen Seen Ueberreste der eiszeitlichen Mischfauna weiter?* Archiv für Hydrobiologie, 7. 1912.
- *Der Rhein als Bahn und als Schranke der Tierverbreitungs.* Verh. Naturf. Gesell. Basel. 30. 1919.



