

GIUSEPPE MERCIAI

Sulla temperatura profonda, trasparenza e colorazione di alcuni laghi della Venezia Tridentina.

Nell'estate scorsa, trovandomi nel Trentino, feci alcune ricerche sulla temperatura, trasparenza e colorazione dei laghi di Caldonazzo, Monticolo (piccolo e grande), Caldaro, Tovel e Molveno, che sono tra i più noti, sia per la loro estensione, sia per la loro speciale situazione topografica che ne rende più facile l'accesso.

In alcuni di essi furono fatte osservazioni, molti anni or sono, da D a m i a n (2. 3. 4), dal B a t t i s t i (1) e da H u b e r (5.6), però per qualcuno di questi o mancano del tutto o sono insufficienti le poche osservazioni che vi furono eseguite con mezzi molto semplici, e prevalentemente in inverno, quando le superfici lacustri erano coperte di ghiaccio; per tale motivo ho voluto ripetere in alcuni, e fare, per la prima volta, in altri alcune osservazioni fisiche collo scopo di contribuire alla migliore conoscenza di questi laghi che formano una delle maggiori e più attraenti bellezze naturali del nostro Trentino.

Per le ricerche di temperatura in superficie e in profondità mi sono valso di due termometri Richter e Wiese N. 4, a rovesciamento, montati su di un'armatura speciale a messaggero, che io ebbi in prestito, per gentile concessione del Comandante Romagna Manóia, direttore del R. Istituto idrografico, al quale sento il dovere di manifestare la mia viva gratitudine.

Per i sondaggi, come per la temperatura in profondità, ho usato una cordicella di canapa di mm. 5 di diametro, graduata (dopo essere stata bagnata e controllata più volte), e fissata ad un rullo, sostenuto da tiranti con griffe e viti di presa, da applicarsi ai galleggianti, e che io feci fare espressamente.

La trasparenza fu misurata col solito disco bianco di Secchi di cm. 30 di diametro, e la colorazione colla scala di Forel, formata da dieci soluzioni di solfato di rame commerciale e di cromato neutro di potassa in proporzioni variabili.

Le mie ricerche si limitarono soltanto a questi laghi, poichè in essi potei avere barche più o meno incommode, ma che servirono al mio scopo.

Di alcuni di essi, come del lago di Tovel spero di poter dare presto più ampie notizie in altro mio lavoro.

Nella relazione di queste ricerche ricorderò i diversi laghi in ordine alla loro altezza sul livello del mare, che ha la sua influenza per la temperatura delle acque, e comincerò dal lago di Caldaro che ha la quota altimetrica più bassa.

Inoltre riferirò alcuni dati di questi laghi, ricavati, in parte da determinazioni di altri, in parte mie.

LAGO DI CALDARO.

Esso è situato alla latitudine di $46^{\circ}22'45''$ e alla longitudine, ovest, di Roma, di $1^{\circ}11'20''$ (considerato approssimativamente il punto centrale): ha forma trapezoidale allungata in direzione NS, secondo la tavoletta al 25.000 (Caldaro) dell'I.G.M., aggiornata nel 1922; la quota dello specchio d'acqua è m. 214 (secondo Huber (6) metri 216).

La superficie è kmq. 21,5187, che concorda colla misura citata da Marinelli (11), mentre per Magrini (10) è kmq. 25,38; largh. mass. km. 1,25, lungh. mass. km. 2,2, e largh. media km. 0,686, corrispondente a quella citata dal Riccardi (10).

Esso è originato dallo sbarramento alluvionale dell'Adige che lo chiude a S, mentre il bacino del lago è scavato nel porfido quarzifero ed è circondato a occidente da depositi alluvionali calcareo-ciottolosi, portativi dai torrenti impetuosi (Rio di Castelvechio) che scendono dalle ripide pareti orientali del M. Roen. Le rive del lago sono molto piatte, ciottolose in gran parte, e quasi ovunque coperte da una fitta vegetazione palustre. L'alimentazione è dovuta in piccola parte al torrente Rio di Castelvechio, ma prevalentemente a piccole sorgenti che sono presso le rive settentrionali e anche dentro il lago, come già osservò Huber (6). Le rive sono dolcemente inclinate verso il fondo del lago, che è quasi piatto, e la sua maggiore profondità, che è intermedia fra cinque e sei metri, occupa più dei $\frac{7}{10}$ della superficie lacustre.

Secondo Damiani (3) la profondità massima varia dai sei a sette metri.

Il 23 agosto 1929, con una giornata chiarissima e con un leggero vento di NE che increspava la superficie, alle ore 11 riscontrai la colorazione uguale a un valore intermedio fra VII e VIII della scala di Forel, e la trasparenza metri 1.80, misurata verso il centro del lago, dove la profondità era metri 5.50.

Raccolsi vari saggi di fondo, e dovunque estrassi un fango biancastro impalpabile misto a torba, verso la periferia del lago, mentre presso le rive il fondo era formato da ciottoli calcari.

Alle ore 14.30 la temperatura esterna era 23°,2 e quella dell'acqua alla superficie 21°,5.

Ripetute le osservazioni il 27 settembre alle ore 16 ebbi il valore di m. 2,10 per la trasparenza, e VII (Forel) per la colorazione.

Sondai allora il lago lungo due linee fra loro perpendicolari, una delle quali secondo l'asse maggiore del lago, e non trovai, anche nei pochi sondaggi fatti il 23 agosto, una profondità maggiore di m. 5,50.

Le temperatura dell'aria alle ore 16 era 20°, quella dell'acqua in superficie 18°,8.

a 2 m.....18°,4

a 4 m.....18°

.

a 5 m.....17°,5

In questo lago, in conseguenza della sua piccola e uniforme profondità non si presenta, anche in estate, il così detto *strato di salto*, inquantochè la radiazione solare fa risentire la sua influenza fino al fondo del lago. Durante le più elevate temperature estive si nota conseguentemente una differenza, graduale, fra la temperatura dello strato superficiale e quella degli strati inferiori, però verso l'autunno (e ciò lo confermano le differenze di temperatura da me osservate in agosto e in settembre) quella variazione termica in profondità va diminuendo fino a ridursi a una spiccata omotermia, per dar luogo poi, al principio dell'inverno, ad un'inversione termica.

Huber (6) constatò una differenza massima di 5° fra la temperatura in superficie e quella di fondo nei mesi di luglio e di novembre.

Da informazioni locali avute dai pescatori del lago e dagli abitanti di Caldaro, seppi che nelle invernate più fredde, nelle quali il lago gela, vi sono alcuni punti verso il margine orientale nei quali in piccole zone circolari non avviene il gelo, e queste corrispondono ai punti di emergenza delle sorgenti subalvee che alimentano il lago, il quale non

subisce variazioni stagionali notevoli nel livello delle acque, come subiscono gli altri laghi alpini con alimentazione diversa.

In questo lago poi si nota, come in generale nei laghi poco profondi e con temperatura uniforme, la relazione che vi è fra trasparenza e temperatura; poichè, come io ho riscontrato la variabilità di trasparenza dall'agosto al settembre, così quella tanto è maggiore nei mesi freddi nei quali, secondo quanto mi riferivano quei pochissimi pescatori del lago, è visibile chiaramente il fondo.

Infatti H u b e r (6) trovò nel novembre 1902 una trasparenza di metri 5.35. Allora conseguentemente il colore corrisponde a qualche grado più basso della scala di Forel.

LAGO DI CALDONAZZO.

È il lago più esteso del Trentino; situato alla latitudine di $46^{\circ} 1'$ e longitudine ovest $10^{\circ} 12' 30''$; nella tavoletta di Levico dell'I.G.M. porta la quota di metri 450; ha forma rettangolare allungata nella direzione NNO.

Secondo Marinelli (11) e Battisti (1) la superficie è kmq. 5.38, e secondo Damian (4) kmq. 5.61; la largh. massima, nella metà meridionale è di km. 1.7, lungh. km. 4.2, largh. media km. 1.28.

Secondo Pavesi (10), ha la prof. massima di m. 48, invece per Damian (4) e Battisti (1) essa è di metri 49, e secondo quest'ultimo la media profondità è metri 17.7, l'angolo medio d'inclinazione delle sponde $3^{\circ} 59'$, il perimetro km. 12, e il volume km³. 0.1104.

D a m i a n (4) calcola la prof. media m. 25.

Esso è originato dallo sbarramento di alluvione di una conoide di deiezione nella parte meridionale, ed uguale origine ha pure l'altro vicino e laterale lago di Levico. Ambedue i laghi costituiscono le *fontane di Brenta* che sono ricordate anche da Dante. Come già riferisce il Battisti (1), questo lago si estendeva più a nord fino presso Pergine, e aveva una lunghezza di km. 1.7, maggiore dell'attuale, finchè fu abbassato il livello dello sbocco nel Brenta coll'approfondimento del letto del fiume, per opera filantropica di Tommaso Maier, e così rimase all'asciutto la zona settentrionale, che era la meno profonda e più paludosa.

D a m i a n (4) vi fece molti scandagli il 4 giugno 1886, in base ai quali disegnò una cartina batometrica con sei profili.

Su quella carta è indicata la profondità massima, nel terzo inferiore verso SE, che arriva fino a m. 49, e dalla forma del fondo si nota in modo evidente come il lago vada colmandosi e quindi estinguendosi, procedendo da N verso S.

Battisti (1) trovò la colorazione corrispondente a V della scala di Forel, e la trasparenza, in ripetute osservazioni, superiore ai m. 6, però nè lui nè il Damian fecero ricerche termiche in superficie nè in profondità.

Il 28 settembre dello scorso anno feci alcuni scandagli sul lago, valendomi della carta batometrica del Damian e della tavoletta dell'I. G. M. (Levico al 25.000, riveduta nel 1921). I miei scandagli corrisposero assai bene a quelli indicati dal Damian.

Raccolsi nella metà settentrionale, dove la profondità non superava i m. 15, alcuni saggi di fondo, prevalentemente torbosi, mentre nella metà meridionale verso SO, nell'area interna all'isobata di m. 40, trovai un fango biancastro calcareo e finissimo. In quel giorno il cielo non aveva nebulosità, e alle ore 12, verso la metà del lago, lungo il suo asse maggiore diretto da NO a SE, in un punto dove la profondità era 18,50, in ripetute osservazioni, riscontrai una trasparenza di m. 6,50 e la colorazione corrispondente al VI di Forel. Queste misure non sono molto diverse da quelle di Battisti.

Per la temperatura scelsi un punto sulla metà meridionale verso SE, a circa m. 250 dalla riva orientale, dove lo scandaglio indicava la profondità di m. 46,50, e ottenni i seguenti dati:

Ore 14-17:

Temperatura aria	19° ₅
Acqua alla superficie.....	20° ₃
m. 4	20° ₁
» 6	19° ₈
» 8	19° ₇
» 10	18° ₈
» 11	16° ₁
» 12	12°
» 13	10°
» 14	8° ₈
» 15	8° ₄
» 18	7° ₅
» 20	7°
» 30	6°
» 40	5° ₇

Da questi dati si rileva lo spessore dello *strato di salto*, fra 10 e 14 metri, dove vi è la differenza di 10°, quindi con una differenza media di 2°,5 per ogni metro di profondità.

Un forte vento di NE, che rendeva poco sicura la posizione della piccola barca dello stabilimento dei bagni di S. Cristoforo, sul punto ove era stata ancorata per i termoscandagli, mi impedì di rilevare la temperatura sul fondo a m. 46,40; però è da supporre che non dovesse essere molto diversa da quella di m. 40, considerando la piccola differenza ($\frac{3}{10}$ di grado) che questa aveva con quella di m. 30. Qui si ha una stratificazione termica diretta, come ho riscontrato negli altri laghi, e, a causa della profondità assai maggiore di quella del lago di Caldaro, vi si nota la presenza dello strato di salto.

LAGHI DI MONTICOLO.

In due depressioni di origine glaciale, situate sulla collina porfirica che sorge nel fondo della valle dell'Adige, tra il fiume e il paese di Caldaro, si trovano questi due laghetti presso il villaggio di Monticolo, a poca distanza tra loro e a m. 21 di dislivello uno dall'altro.

Il più basso, per quota altimetrica, ma più esteso, è indicato da me col n. 1, l'altro, più piccolo col n. 11.

Il primo, o lago grande di Monticolo, come è chiamato dagli abitanti del paese, è situato alla latitudine di 46° 25' 25" e alla longitudine occidentale di 10° 09' 45".

Secondo la carta dell'I.G.M. al 25.000 (tavoletta di Appiano riveduta nel 1922) la quota altimetrica dello specchio d'acqua è m. 492 (secondo H u b e r (5) m. 500).

Esso è situato in una piccola conca di origine glaciale, alla base occidentale della collina porfirica, ed è alimentato, al pari dell'altro laghetto superiore, il quale vi manda il suo emissario, da precipitazioni locali e in parte da sorgenti.

La sua estensione era assai maggiore in passato che attualmente, poichè il piano torboso che si estende a SO del lago, fino presso il villaggio di Monticolo, rappresenta evidentemente l'antico bacino lacustre che si è andato colmando, in modo che anche quello attuale va riducendosi da SO verso NE. Esso ha forma irregolarmente rettangolare allungata in direzione SO-NE. H u b e r (5) fece nel 1902 un rilievo planimetrico del lago, e molti sondaggi: pubblicò una carta batometrica

alla scala di 1:4320, poco diversa per la planimetria da quella che io rilevai colla bussola e cordella metrata l'11 e 12 settembre dello scorso anno.

La misurazione in superficie, col planimetro Amsler sul disegno di Huber, corrisponde a kmq. 0,1716, mentre sul mio disegno si ha la superficie di kmq. 0,1750 che corrisponde quasi a quella delle tavolette delle I.G.M. Lunghezza massima 720 metri secondo Huber, e 681 metri secondo il mio rilievo; larghezza massima m. 290, larghezza media m. 252.

Nei giorni dal 10 al 12 settembre io vi feci 129 scandagli, in 9 direzioni diverse, per riscontrare la batimetria del lago, che sarà pubblicata poi in altro mio lavoro.

Le isobate risultano un poco diverse da quelle di H u b e r, sebbene apparisca evidente l'uniformità del bacino che è poco profondo nella metà meridionale, verso SO, e poi va lentamente inclinandosi fino a formare una depressione, nella metà settentrionale del lago, allungata in direzione di NE, pressochè parallela alle rive, e profonda al massimo m. 13.

Le rive meridionali sono tortuose, in parte con vegetazione palustre, mentre la riva orientale è rocciosa e ciottolosa, e quella settentrionale ha talvolta pareti rocciose strapiombanti nel lago; nell'estremità più settentrionale trovasi una deposizione deltizia coperta da vegetazione palustre in corrispondenza del torrente, emissario del lago piccolo di Monticolo.

Tenendo conto delle isobate da me rilevate, nel calcolo del volume si ottiene il valore di km³ 0,01426, mentre considerando le isobate di Huber si ottiene, con una piccola differenza in più, il valore di km³ 0,01438. La profondità media è m. 8,15.

Huber, oltre alla planimetria e batimetria, che ho già accennate, vi fece tra la fine del 1901 e quella del 1902 osservazioni sistematiche di temperatura (una per ogni mese) e si occupò della trasparenza e colorazione, in modo che si può dire che questo è l'unico lago, fra quelli da me considerati in questa nota, sul quale esistono osservazioni sistematiche di quel genere. In esso infatti egli riscontrò l'andamento della temperatura come nei laghi di tipo temperato. Nel gennaio notò l'inversione, poi successivamente l'omoterminia, la quale cessò nel marzo in cui cominciò la stratificazione termica che raggiunse il suo massimo, colostrato di salto fra metri 4 e 8, nell'agosto, poscia quello strato si appro-

fondì nell'ottobre fra 8 e 10 metri e nella fine di novembre ricomparve quasi l'omoterminia.

Il 14 agosto 1929 io misurai col disco Secchi la trasparenza alle ore 11, con cielo sereno (temp. dell'aria 25°,5, temp. superficiale dell'acqua 24°,6) e trovai il valore di 2 m. e la colorazione corrispondente al numero VII di Forel.

Ripetei l'osservazione della trasparenza il 10 settembre alle ore 12,30 con cielo limpidissimo, e riscontrai m. 6,00; il giorno dopo, pure con cielo limpido, e nello stesso punto quasi centrale del lago, trovai in ripetute misurazioni, m. 5,50, e la colorazione fra VI e VII di Forel. Questa variazione della trasparenza e colorazione era dovuta al fatto che nell'agosto si notava una maggiore quantità di alghe verdastre chiare in sospensione, la quale diminuì colla diminuzione di temperatura e coll'approfondimento dello strato di salto.

Negli stessi giorni feci i termoscandagli in un punto ove la profondità era metri 13, e ottenni questi dati:

10 settembre, ore 15

Cielo sereno
Vento di mezzogiorno
Temp. dell'aria 24°
» superf. 22°,3
» a 2 m. 22°,3
» a 4 m. 22°,8
» a 5 m. 22°,7
» a 6 m. 18°,9
» a 8 m. 11°
» a 10 m. 7°,6
» a 12 m. 6°,6

11 settembre, ore 15

Cielo sereno
Senza vento
25°,5
22°,9
22°,6
22°,4
22°,4
19°,2
11°,5
7°,5
6°,6

Come si vede, si riscontra qui pure lo strato di salto fra 5 e 8 m. con una differenza media di 3°,6 per ogni metro, che è un poco più sensibile di quella trovata da H u b e r, il quale nel settembre trovò una differenza, fra 6 e 8 m. di prof., di 6°,4 mentre io alla stessa profondità l'ho trovata di 7°,9.

Il lago *piccolo* è un poco più a monte dell'altro; è situato alla latitudine 46°25'49" e alla longit. O. 1°09'26"; è di origine glaciale, inquantochè trovasi in una piccola conca di erosione glaciale, scavata

nella porfirite; è alimentato da precipitazioni; ha la quota di m. 519, secondo la carta dell'I. G. M. H u b e r (5) ne fece il rilievo planimetrico che pubblicò nella scala 1:2880, come pure ne rilevò il fondo mediante cinque serie di sondaggi.

La superficie dello specchio lacustre, nello stato di livello medio delle acque, risultò di kmq. 0,0494; la massima profondità, che egli trovò nella parte centrale, fu di m. 14.4, ad acque basse, mentre nella primavera, durante il periodo delle acque alte, vi trovò m. 15,2. Il volume, che ho rilevato dalle isobate della carta di Huber, è di mc. 472880, e la profondità media m. 9,56.

La forma del bacino è costituita da una depressione che raggiunge la massima profondità verso il centro, e le sponde sono ugualmente inclinate verso la parte centrale, ripetendo nella loro pendenza quella esterna delle rive, che sono ciottolose, ad eccezione di quella occidentale la quale è formata da rocce che scendono ripidamente nel lago, la cui scarpa ha qui un'inclinazione più forte che nelle altre parti.

Il giorno 12 settembre alle ore 15, con cielo sereno, senza vento, feci i termoscandagli ed ebbi questi risultati:

Temp. esterna	24 ^o ,0
» superficiale	23 ^o ,6
» a 4 m.	22 ^o ,6
» » 6 »	21 ^o ,0
» » 7 »	16 ^o ,0
» » 8 »	12 ^o ,2
» » 10 »	9 ^o ,0
» » 13 »	6 ^o ,0

Qui pure è evidente lo strato di salto fra m. 6 e 8 con una differenza di temp. di 8^o,8 che è ancora maggiore di quella riscontrata nel lago grande di Monticolo.

Misurai la trasparenza alle ore 15, e la trovai non superiore ai m. 5, e la colorazione corrispondente al V di Forel.

LAGO DI MOLVENO.

È il secondo per vastità fra quelli da me osservati e giace a 46° 7' 30" di lat., e a 1° 29' 40" di long. occ., in una depressione fra i gruppi dolomitici di Brenta e della Paganella.

Sulla tavoletta di Terlago al 25.000 dell'I. G. M., colle revisioni del 1921, è segnato a m. 823 sul l. d. m. (due metri più della carta austriaca).

È originato dallo sbarramento di una frana all'estremità meridionale, e per la forma del suo bacino deve considerarsi un lago vallivo. Esso è alimentato dai torrenti del versante occidentale della Paganella, e del versante orientale del gruppo di Brenta; il torrente che scende dalla Valle delle Seghe ha formato una notevole deposizione deltizia all'estremità settentrionale del lago. L'emissario passa attraverso un ammasso caotico di frana e raggiunge il sottostante laghetto di Nembia.

Le prime osservazioni morfometriche furono fatte dal D a m i a n (2) il quale fece pure una carta planimetrica al 25.000, con quattro sezioni.

Io ho misurato planimetricamente la superficie sul disegno della tavoletta di Terlago, poichè è più esatto di quello di D a m i a n, e vi ho trovato la sup. di kmq. 3,2750.

Fra i molti scandagli che vi fece il D a m i a n, egli trovò nel luglio 1886 la massima profondità di m. 116 e il 4 novembre 1889, m. 122.

Io vi ho riscontrato il 31 agosto, sebbene non si fosse in periodo di piena, m. 124; però non faccio molto affidamento sulla mia misura inquantochè essa è stata fatta con cordella di canapa metrata (dopo essere stata bollita), la quale, oltre una certa profondità (m. 80 al massimo), non può dare sempre risultati molto esatti. Devo aggiungere inoltre che il lago va soggetto a variazioni stagionali di livello che possono arrivare anche ai due metri. Dalla carta batometrica di D a m i a n (2) si rileva che la maggiore profondità si trova nella parte mediana, in una zona pianeggiante allungata verso N.-NE. Le rive scendono più ripide nella metà settentrionale, dove verso la sponda orientale raggiungono la pendenza di 48°, però l'angolo medio di pendenza è, secondo D a m i a n, 13° 10'. Il volume secondo B a t t i s t i (1) è km.³ 0,1612, e la profondità media m. 49.3. La lunghezza massima (ricavata da me dalle tavolette italiane) è km. 4, larghezza massima (nella metà settentrionale) km. 1,5, larghezza media 0,818, perimetro km. 10,250. B a t t i s t i riscontrò nel giugno 1898 un colore fra II e III di Forel e la trasparenza fino ai m. 10.

Il 31 agosto 1929 vi trovai una colorazione (con cielo chiarissimo) uguale a II di Forel e la trasparenza, dopo ripetute prove fra

le ore 10 e 11, mi dette come valore massimo m. 14.20. La trasparenza del lago è dovuta forse alla scarsità di placton e allo strato di salto, che trovasi, come vedremo appresso, più profondo che in altri laghi, e poi in relazione al maggiore volume di acqua e alla maggiore profondità media.

Non si conosceva la termica del lago, e perciò feci in quello stesso giorno i seguenti termoscandagli:

Ore 10

Cielo chiaro

Temp. aria 22°

Temp. acqua alla superficie.....	19°	2	
» a 2 m.	18°	9	
» a 4 »	18°	6	
» a 6 »	18°	4	
» a 8 »	18°		
» a 10 »	17°	9	
» a 12 »	17°	5	
» a 14 »	15°	2	
» a 16 »	14°		} diff. 3°,2
» a 17 »	12°	9	
» a 18 »	10°	8	
» a 20 »	9°		
» a 22 »	8°	4	
» a 24 »	7°	4	
» a 34 »	5°	8	
» a 38 »	5°	5	
» a 50 »	5°	1	
» a 55 »	5°		
» a 60 »	4°	7	
» a 80 »	4°	4	
» a 100 »	4°	4	
» a 110 »	4°	4	

Lo strato di salto è più profondo che in altri laghi; sta fra 16 e 18 metri, e vi si nota la differenza di 1°,6 per metro.

Il lago è spesso turbato dai venti di N. e NE. che spirano giornalmente e in modo speciale in estate nelle ore pomeridiane. Per causa degli affluenti si deve riscontrare probabilmente un'omoterminia nell'autunno, e anche nell'inverno durante il quale, per i movimenti

convettivi, si ha rarissimamente la superficie gelata. Da informazioni avute sul posto ho saputo che da moltissimi anni il lago non era gelato, sebbene le condizioni di temperatura invernali dovrebbero, se non intervenissero i movimenti poco fa accennati, produrre l'inversione della temperatura e conseguentemente il gelo. Soltanto nell'inverno 1928-1929, nel quale si sono riscontrate, come in tutte le Alpi, temperature eccessivamente fredde, la superficie fu interamente gelata, come ho potuto vedere da alcune fotografie gentilmente offertemi dal prof. Osvaldo Orsi, che è una persona altamente benemerita di questo lago, e ne è l'affittuario. (1)

LAGO DI TOVEL.

Questo lago è ad una quota altimetrica più elevata degli altri ed è uno dei più interessanti sotto molti punti di vista.

Giace alla lat. $46^{\circ}15'40''$, alla long. occ. di $10^{\circ}30'12''$, e alla quota altimetrica di m. 1178, secondo la carta italiana (tavole di Dimaro e Tuenno al 25.000), e di m. 1165, secondo la carta austriaca.

Occupava una piccola conca, in mezzo ai calcari triassici, che è in parte di erosione glaciale, ma è sbarrata a NE. da una frana; è un lago vallivo, alimentato prevalentemente da sorgenti subalvee che rappresentano la risorgenza di un torrente che si disperde in un gradino calcareo, 150 m. più alto del lago. Il D a m i a n (3) vi fece alcune osservazioni morfometriche e, in base agli scandagli eseguiti in tre direzioni diverse il 17 febbraio 1890, quando era (come è sempre in ogni inverno) coperto di ghiaccio, costruì una cartina batometrica nella scala di 1:25.000, dalla quale si rileva che la massima profondità è m. 35. Battisti (1) pure riscontrò questa misura, e secondo lui la superficie è kmq. 0,52, cifra che è riportata pure dal L a r g a i o l l i (7); le pareti hanno un angolo medio di pendenza di 90° , la media profondità è m. 16,7, e il volume km³. 0,0087.

Secondo un mio rilievo la superficie è kmq. 0,36, lung. mass. km. 1, largh. mass. (nella metà settentrionale) m. 570, largh. media km. 0,360, perimetro m. 3052.

Io vi feci, dal 1 al 4 settembre, 149 sondaggi sopra una superficie di 36 ettari, ossia con una densità di 413 per kmq. Dalla mia carta

(1) Cfr. O. ORSI, *Totale congelamento del lago di Molveno*. Studi trentini di scienze naturali, (1929), pp. 227-8.

batimetrica nella scala di 1:2750, della quale darò maggiori dettagli in altro mio lavoro insieme a dati morfometrici, si rileva, meglio che dalla carta del D a m i a n, che il bacino può considerarsi diviso in due parti: una meridionale colle rive piatte, pochissimo profonde (al massimo m. 6) ed una settentrionale, di forma quasi triangolare, nella quale le rive scendono ripide sul lago, specialmente dal lato SE., fino al fondo, pianeggiante, alla profondità di m. 39, costituendo una zona racchiusa da quella isobata, quasi parallela al lato settentrionale del lago.

Nè il Battisti nè il D a m i a n vi fecero osservazioni fisiche sulla temperatura, trasparenza ecc. L a r g a i o l l i (7) il 9 agosto 1904 vi osservò la trasparenza di m. 8,5 ed il colore fra IV e VII di Forel.

Il 25 agosto 1929 io vi feci osservazioni sulla trasparenza e alle ore 16,30 col cielo chiaro mi risultò, in ripetute prove, di m. 15,50; la temperatura dell'aria era 21°5, e quella superficiale dell'acqua 14°7.

La colorazione era fra IV e V di Forel nella parte centrale del lago, poichè alla periferia lungo le sponde aveva un color rosso sangue.

Il lago, unico in Europa, è noto per questa sua colorazione rossa, simile a una gran macchia di sangue, dovuta alla presenza di un protozoo della sottoclasse dei Flagellati, il *Glenodinium pulvisculus* Stein, var *oculatum* Largh., studiato dal L a r g a i o l l i (7).

Questo protozoo si sviluppa moltissimo nell'estate, e nelle giornate calde e limpide di agosto, dà una colorazione rosso sangue all'acqua presso alle rive, e specialmente in un'insenatura di SO., nella parte meridionale del lago. È singolare il fatto che la colorazione formata da striscie rosso sangue, è in relazione colla temperatura e colla luce, inquantochè si manifesta nelle giornate più calde dell'agosto e nelle ore di maggiore intensità luminosa. In quelle giornate la colorazione comincia a manifestarsi al mattino, si intensifica poi fino alle ore più calde e poscia va scomparendo verso il tramonto.

Il 4 settembre 1929 alle ore 14, con cielo chiaro riscontrai una trasparenza di m. 16 e feci i seguenti termoscandagli:

Inizio dei termoscandagli ore	14
Temp. dell'aria	16°7
» superficiale del lago	14°5
» a 2 m.	12°1
» a 4 »	10°3
» a 6 »	9°6

Temp. a 8 »	9°,2
» a 10 »	8°,9
» a 12 »	8°,6
» a 14 »	8°,4
» a 16 »	7°,9
» a 18 »	6°,7
» a 20 »	6°,1
» a 22 »	5°,6
» a 24 »	5°,2
» a 26 »	5°,1
» a 32 »	5°
» a 37 »	5°

In questo lago manca lo strato di salto. La diminuzione rapida della temperatura nei primi quattro metri (di 1° per metro) va al di sotto rendendosi meno accentuata e gradatamente diminuisce fino a raggiungere i 5°. A questa temperatura bassa, poco al di sotto dei metri 22, e quindi ad una profondità relativamente piccola, contribuiscono le sorgenti fredde che scaturiscono lungo le rive meridionali del lago all'estremità SO, poichè io misurai la temperatura dell'acqua al punto di scaturigine di due sorgenti e trovai in una 4°,3 e in un'altra 5°,0.

Si hanno qui in piena estate le condizioni termiche che si verificano in autunno nei laghi a quote altimetriche più basse (con temperatura e con strato di salto più spiccato) e quando cioè sono per passare allo stato di omotermia che precede quello invernale dell'inversione termica. Probabilmente in questo lago, come in molti laghi alpini si avrà per breve tempo e con un piccolo spessore la stratificazione termica. Prima che negli altri, vi si manifesta l'inversione della temperatura, e passa quindi rapidamente al congelamento della superficie. Infatti il lago gela dai primi di dicembre fino ad aprile. Il ghiaccio raggiunge uno spessore di parecchi centimetri (Da m i a n lo trovò di cm. 45) in modo che permette di passarvi sopra colle slitte cariche di legname, che viene tagliato ogni anno durante l'estate e l'autunno nelle foreste di abeti che circondano il lago. Questo subisce un forte dislivello, e fra il massimo di piena, che si ha nella primavera avanzata per il disgelo delle nevi, e il massimo di magra, che si verifica nell'inverno, si nota una differenza che in alcuni anni raggiunge i metri 3. Durante il periodo della più forte magra accade

che vi è una divisione del lago in due bacini, dei quali il più piccolo è quello situato nella estremità SO, e la barra emergente e divisoria è in prosecuzione della parte più meridionale della deposizione deltizia, che trovasi sulla riva sud.

I miei sondaggi eseguiti nel settembre possono considerarsi come fatti in un periodo di livello medio delle acque.

Quanto alla trasparenza, maggiore anche di quella degli altri laghi osservati nello stesso mese, può dirsi che sia in relazione colla temperatura più bassa e colla scarsità di plancton che già osservò il Largaiolli (8,9), il quale vi trovò nondimeno 54 forme di Diatomee.

CONSIDERAZIONI GENERALI.

Riepilogando e riportando graficamente nel seguente quadro le diverse osservazioni di temperatura, trasparenza e colorazione, possiamo trarne interessanti conclusioni.

Considerando le osservazioni della temperatura si vede l'influenza che ha la profondità media. Nel lago di Caldaro, a causa della poca profondità, si ha quasi una omotermia, vi manca lo strato di salto, e la temperatura più bassa, rispetto a quella di altri laghi che hanno altitudini maggiori e quindi temperature più basse, mentre hanno negli strati più superficiali temperatura più elevata, è dovuta al fatto delle sorgenti della parte settentrionale del lago, che ne costituiscono l'alimento principale. La mancanza dello strato di salto è dovuta, come già accennai, alla radiazione solare che fa risentire la sua influenza fino al fondo del lago, nel quale pure si riscontrano le influenze delle variazioni diurne per i moti convettivi dovuti al raffreddamento notturno e riscaldamento diurno, e inoltre il rimescolamento delle acque è operato dal vento che costantemente spira, specialmente nella stagione estiva, nelle ore pomeridiane da S a N. Nell'inverno si nota poi una leggiera inversione, come già osservò H u b e r, e perciò si ha la superficie gelata da dicembre a marzo, eccettuato che nei punti corrispondenti alla scaturigine delle sorgenti.

Gli altri quattro laghi sono tutti di tipo temperato.

In relazione al maggior volume delle acque e alla maggiore profondità media si vede comparire la stratificazione termica, e quello che Richter chiamò *strato di salto* è ben spiccato nel lago di Caldorizzo fra 10 e 14 metri di profondità.

Qui giova ricordare brevemente il ciclo annuale della temperatura nei laghi temperati. Nella primavera inoltrata, quando si è già riscaldata la superficie lacustre, si forma lo strato di salto termico, il quale, a causa del calorico specifico dell'acqua, si mostra più sviluppato verso la fine dell'estate, successivamente si abbassa nella massa di acqua, ma aumenta il suo spessore, per cui si rende meno chiaro, finchè col successivo raffreddamento autunnale e i movimenti convettivi che ne risultano, tutta la massa dell'acqua diviene omoterma, e poscia nell'inverno gli strati ad una temperatura inferiore ai 4° stanno nella parte più superficiale, e perciò si ha una stratificazione inversa della temperatura, e se non vi si sono moti convettivi che turbano l'equilibrio termico, si ha con facilità il gelo della superficie lacustre: nella primavera poi si ritorna alla omotermia e successivamente si riforma lo strato di salto.

Nel lago di Caldonazzo le misure prese in fine di estate dimostrano la chiarezza di quello strato di salto, che poi si approfondisce in autunno e segue probabilmente il ciclo sopra ricordato, come riscontrò H u b e r nelle sue osservazioni sistematiche sul lago grande di Monticolo. Il lago di Caldonazzo però non gela in inverno e ciò è dovuto probabilmente anche ai moti convettivi prodotti dalle acque dei torrenti che alimentano il lago.

Sul lago grande come su quello piccolo di Monticolo è ben spiccato lo strato sopradetto fra i 5 e i 10 metri; però si deve far rilevare che in questi due laghi lo strato di salto ha uno spessore maggiore che in quello di Caldonazzo, considerato in rapporto al volume e alla profondità media, che è molto maggiore in quest'ultimo lago.

Questo proporzionale maggiore spessore dello strato nei due laghi di Monticolo può essere influenzato dal vento, poichè spirano costantemente nei due laghi, nella stagione estiva e nel pomeriggio, in modo speciale, venti da sud-ovest verso nord-est (brezze di valle), che è la stessa direzione dell'asse longitudinale dei due laghi.

Seguendo i concetti di M e r z e dei limnologi scozzesi, per causa di questi venti si avrebbe una circolazione superficiale, nella direzione del vento in superficie, e in senso inverso al contatto dello strato di salto collo strato freddo sottostante, formando una corrente superficiale e che costituisce ciò che B i r g e chiama l'*epilimnion*, per distinguerla dall'altra corrente in senso inverso che chiama l'*ipolimnion*.

Il vento, come in questo caso, potrebbe essere la causa dell'aumento di spessore e di contrasto dello strato di salto.

Sarebbe interessante vedere se in questi due laghi di Monticolo, oppure negli altri di Caldonazzo e Molveno, con strati di salto bene spiccati e nella cui formazione hanno influenza non trascurabile i venti costanti che spirano nelle stesse direzioni dei loro assi longitudinali, esistono movimenti oscillatori termici ossia le *Sesse termiche* e determinare il loro periodo, poichè, come è noto, quelle hanno un periodo maggiore quanto più profondo è lo strato di salto.

Ciò mi riserverò di fare in seguito con ulteriori osservazioni.

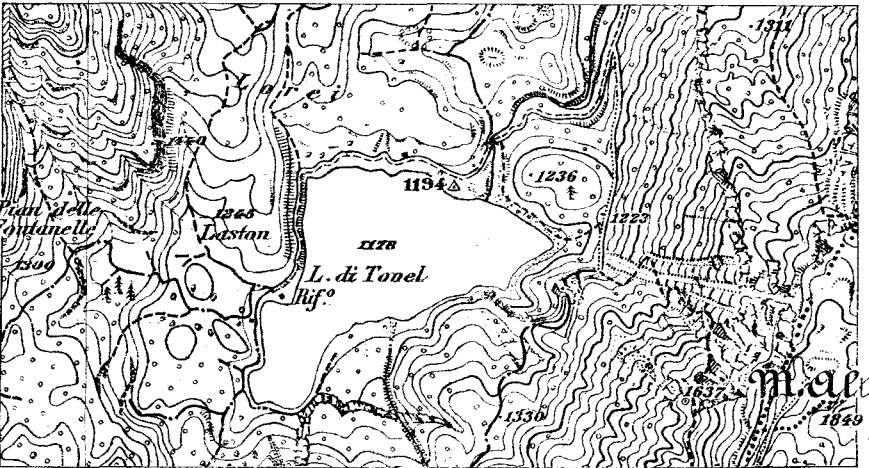
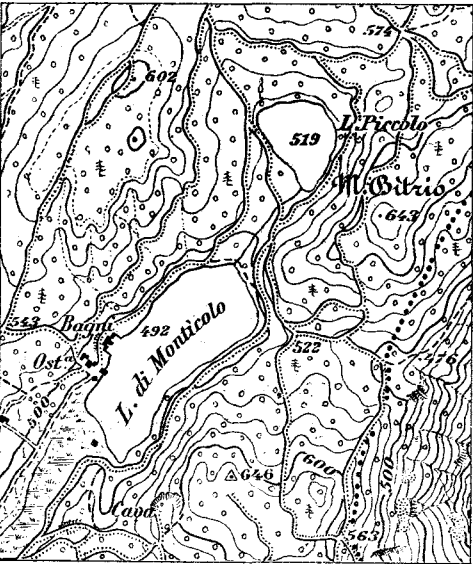
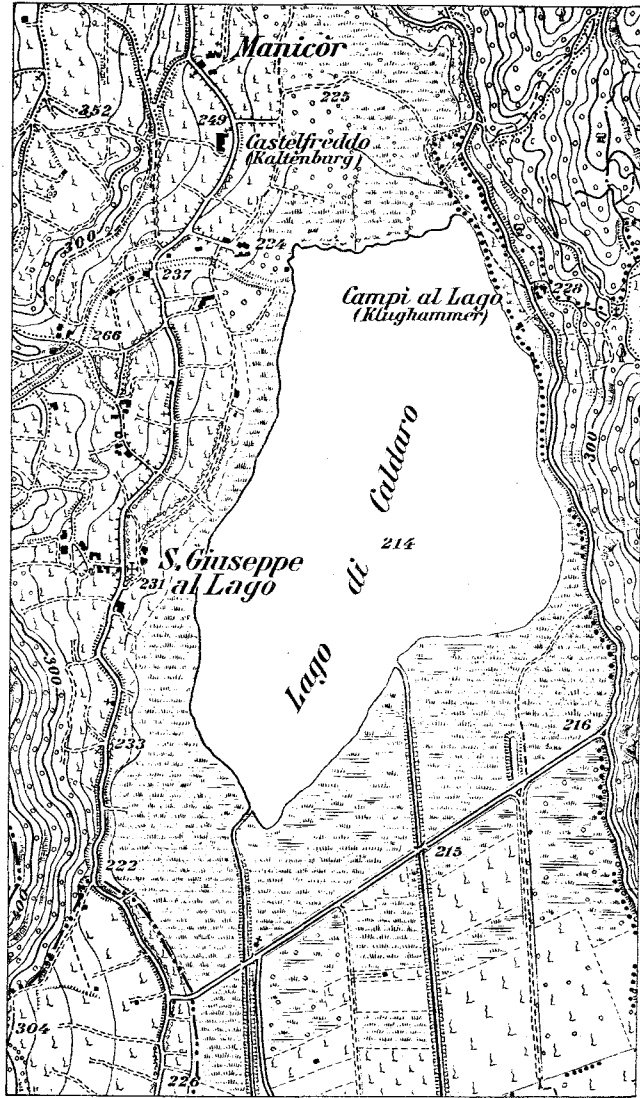
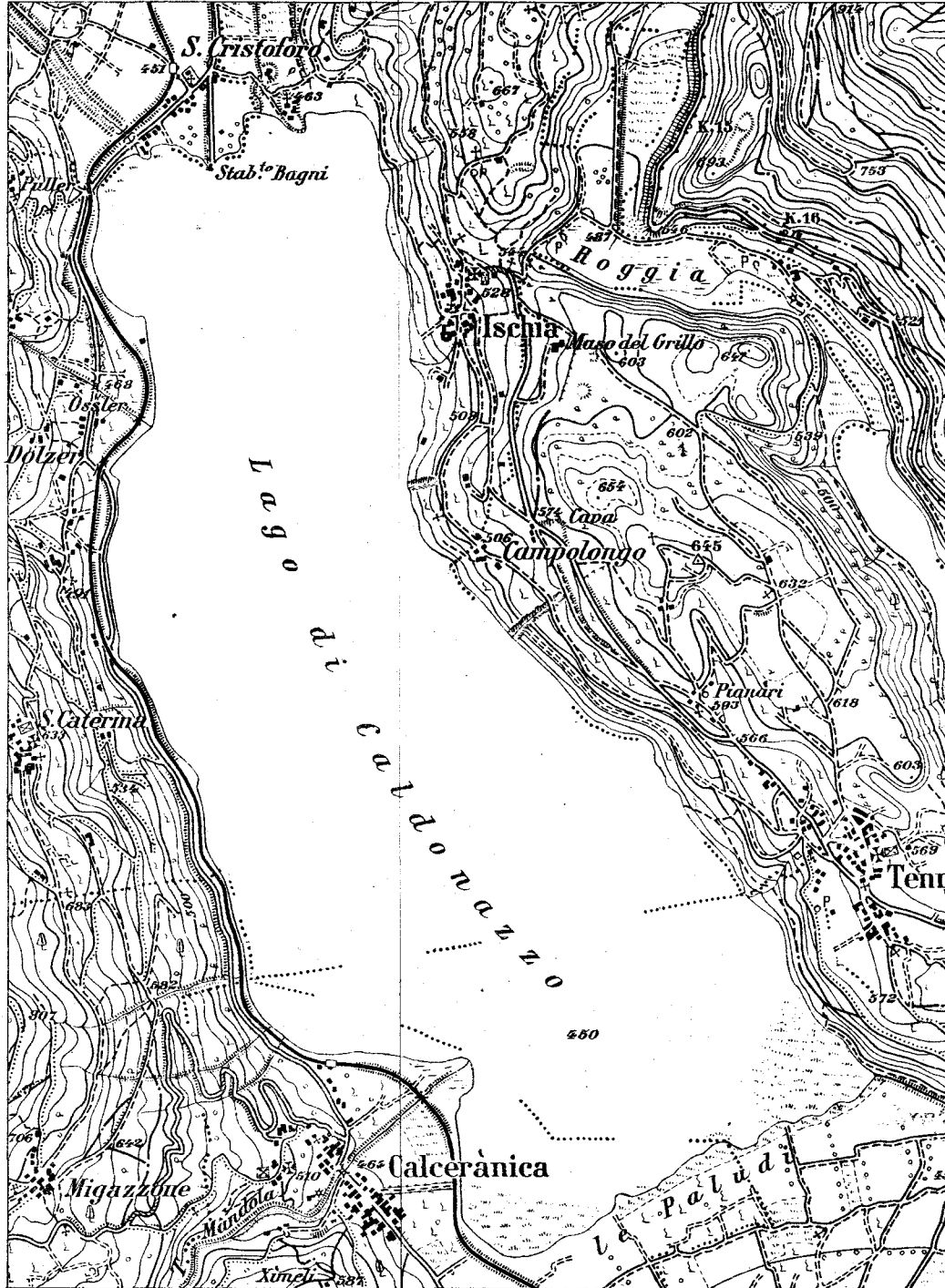
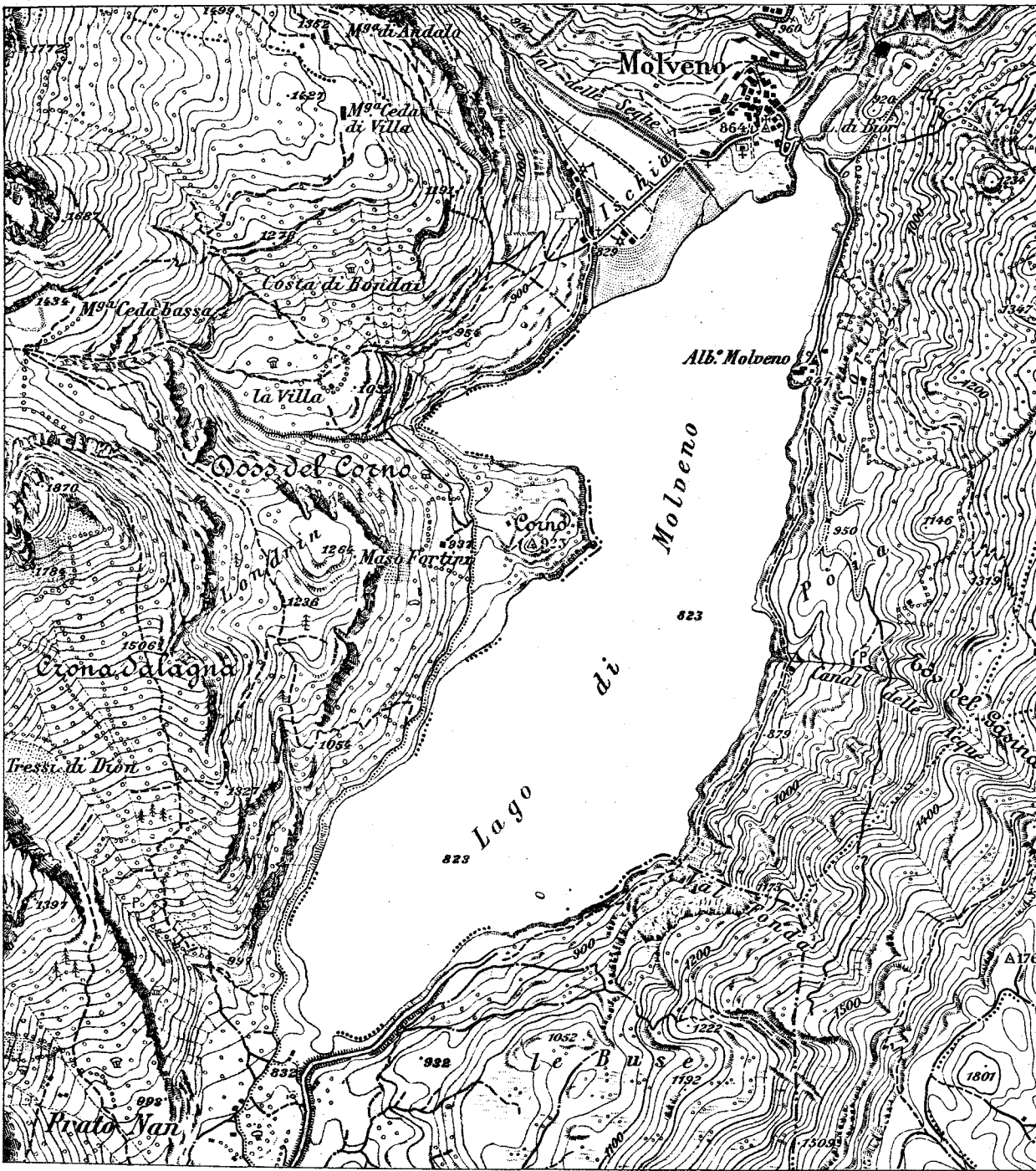
Nel lago di Molveno lo strato di salto è più profondo e meno accentuato che nei laghi precedentemente ricordati. A causa della sua altitudine e delle acque fredde che vi vengono immesse, provenienti dai torrenti che portano il tributo delle acque dei nevai del gruppo di Brenta, lo strato di salto si trova in quello stadio già avanzato verso l'omotermia (quantunque le osservazioni siano state fatte il 31 agosto) nel quale si troverebbero invece gli altri laghi verso la fine dell'autunno.

Nel lago di Tovel le temperature più basse della sua più elevata quota altimetrica non vi hanno formato lo strato di salto, ma soltanto uno strato superficiale di metri 4 che risente le influenze giornaliere della temperatura esterna, e che rappresenta ancora uno stadio più avanzato verso l'omotermia autunnale, e non è improbabile che non si abbia mai la solita stratificazione, come nei laghi più bassi.

Riguardo alla trasparenza si nota che essa è assai piccola nel lago di Caldaro ove abbondano molto le sostanze organiche, specialmente vegetali, anche sulle rive basse e paludose, e la bassa trasparenza è qui influenzata anche dai venti che rimuovono le acque e formano correnti che smuovono dal basso fondo delle rive le materie organiche che vi sono deposte. In mancanza di vento vi ho notato l'aumento della trasparenza, il quale pure avviene colla diminuzione di temperatura; e in corrispondenza di quella diviene più elevato il grado di colore della scala di Forel.

La presenza pure di materie organiche (limnoplanton), sospese negli strati superiori allo strato di salto, dà una trasparenza, sebbene maggiore di Caldaro, ma relativamente piccola anche nei laghi più profondi di Caldonazzo e dei due di Monticolo; però in corrispondenza della maggiore trasparenza si ha un grado più basso nella colorazione.

Nel lago di Molveno, lo strato di salto più profondo, la temperatura più bassa, la conseguente diminuzione del limnoplanton, le



condizioni morfologiche che non permettono uno sviluppo di vegetazione lacustre, nonchè le speciali condizioni chimiche del lago, situato in una regione puramente calcareo-dolomitica e alimentato da acque assai pure provenienti in gran parte dal disgelo delle nevi, causano una maggiore trasparenza, e in corrispondenza di questa un tono di colore ancora più basso nella scala di Forel.

I motivi sopraccennati sono ancora più spiccati nel lago di Tovel dove troviamo infatti una trasparenza sempre maggiore. Se non corrisponde qui un tono più basso di colore, ciò dipende dal fatto che vi intervengono altre cause di natura organica che ho ricordate, e per cui si hanno più colorazioni contemporaneamente in diversi punti del lago, e che variano, come ho potuto constatare, anche nella stessa stagione.

Confrontando dunque i dati delle diverse osservazioni compiute a distanza di pochi giorni in questi cinque laghi trentini e riepilogate graficamente nell'annessa tabella, si osserva che mentre la temperatura più bassa, che è in relazione coll'altitudine, volume e profondità media, porta con sè un aumento nella trasparenza, a questo aumento corrisponde invece una diminuzione del tono di colore nella scala di Forel, sebbene per quest'ultimo intervengano talvolta oltre ai fattori fisici, altri di natura organica.

Roma, giugno 1930-VIII.

BIBLIOGRAFIA

- (1) C. BATTISTI, *Il Trentino* Saggio di geografia fisica e antropogeografia Trento 1898.
- (2) Y. DAMIAN, *Der Molveno See*. Peterm. Mitt. 1890.
- (3) Id. *Seestudien*. Mitt. d. k. k. geogr. Gesellsch. di Vienna, vol. XXXV (1892) N. 9, e 10.
- (4) Id. *Caldonazzo und Levico See* Peterm. Mitt. 1892.
- (5) G. HUBER, *Monographische Studien in Gebiete der Mentigglerseen* (Südtirol) Archiv. für Hydrobiologie und Planktonkunde. Vol. I, Stoccarda, 1905.
- (6) Id. *Der Kalterersee* (Südtirol) Archiv. für Hydrobiologie. III Stoccarda, 1907.
- (7) V. LARGAIOLLI, *Ricerche biolimnologiche sui laghi Trentini. Il lago di Tovel* (Bacino del Noce).
- (8) Id. *Diatomee del Trentino*. Tridentum. Fasc. II, Trento, 1905, Fas. VIII-IX-X, 1906.
- (9) G. MAGRINI, *Limnologia*. Milano, 1907.
- (10) O. MARINELLI, *Area e profondità dei principali laghi italiani*. Riv. geogr. ital. 1894-95.
- (11) F. PAVESI, *Altra serie di ricerche e studi sulla forma pelagica dei laghi italiani*. Atti della Soc. Ven. Trent. d. Sc. Nat., Vol. VIII, 1883.
- (12) R. RICCARDI, *I laghi d'Italia*. Boll. della R. Soc. geogr. ital. 1925, n. 10-12.