

Gli apparati morenici Wurmiani del ramo occidentale del Lario.

GENERALITÀ. — Il glacialismo passato offre, nella regione dei Tre Laghi, problemi di grande importanza geografica, non solo per la determinazione dello sviluppo che i vari apparati ebbero ad assumere, ma anche per la indubbia azione morfologica, che detti apparati esercitarono sulla regione stessa, con la loro duplice azione di trasporto e di erosione, specialmente per quanto riguarda l'origine delle grandi conche lacustri subalpine, le quali del paesaggio e dell'ambiente tutto costituiscono la nota caratteristica prevalente.

Le relazioni tra morfologia e fenomeno glaciale offrono ancora argomento a molte discussioni, per cui non è del tutto inutile, agli scopi della scienza, rivolgere a questa bella regione ulteriori ricerche, completando così l'opera di tanti altri studiosi italiani e stranieri. Già il Novarese, in un suo recente pregevole studio sul Wurmiano del Lago Maggiore e del Lago d'Orta, (1) è venuto ad interessanti conclusioni per questi due bacini; perciò ho creduto bene estendere simili osservazioni anche al bacino del Lario, il quale offre ancora molti problemi morfologici, che, se pur già affrontati e studiati, non sono stati ancora del tutto chiariti.

La determinazione dei terrazzi morenici e dei corrispondenti archi frontali può portare un contributo alla spiegazione dell'origine della profonda conca del Lario sulla quale furono avanzate ipotesi e conclusioni non sempre accettabili, qualora si proceda ad un esame più particolare della morfologia del bacino stesso (2).

Come nel Verbano (3) i depositi morenici si trovano anche nel Lario ordinati in terrazzi a differenti livelli, per cui è possibile seguirli nel

(1) V. NOVARESE, *Gli apparati morenici Wurmiani del Lago Maggiore e del Lago d'Orta* (Boll. R. Ufficio Geologico d'Italia. Vol. LII, 1927, p. 128 e seg.).

(2) FR. WILMER, *Beiträge zur Kenntnis des diluvialen Addagletschers*. (Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern 1904) n. 1565 - 1590. Berna, 1905.

(3) V. NOVARESE, Scritto cit.

loro regolare andamento e collegarli con gli archi frontali dell'anfiteatro terminale. Nel Lario tali ordini di terrazzi morenici giungono sino allo sbocco del solco vallivo forse anche più regolari e continui che nel Verbano, se non che la triplice suddivisione, che subì il ghiacciaio abduano, nella sua sezione meridionale, rende le osservazioni d'insieme più complesse, specie per quanto riguarda le stazioni terminali. Tale complessità mi ha perciò consigliato a limitarmi al più importante dei tre rami in cui si divide il grande ghiacciaio, ossia a quello occidentale, propriamente corrispondente al ramo che termina a Como, il cui studio particolareggiato può portare a conclusioni di carattere generale estensibili agli altri due rami, ossia a quello della valle Asina e a quello del Lago di Lecco.

Si noti inoltre, sin da ora, che gli archi morenici frontali del Lario, ancor più che nel Verbano, furono spesso arrestati e spezzati in archi minori urtando contro i rilievi collinosi, che si elevano a sud di Como. Tale complicazione topografica, se rende non troppo facile la loro ricostruzione, ci spiega, d'altra parte, vari fenomeni di particolare interesse allo scopo di chiarire le fasi subite dal bacino lariano nella sua formazione.

Il *ramo occidentale del Lario*, quello che potremo dire propriamente di Como, è come accennai regolare nel suo andamento tortuoso ed assai profondo poichè è in esso che si raggiungono i 410 metri di profondità, la massima del bacino. I fianchi laterali, pur nel complesso ripidi e levigati dalla massa glaciale, sono scolpiti da evidenti terrazzi sui quali, lembi morenici, spesso potenti, ci permettono di ricostruire le successive fasi di regresso del ghiacciaio Wurmiano.

Il terreno morenico della regione dei Tre Laghi e la formazione dei laghi subalpini sono stati oggetto già di numerosi studi e descrizioni, specie per quanto riguarda il ghiacciaio abduano. Dall'Omboni, dallo Stoppani, dal Renevier, dal Peschel, al Taramelli (1), al Philippi, all'Heim (2), al Wilmer (3), al Penck (4), al Becker, ed ai più recenti quali

(1) T. TARAMELLI, *I tre Laghi. Studio geologico orografico* (con carta geologica), Milano, 1903.

(2) A. HEIM, *Ueber die Erosion im Gebiete der Reuss*. Jahrb. der Schw. Alpenclubs, 1899.

(3) Op. cit.

(4) A. PENCK - E. BRUECKNER, *Die Alpen im Eiszeitalter*. Lipsia, 1901-1911.

il Sacco (1), il Rovereto (2), il Repossi (3), il Virgilio (4), il Mariani, il Parona e il Gogarten (5), per citare solo alcuni principalissimi, si sono succeduti numerosi i geologi, che del problema dei laghi alpini si sono occupati; ma come ebbi occasione già di accennare, molti sono ancora i dubbi e le discussioni, specie per quanto riguarda le valli italiane nelle quali non si sono ancora completate osservazioni particolari e ben controllate, che dimostrino quale sia l'andamento dei terrazzi orografici e dei lembi morenici Wurmiani. Tale andamento può contribuire a confermare o a negare l'ipotesi già concepita dall'Heim e sostenuta da altri fra cui il Gogarten, che i bacini lacustri sarebbero antiche valli di erosione, sbarrate allo sbocco in conseguenza di un abbassamento delle catene interne delle Alpi di ben 600 metri per il versante meridionale. La retroflessione degli antichi fondi vallivi può essere dimostrata dall'andamento declive verso monte e non verso valle dei terrazzi; e se ciò per i laghi svizzeri può forse essere controllato, per il bacino del Lario non ha ancora alcuna seria prova. L'esame dei terrazzi morenici potrà perciò portare un contributo a chiarire il problema, e, come vedremo, nel nostro caso, a convalidare l'ipotesi della erosione glaciale, quale fondamentale fattore della formazione delle conche lacustri subalpine (6).

Inizieremo le nostre osservazioni dalla regione del centro-lago, fra Menaggio e Varenna, dove la massa del ghiacciaio unica e compatta, urtando contro il fianco dell'anticlinale del S. Primo, si suddivideva in due rami principali e in uno mediano secondario.

Il pendio del massiccio del Monte La Grona (1730 m.), a nord di Menaggio, appare scolpito nettamente da quattro gradini distinti da potenti lembi morenici (fig. 2); procedendo di qui potremo seguire questi terrazzi sul lato occidentale del lago. Verso i 1300 metri di altitu-

(1) F. SACCO, *Gli anfiteatri morenici del Lago di Como*. Atti R. Accad. di Agric. di Torino, vol. XXXVI (1893). — *Sull'origine delle vallate e dei laghi alpini*. Atti R. Accademia Sc. di Torino vol. XX (1885).

(2) G. ROVERETO, *Trattato di Geologia morfologica*. Milano, 1924.

(3) E. REPOSSI, *Guida alle escursioni della Soc. Geologica Italiana*, XXXVIII riunione. Pavia, 1925.

(4) F. VIRGILIO, *Le nuove teorie sulla erosione glaciale*. Boll. C. A. I. Vol. XXXIV (1901).

(5) E. GOGARTEN, *Ueber alpine Randseen und Erosionsterrassen*; Peterm. Mitteil. Erg. n. 165, 1910.

(6) T. TARAMELLI, *Le spiegazioni dei nostri laghi attraverso un secolo*. Rend. Ist. Lombardo, LIII (1920). — C. F. PARONA, *Trattato di Geologia*. Milano, 1924. — G. ROVERETO, *op. cit.*

dine si notano i primi detriti morenici sparsi, avanzo di un brevissimo momento di massima espansione; ma è solo fra i 1100 ed i 1000 metri

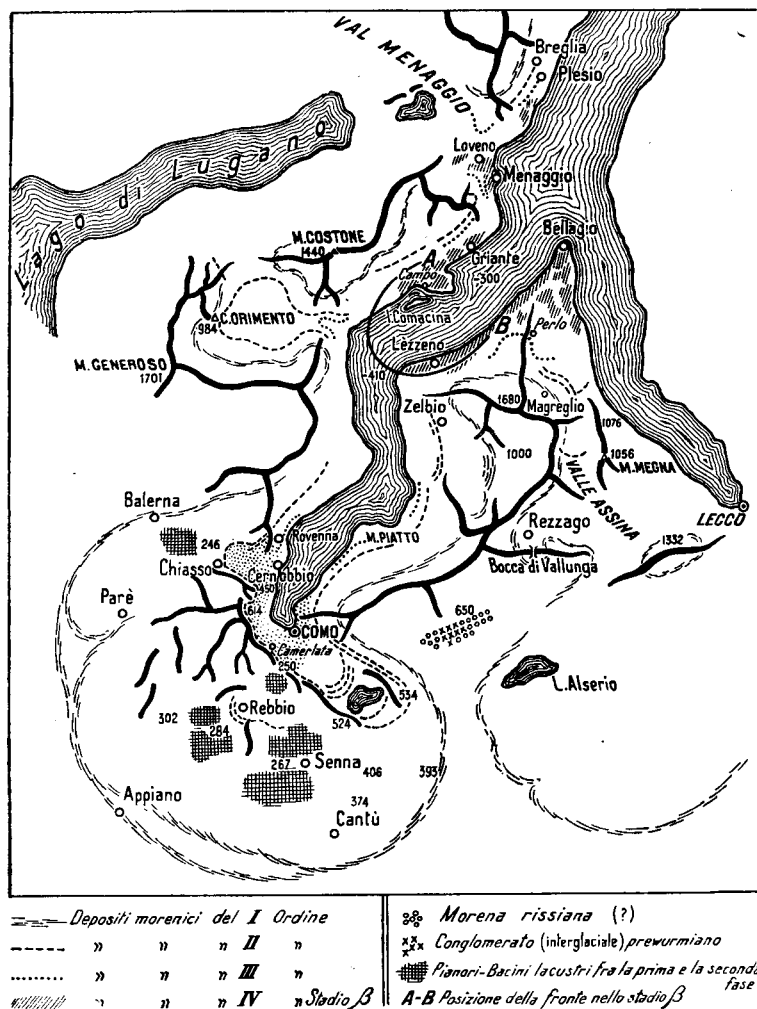


Fig. 1. — Andamento generale dei quattro ordini dei terrazzi morenici (Wurmiani) nel ramo occidentale del Lario.

che si trova il primo terrazzo morenico, quello che diremo dei *monti di Breglia*. A questa altitudine si trovano solo pascoli e caschine sparse, dette sul posto *monti*. Segue un secondo terrazzo fra gli 850 e i 750 metri occupato da potenti depositi morenici, sui quali si estende il paese

di Breglia. Discendendo per zone boschive interrotte da ripide pareti rocciose si arriva, poi, al terzo terrazzo morenico, a circa m. 600, in corrispondenza dei paesi di Plesio, Calveseglio e Ligomena. Infine un quarto terrazzo appare nel piano di Loveno fra i 400 e i 350 metri. Questi quattro terrazzi ci possono essere di grande utilità per poter seguire poi, giù per la valle, la serie continuata sino allo sbocco nella zona collinosa a sud di Como.

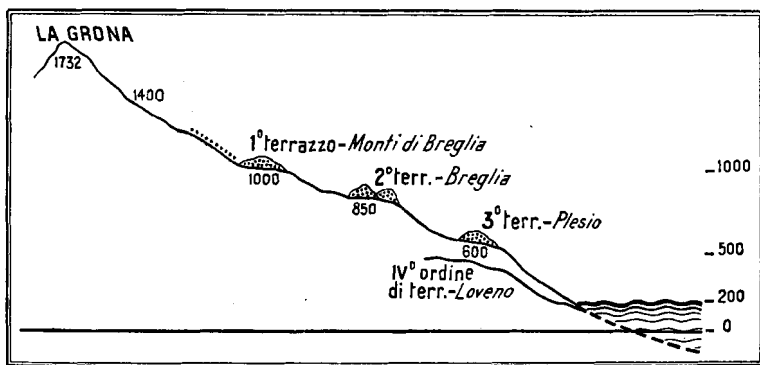


Fig. 2. — Terrazzi morenici sul versante della Grona.

Sul versante orientale si possono pure ritrovare i quattro ben distinti terrazzi nel pendio, che dal San Primo scende verso Bellagio. Verso i 1200 metri si notano i più elevati detriti sparsi e più sotto nei pianori dell'Alpe di Pietraluna (975 metri) i lembi morenici del primo e più elevato livello. Segue il secondo terrazzo nei pianori morenici fra Rovenza e Prà del Calice, a circa 700 metri, e più in basso il terzo livello nei ripiani di Cascina Lessi (579) e Cascina Perlo (600) cosparsi di morenico, che si fa più abbondante nei pendii più bassi, costituendo la vasta morena fra Vergonese e San Giovanni, nella quale si può riconoscere il quarto ordine di lembi morenici. Si può dunque stabilire che i livelli morenici rispondono a quattro ordini, indicanti le diverse fasi di espansione e di arresto a cui andò soggetto il ghiaccio Würmiano. A questi ordini di terrazzi corrispondono altrettanti archi frontali, il cui esame procederà di pari passo con l'esame di ogni singolo ordine.

I TERRAZZI MORENICI E GLI ARCHI FRONTALI (v. fig. 1). — Tenendo presenti le due località iniziali cercheremo di procedere lungo i versanti del ramo occidentale, richiamando la nostra attenzione su quelle

1° ordine di terrazzi e primo arco frontale. — Già dicemmo come esso primo terrazzo appaia a circa 1100 e 1000 metri nei *monti di Breglia* indicanti il momento di massima espansione. Esso ordine si può considerare costituito di due parti, una più elevata caratterizzata dal morenico sparso, ed un'altra più bassa caratterizzata da vere e proprie colline moreniche disposte di sovente in doppio ordine, segno di una lunga stasi con lievi oscillazioni durante la massima espansione (v. Fot. n. 1-2). Considerando che qui il lago giunge ad una profondità di circa 250 metri si può avere all'ingrosso l'idea della potenza del ghiacciaio, il cui spessore doveva essere di 1150 metri.

Procedendo verso valle, si vedono i lembi morenici di questo primo ordine piegare ad occidente penetrando nella valle del Sanagra, la quale si apre nella maggiore Val Menaggio, ove il ghiacciaio defluiva con un importante ramo, che raggiungeva, nella conca del Ceresio, l'altro grande ghiacciaio del bacino del Ticino. Portandoci perciò sui fianchi del monte Crocione, che chiude a sud la Val Menaggio, e ove riprende la interrotta parete occidentale del solco Lariano, si possono ritrovare i lembi morenici del primo ordine al col di Nava, ossia sul terrazzo orografico chiaramente indicato dal Sasso (952), dosso roccioso che domina a sud il paese di Menaggio. Il terrazzo morenico continua lungo le pareti della Cima di Tremezzo, del Galbigo e del Costone, ben evidente in specie al *monte Brente* (943), al *Monte Ossuccio* (950) ed a San Benedetto, nella valle Perlana sopra Campo, ove si vede ancora, messo allo scoperto dall'erosione delle acque, un potente deposito morenico. Quindi per l'Alpe di Colunno il terrazzo raggiunge il ripiano di Pigra, ove le morene ripiegano e penetrano entro la Valle d'Intelvi, altro largo solco, per cui il ghiacciaio abduano defluiva verso il Ceresio. La strada fra Pigra e Blessagno è tagliata per alcuni tratti in questo terrazzo morenico il quale, tenendosi su una quota media di 900 metri, e passando per la cascina Lanfrancona, si porta sul versante luganese. Di fronte, nell'altro versante della valle d'Intelvi, si può ritrovare il terrazzo corrispondente, in vasti lembi morenici che si appoggiano al pendio del M. Generoso e del Sasso Gordona, seguendone l'andamento. Una bella morena si può notare presso la cascina Oriamento (900). Così il terrazzo passando sopra l'abitato di Casasco, a 870 metri circa, si riporta sui pendii della conca lacustre lariana, ove però per lungo tratto lo si può malamente rintracciare.

La ripidità del pendio in tutto questo tratto del Lario fra Argegno e Moltrasio ha facilitato il rotolamento del materiale morenico.

I lembi morenici si distinguono per la loro vegetazione, che li fa apparire come dei piccoli tappeti verdeggianti in contrasto con le scure e ripide pareti rocciose.

Il ghiacciaio abduano in questa sezione del solco si trovò stretto fra alte pareti che non poté superare; perciò si spiegano il forte lisciamiento esercitato lungo le pareti stesse della valle e la potente azione erosiva sul fondo di questa. Qui si ha appunto la più grande profondità (410).

Nei ripiani dei Monti di Carate (800) e del Monte Stopora (800) si può intravedere la continuazione dell'ordine di terrazzi morenici, il quale ha il suo termine in un pianoro, che alla quota di 750-800 metri, interrompe il contrafforte che dal Bisbino scende verso Rovenna e Cernobbio. Qui ho detto si fa terminare il terrazzo perchè la valle si riapre iniziandosi la zona di sbocco del ghiacciaio (v. Schizzo fig. 3).

Il tratto di terrazzo esaminato, a sud della Val Menaggio, si può calcolarlo di una lunghezza di km. 26, ed essendo il dislivello di circa 200 metri ne risulta una pendenza solo dell'8 ‰ non molto considerevole, ma certo effetto dell'essere il ghiacciaio incanalato in un solco sempre più stretto, che, facendolo ridurre di larghezza, lo rendeva alto di spessore.

Sull'altro versante il primo ordine di terrazzi morenici si può seguirlo nel suo regolare andamento specie entro le due vallette laterali di Nose, sopra a Nesso, e del Gaggio sopra Faggeto Lario. I terrazzi morenici, essendo più lento il pendio, si sono qui conservati in modo da offrire, specie nella prima valletta, il più tipico esempio dimostrativo. Infatti, a circa 950 metri, a chiudere il Piano del Tivano (1000), entro il quale il morenico sparso appare ancora quà e là, si delineano due bellissimi dossi morenici situati in doppio ordine ed allungantisi a nord, lungo la costa di Lot, sino alle alpi sopra Valeso, e a sud, lungo i pendii della Costa di Rovè, sino al Piano di Nesso (986) (v. Fot. n. 1 e fig. 5). Nell'altra valletta di Gaggio, sotto alla Bocchetta di Lemna (1167), e precisamente presso l'alpe omonima (889), si vedono due dossi morenici che interrompono il ripido pendio, e che si possono considerare, come i sopra detti, avanzo del terrazzo morenico del primo ordine. (Fot. n. 2). In seguito, all'Alpe Molina (800) e al Piano del Gallo (780), si possono ritrovare i resti di questo antico terrazzo, il quale va a terminare a Brunate; ove, ad una quota fra i 750 e gli 800 metri, si trovano importanti depositi morenici ben distinti nella loro duplice disposizione. Siamo in tale modo pervenuti nella zona di sbocco, il cui inizio si aveva,

all'ingrosso, lungo una linea, ad una quota fra i 750 e gli 800 metri, fra il Bisbino e Brunate (v. fig. 3). Il ghiacciaio, che sin qui era stato stretto fra due catene di monti, le quali, per quanto poco elevate, non aveva potuto superare, mancando delle sponde laterali, che lo sostenevano, doveva quasi improvvisamente aprirsi in largo ventaglio, discendere più ripido e ricoprire con la sua massa gran parte dei rilievi di conglomerato miocenico e di calcari, che si elevano a sud-ovest e a sud di Como (1). Solo il Sasso Cavallasca (614) poteva emergere da questa fiumana ghiacciata che andava a disporre le sue cerchie moreniche ad una distanza, dalla linea di sbocco, di circa km. 10. Dal Bisbino la fronte glaciale discendeva aprendosi in modo da appoggiare la sua morena latero-frontale alle falde meridionali del detto monte, lungo una linea segnata dai piani di Vacallo e di Pontegana ricoperti di morenico, sino alla morena di Balerna, dove si iniziava il vero e proprio arco frontale. Le morene oltre Balerna, verso Mendrisio e Rancate, non appartengono più ai depositi dell'arco frontale del ghiacciaio abduano, ma a quelli del ghiacciaio ticinese nel ramo del Ceresio, come lo dimostra il fatto che in questi depositi abbondano i porfidi e le porfiriti luganesi, che nel materiale morenico del ghiacciaio abduano sono invece del tutto mancanti.

Non è da escludersi tuttavia che, nel momento della massima espansione, le più esterne morene di Balerna, oltre che il bellissimo arco, citato pure dal Taramelli (2), di Gaggino, Camnago, Falloppia, Gironico e Parè, potessero venirsi a confondere con quelle del ghiacciaio del Ceresio.

L'arco frontale abduano si porta quindi fino ad Appiano e Cerninate (2) per ripiegare di nuovo a nord-est, e, per Cantù, Verzago (383), Paravina (389), raggiunge Cassano e Albese (443); ove l'arco si riattacca alla morena latero frontale, la quale discende da Brunate (750), lungo un terrazzo ove sorgono i paesi di Caviglio (613), Ponzate (517), Tavernerio (468), chiudendo così l'ampio giro (v. Schizzo fig. 1).

Tutto questo grande arco frontale, interrotto da vari solchi di erosione, appoggia sopra morene ferrettizzate, che il Penck considera della penultima glaciazione (3). Certamente nel nostro anfiteatro l'espansione Rissiana dovette essere più potente della Wurmiana; le

(1) PENCK e BRUECKNER, *op. cit.*

(2) T. TARAMELLI, *op. cit.*; PENCK e BRUECKNER, *op. cit.*

(3) PENCK e BRUECKNER, *op. cit.* (v. cartina pag. 786).

creste del Boletto e del Bolettone che trattennero il ghiacciaio dell'ultima espansione sarebbero state superate nella espansione precedente. A dimostrare questa affermazione oltre alle autorevoli prove portate dal Penck e da altri, sta un potente lembo morenico situato sopra ad Albese, a sud del Torrente Cosia, e precisamente ove questo torrente piega bruscamente verso ovest. L'altitudine di questo elevato dosso morenico, che sbarra il corso del Cosia e che raggiunge 651 metri, ed il trovarsi esso deposito esterno rispetto agli archi morenici wurmiani, sia del ramo che proveniva da Como come dell'altro che proveniva dalla Valle Assina e da Lecco, sono già fatti che possono far supporre l'origine prewurmiana di questo deposito morenico (1). Ma, percorrendo il dosso si può inoltre notare come esso sia inciso da una sella, in cui, sopra alla morena, si trova un conglomerato fortemente cementato di origine fluvio-lacustre. Esso deposito risponde all'antico corso del Cosia il quale scorreva verso la Brianza incidendo i depositi morenici prewurmiani, sui quali accumulò le grossolane alluvioni. In seguito, come già il Brunati (2) ebbe ad osservare, i torrenti, che discendevano nel versante meridionale del Boletto, furono, durante e dopo l'espansione wurmiana, per successive catture deviati verso il bacino del Lario (v. Schizzo fig. 7, e Fot. 3).

Da quanto abbiamo osservato l'estensione del ghiacciaio Wurmiano dovette pur sempre essere considerevole, ricoprendo esso gran parte dei rilievi montuosi, come il Penck nella sua ricordata cartina (3) ha ricostruito in grandi linee. Il ramo della valle Assina e quello di Lecco si confondevano emergendo solo la tonda cima del monte Oriolo (1076); nessuna defluenza avveniva però a sud del San Primo fra il ramo del Lario e la Valle Assina. Sul lato destro il ramo della detta valle Assina si espandeva sull'altopiano roccioso di Caglio, ove il morenico appare di poco spessore, affiorando ovunque la roccia i cui strati appaiono più o meno orizzontali. Il materiale morenico andava ad ammassarsi contro i fianchi del monte Palanzolo, del monte Barzaghino (1069) e della Croce di Pizzallo (976), i quali rilievi si allineano formando una continua ed elevata cresta in direzione ovest-est; cresta che si elevava di poco al di sopra del ghiacciaio, ma tanto da sbarrarlo e da far accu-

(1) Tralasciando qui ogni discussione sulle glaciazioni prewurmiane, mi limito a richiamare l'attenzione su depositi morenici rispondenti senza dubbio a fasi anteriori a quella a cui si deve il primo ordine di lembi morenici considerati.

(2) BRUNATI, *Il corso del Cosia*. Atti Soc. Ital. Scienze Naturali, vol. XLVII.

(3) Op. cit.

mulare contro il suo versante nord l'abbondantissimo detrito morenico, il quale veniva a riempire il vallone di Rezzago, profonda incisione prewurmiana fra l'altipiano di Caglio e la parete nord della suddetta cresta Barzaghino-Croce di Pizzallo (v. fig. 4).

Solo una piccola lingua di ghiaccio doveva defluire nel versante sud attraverso alla Bocca di Vallunga (900), che incide la cresta fra il dosso della Fornace (1001) e la Colma Piana (1182); ne è testimone una piccola

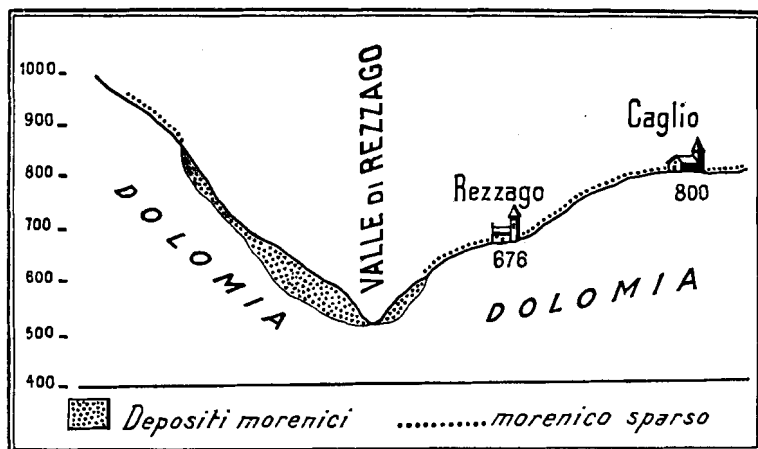


Fig. 4. — Il deposito morenico della Valle di Rezzago (Valle Assina).

morena ad arco frontale, che si trova poco sotto alla bocca stessa sul versante meridionale, ossia quello opposto alla valle di Rezzago.

Un altro rilievo che parmi utile fare riguarda la notevolissima abbondanza di questa morena che diremo di Rezzago (1). Essa occupa e riempie il profondo vallone con una massa di materiale tale da non potersi spiegare in un primo momento, quale opera di accumulo del ramo glaciale della Vallassina, ramo di secondaria importanza, che nelle fasi successive dovette poi, ridursi notevolmente, sì da non poter ricoprire più il piano di Caglio.

La spiegazione tuttavia ci può essere data ammettendo che in tale posizione venisse a trovarsi la grande morena mediana, che doveva percorrere il ghiacciaio abduano, iniziandosi alla confluenza delle due valli, della Mera e dell'Adda. La grande abbondanza di serizzo ghian-

(1) E. REPOSSI, *Le piramidi di erosione di Rezzago in Valle Assina*. Rivista « Natura ». Pavia.

done, che caratterizza il morenico della valle Assina comproverebbe tale supposizione, perchè questa roccia, provenendo dai massicci delle Retiche, doveva in modo particolare raccogliersi nella morena mediana.

Le altre morene, sia quelle che si trovano sul versante orientale del ramo di Lecco come quelle che si appoggiano al versante occidentale del ramo di Como, non offrono tanta ricchezza di serizzo. Anzi l'esame particolare del morenico del ramo del lago di Como mi ha confermato, che, mentre il serizzo si trova abbondante sul versante del San Primo e del Boletto, corrispondente alla sezione mediana del ghiacciaio, essa roccia è del tutto mancante nelle morene del lato occidentale che si appoggiano alla Cima di Tremezzo, che penetrano nella Valle d'Intelvi e raggiungono l'arco frontale nella parte che discende dal Bisbino.

La descrizione degli apparati morenici di questo primo ordine può infine permetterci di stabilire la pendenza della fronte glaciale. I dossi morenici più esterni situati a circa km. 10 dalla linea di sbocco si trovano ad altezza che in media si aggira sui 350 metri, mentre la linea di sbocco possiamo stabilirla ad una media altitudine di 775 metri. Sono perciò 425 metri di dislivello in un massimo di km. 10, il che vuol dire una pendenza del 42,5 %; superiore a quella del 21 % stabilita dal Novarese per il Verbano; ma va osservato che nel ghiacciaio abduano le condizioni topografiche della fronte erano molto diverse da quelle in cui venne a trovarsi la fronte del ghiacciaio ticinese. Il primo, costretto fra due catene montuose, veniva ad un tratto ad aprirsi sulla regione collinosa, per cui il passaggio dal canale di scarico alla zona frontale poteva dirsi improvviso; nel secondo questo passaggio era graduale, per cui non v'era alcun sensibile aumento di pendio nella fronte rispetto al solco interno (1); e per di più si noti che il ghiacciaio verbanese, al suo sbocco, riceveva un grande affluente, il ghiacciaio ossolano (2), di modo che la calotta glaciale poteva distendersi a grande distanza, ricoprendo le colline fra Arona, Varese e Gallarate.

II ordine di terrazzi morenici e seconda cerchia di archi frontali. — È questo l'ordine di terrazzi, che, nel Verbano, il Novarese ha cre-

(1) Vedemmo che nel suo corso interno il ghiacciaio doveva avere una media pendenza dell'8 per mille.

(2) V. NOVARESE, op. cit.

duto giustamente di chiamare quello dei paesi, poichè per la sua altitudine ha offerto condizioni adatte alla abitabilità permanente ed allo sviluppo degli accentramenti umani. Già abbiamo visto come questo terrazzo si inizia per il versante destro del Lario, sui fianchi della Grona, con il terrazzo di Breglia tra gli 875 e i 750 metri, corrispondendo perciò al terrazzo orografico costituito dal dolomitico sprone roccioso del Sasso Rancio (864). I lembi morenici continuano nei piccoli ripiani della cascina Bari (800) e dei Monti di

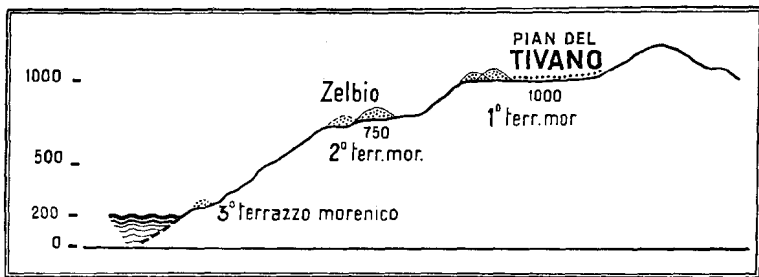


Fig. 5. — Profilo del versante orientale del lago di Como in corrispondenza del Piano del Tivano.

Plesio (817), per poi volgere a destra e continuare nella Val Menaggio. Riappare quindi il terrazzo scolpito nello sprone dolomitico del Sasso Griante a sud della Val Menaggio; lembi morenici assai alterati (1) si trovano qui assai sparsi; maggior quantità se ne trova alla Cascina Nava (780). Più avanti nei pendii del Pizzone di Lemno si sono conservati di una certa potenza nel vallone di San Benedetto a circa 730 metri. Il terrazzo morenico, interrotto in seguito per lungo tratto, trova la sua evidente continuazione solo dove i versanti si aprono e ripiegano entro la valle di Intelvi; ove, presso Gireglio (700), Castiglione (600), Cerano (650) si possono vedere importanti depositi morenici, che si sviluppano tutto attorno, seguendo l'andamento della valle; per cui sin da ora si può notare come la defluenza della valle d'Intelvi dovesse essere scomparsa con questa seconda fase nel regresso del ghiacciaio (2).

(1) Forse tale alterazione dipende dalla grande quantità di materiale calcareo, tipo di roccia assai abbondante in questi lembi morenici, mentre più scarsi sono i detriti di roccia cristallina.

(2) Il Taramelli (op. cit.) ricorda in modo particolare *la grande morena insinuata nella Valle d'Intelvi*.

La strada, che gira entro la valle, passando per i su ricordati paesi, ci permette di seguire con facilità l'andamento regolare di questo II ordine di lembi morenici (Fot. 4).

Il versante del Lario a sud della valle d'Intelvi non ci offre alcun resto di tale secondo terrazzo; il detrito dovette scivolare in basso formando fasce di detriti di falda, che la ripidità delle pareti ha pure ostacolate nella loro conservazione. Qualche avanzo di queste fasce detritiche si trova presso Briennio lungo la strada che segue il lago.

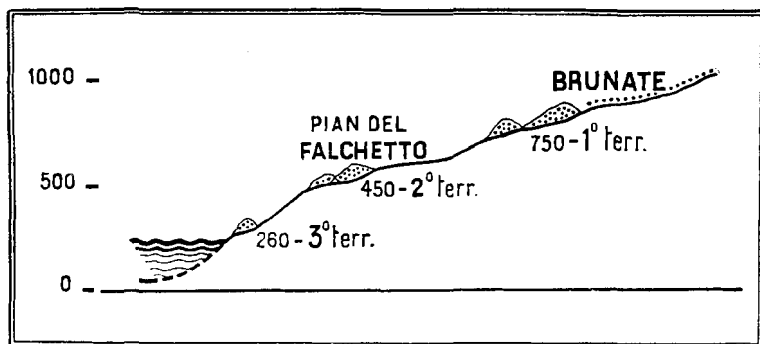


Fig. 6. — Profilo del versante orientale del lago di Como, fra il bacino di Como e Brunate.

Sui fianchi del Bisbino, e precisamente nel piano di Rovenna (450-500), si ritrova evidente il II terrazzo, che qui si può dire, con l'aprirsi del solco vallivo, termina, per dare inizio alla zona frontale.

Sul versante opposto il terrazzo morenico del II ordine lo si è già notato sul versante nord del San Primo; esso continua da prima poco evidente, ma in seguito evidentissimo nei pianori di Velesio, Erno, Zelbio, a circa 700 metri, nella valle che si apre al di sopra di Nesso. Lo si ritrova quindi nelle morene di Careno (650), in quelle di Lemno (770) e di Molina (550), sino al monte Piatto, in cui il morenico si svolge in sottili lembi fascianti, ad una quota di 525, tutto il bordo del ripiano nel quale si trovano notissimi e grandiosi massi erratici di serizzo ghiandone (1). E di qui, questa esile fascia morenica continua quasi ininterrottamente, segnata da un allineamento di numerosi casolari (Bertei, Monti di Cazzanore, Monti di Sorto, Monti di Sopravilla) ad una quota di circa 500 metri sino a che va a riattaccarsi al deposito morenico del Piano del Falchetto (500) sotto a

(1) E. REPOSSI, *I massi erratici della Regione dei Tre Laghi*. Natura, Pavia, 1914;

Brunate; piano corrispondente a quello che abbiamo visto di fronte a Rovenna. La linea Rovenna-Piano del Falchetto costituiva perciò l'inizio della zona di sbocco della fronte glaciale.

Il ghiacciaio era diminuito di potenza, ma la linea di sbocco non erasi arretrata rispetto a quella della massima espansione. Alla minore potenza corrispondeva però un più ristretto anfiteatro morenico frontale; il quale nel nostro caso appare interrotto e spezzato fra i rilievi, che dal Sasso Cavallasca si estendono sino al Montorfano.

Dal Piano del Falchetto la morena latero-frontale discende, appoggiandosi alle falde dei monti, lungo un livello rappresentato dalle morene dei paesi di Camnago, Lipomo, Montorfano. Dopo questo ultimo paese l'arco piega a sud ed è spezzato dai rilievi del monte Croce e del Montorfano (554), fra ai quali penetrava il ghiacciaio depositando una triplice serie di cordoni morenici concentrici, entro cui si doveva poi formare il laghetto detto di Montorfano. La fronte riusciva pure a penetrare nei solchi fra il monte Croce (524) già ricordato e il monte Tre Croci (469), e fra quest'ultimo e il monte Baradello (432) formando la morene di Albate, Rebbio e Grandate. Più a sud-ovest, l'alto e continuato rilievo, che si eleva nei Monti Caprino (485), della Croce (536) e del Sasso Cavallasca (614) fermava la lingua frontale che depositava sui pendii settentrionali di questi colli l'abbondante detrito morenico, che oggi appare entro le vallette e le selle meno elevate (*Costa* 400 metri) formando piccoli pianori erbosi e verdeggianti. La sezione della fronte che scendeva da Rovenna, e che non si apriva più a largo ventaglio, passava al di sopra del pianoro di Piazza Santo Stefano e andava ad urtare contro l'elevato dosso di Mognano e Quercino, la cui cresta si mantiene fra i 450 e i 350 metri. L'espandersi della fronte glaciale alla sua uscita dal solco vallivo in questa seconda fase del Wurmiano era adunque notevolmente ostacolata dai rilievi collinosi, specialmente sul lato destro, poichè ad oriente la disposizione dei rilievi aveva solo in parte limitato il libero espandersi della massa frontale del ghiacciaio, il quale depositò i suoi lembi morenici più esterni a circa km. 7 dalla linea di sbocco.

Tale sbarramento ha reso nel complesso più evidente il distacco fra le cerchie moreniche della prima fase e quelle della seconda. A sud dei rilievi collinosi, ove la fronte glaciale non potè giungere, restarono infatti dei vasti pianori in cui si formarono dei bacini lacustri intermorenici. Il piano alluvionale colmo di depositi lacustri-glaciali, che si estende fra Rebbio-Grandate e Luisago, come l'altro fra Senna

Albate e Acquanegra, e come, infine, quello situato ad est di Chiasso e limitato dalle colline di Balerna, dovettero allora essere occupati da estesi laghi in cui si scaricavano i torrenti di fusione del ghiacciaio (vedi Schizzo fig. 1).

L'irregolarità di questo anfiteatro morenico non rende possibile una esatta valutazione della pendenza della zona frontale; tuttavia, calcolando che le morene del piano Falchetto si trovano a circa 500 metri e le colline moreniche, che chiudono il lago di Montorfano, si trovano a circa 390 metri si può stabilire che, data la distanza di circa km. 7, la pendenza doveva essere del 15 ‰ circa.

Più esattamente può misurarsi la pendenza della linea interna dei terrazzi, i quali, iniziandosi a Breglia, a circa 800 metri, si portano a Rovenna a circa 500, con un dislivello perciò di 300 metri in chilometri 30; il che porta ad una pendenza del 10 ‰.

Il ghiacciaio abduano in questa seconda fase veniva adunque a subire notevoli trasformazioni. Permaneva la defluenza nella valle di Menaggio, ma scompariva quella della valle d'Intelvi, il ramo della Valle Assina si riduceva assai, dovendo esso superare di poco il passo di Magreglio, senza perciò raggiungere il piano di Asso, in modo che non si veniva più a riunire col ramo della Valbrona. Dinanzi alla fronte e nella fronte stessa, emergeva tutta una disordinata serie di dossi rocciosi tondeggianti, sui fianchi settentrionali dei quali si accumulava il detrito morenico. Tra la prima cerchia e la seconda si formarono, poi, tre vasti laghi di sbarramento morenico, di cui oggi restano i fondi spesso acquitrinosi ed i sedimenti di fine argilla sottilmente stratificata.

III ordine di terrazzi morenici e terza cerchia frontale. — Il ritiro fra la seconda e la terza fase fu certo più notevole di quanto la distanza fra le due cerchie frontali possa far apparire. Gli archi morenici del II ordine erano costipati contro i pendii dei rilievi collinosi, per cui la serie delle morene frontali del III ordine si dispose a breve distanza. Il ghiacciaio diminuì ancora il suo livello pur mantenendo un notevole spessore, perchè l'erosione glaciale aveva già dovuto escavare la profonda conca, che il ghiacciaio stesso doveva riempire.

Il terzo ordine di terrazzi si inizia, come vedemmo, sul lato destro con il terrazzo di Plesio e di Ligomena a circa 500 metri; e la sua continuazione, oltre la valle di Menaggio, appare nell'altipiano di Rogaro (450-500) sopra a Cadenabbia, e nelle morene sopra ad Argegno (300),



Fot. n. 1. — Morena del Piano del Tivano (1° ordine).



Fot. n. 2. — Terrazzo morenico dell'Alpe di Lemna (1° ordine).



Fot. 3. — Conglomerato interglaciale sopra ad Albese.



Fot. 4. — Morena fra Castiglione e Dizzasco in Valle d'Intelvi (550 m.) (II° ordine dei terrazzi).



Fot. 5. — La morena di Griante (IV° ordine).



Fot. 6. — La conoide e la morena di Campo.
Si noti la discordanza tra il deposito stratificato inferiore e la morena sovrapposta.



Fot. 7. — Sabbie finemente stratificate appoggiate alla morena (Camnago).



Fot. 8. — La morena di Cardano (Val Menaggio) ricoperta da un deposito lacustro-glaciale torboso.

allo sbocco della Valle d'Intelvi; e, infine, nelle morene di Cernobbio, ove doveva avere inizio la regione frontale, la quale era formata da una serie di archi, che si svolgono ad una altitudine di circa 250 metri tutto attorno alla città di Como, lungo le falde delle colline, riattaccandosi alla linea di terrazzi che viene dall'altro versante, ove, come vedemmo, si ha nelle morene di Perlo e Gorla (400), l'inizio di questo III terrazzo, che si può seguire lungo il lago, perchè offre lo spazio a numerosi centri abitati, quali Vergonese, Pognana (300) e Blevio.

La pendenza di questa terza serie di terrazzi verrebbe ad essere dell'8 ‰, non molto diversa perciò da quella trovata per gli altri ordini; regolarmente non presenta alcun fenomeno di retroversione, come il Wilmer (1) ha creduto di poter constatare.

Pur così ridotto ed abbassato nel suo livello, il ghiacciaio doveva defluire nelle valle di Menaggio, dove forse la sua fronte non si spingeva oltre alla località oggi occupata dal lago di Piano. La Valle d'Intelvi era completamente scoperta; solo nel suo tratto inferiore una piccola lingua di ghiaccio costruiva la ricordata morena la quale appoggia nel terrazzo corrispondente al fondo vallivo, precedente alla più recente escavazione post-glaciale. Il ramo della Valle Assina era scomparso, come doveva pure esserlo quello della Valbrona.

Nella regione frontale, in seguito al ritiro, si era formata una nuova conca lacustre, quella del Montorfano; dalla stretta di Camerlata il torrente glaciale si scaricava nel vasto lago che ancora doveva occupare il piano fra Senna e Camerlata; così pure permaneva il lago del piano di Chiasso. Gli emissari di questi due laghi discendevano verso la pianura attraverso ai solchi oggi seguiti dal torrente Lura e dal Seveso. La presenza degli archi morenici influiva pure sui corsi d'acqua discendenti dal Boletto, ostacolando nel loro regolare fluire verso sud; si formarono così molti bacineti intermorenici, fra i quali quello di Camnago, le cui sabbie finissime, poggianti sulla morena, sono state però sconvolte e raddrizzate dalla loro posizione orizzontale. L'erosione posteriore dei corsi d'acqua scavando profondi solchi fece scomparire questi bacineti, e spesso le pareti di friabili detriti franarono, e la originaria giacitura venne a modificarsi (v. Fot. n. 7).

IV ordine di terrazzi morenici. — Nella regione media del Lario, come dicemmo, si può riconoscere ben distinto un quarto livello di terrazzi morenici, il quale va a terminare nel lago stesso;

(1) WILMER, op. cit.

questo terrazzo risponde ad una fase di arresto in cui il ghiacciaio si ritirò a notevole distanza, circa km. 25 dalla ultima stazione terminale già esaminata.

Il IV ordine di terrazzi si nota a Lovenò (350 metri) al di sopra di Menaggio, e lo si può seguire nelle potenti morene di Griante e di Campo (50 metri) sul versante destro. Sull'altro versante si notano l'abbondante morena di San Giovanni, e le altre morene che si stendono, seguendo il lago fino a Lézzeno e a Grotto, costituendo la morena latero-frontale di una fronte glaciale che venne ad arrestarsi in questa parte del lago (v. Fot. 5 e 6).

Tali depositi nella loro disposizione offrono particolarità che inducono a credere che essi non rispondano ad una semplice fase di arresto, ma piuttosto ad una avanzata del ghiacciaio già in precedenza arrestatosi in altra località. Corrisponderebbero alle morene che il Novarese chiama dello stadio β . La morena di Campo, infatti, costituisce un deposito degno di attenzione. Il torrente, che discende dalla Valle Perlana, taglia il vasto sedimento mettendo in evidenza le tre parti che lo costituiscono. Una prima, più profonda, è costituita da una morena cementata; al di sopra si dispongono inclinati e in discordanza dei depositi alluvionali, avanzo di una vasta conoide formatasi allo sbocco della valle e deposta al di sopra del terreno morenico. La conoide, infine, è ricoperta a sua volta da una potente morena assai fresca. Questa disposizione fa pensare che la conoide si sia formata in una fase interstadiale, essendo compresa fra due depositi morenici. Pure degno di nota è il deposito fluvio-glaciale che forma la morena di Tremezzo. Il deposito è costituito da materiale caotico morenico, alternato da strati di più fina argilla discordanti fra loro. Questi fatti richiamano quanto il Novarese ha descritto per le morene e i depositi fluvio-glaciali di Chatillon nella valle d'Aosta, e quello che più recentemente ha affermato per le morene del IV ordine di terrazzi del bacino del Verbano (v. Fot. 6).

Terminata la terza fase di arresto, il ghiacciaio dovette dunque ritirarsi notevolmente, forse fino alla linea Campo-San Giovanni. Ma ad un certo momento la fase di regresso del ghiacciaio dovette arrestarsi ed aversi una nuova avanzata, che portò la fronte sino ad una linea Colonna-Cavargnana; perciò a circa km. 25 più a monte della fronte del terzo periodo. L'isola Comàcina e la punta di Avedo emergevano dalla regione frontale come due enormi bozze assai comuni anche presso le fronti dei ghiacciai attuali. La morena frontale non

poteva però formarsi perchè il ghiacciaio doveva terminare in un bacino lacustre, che si estendeva su questo tratto del solco vallivo restato scoperto. Questo antico bacino, che fu l'inizio del Lario, era assai profondo, poichè è qui che anche oggi si raggiungono i 400 metri;

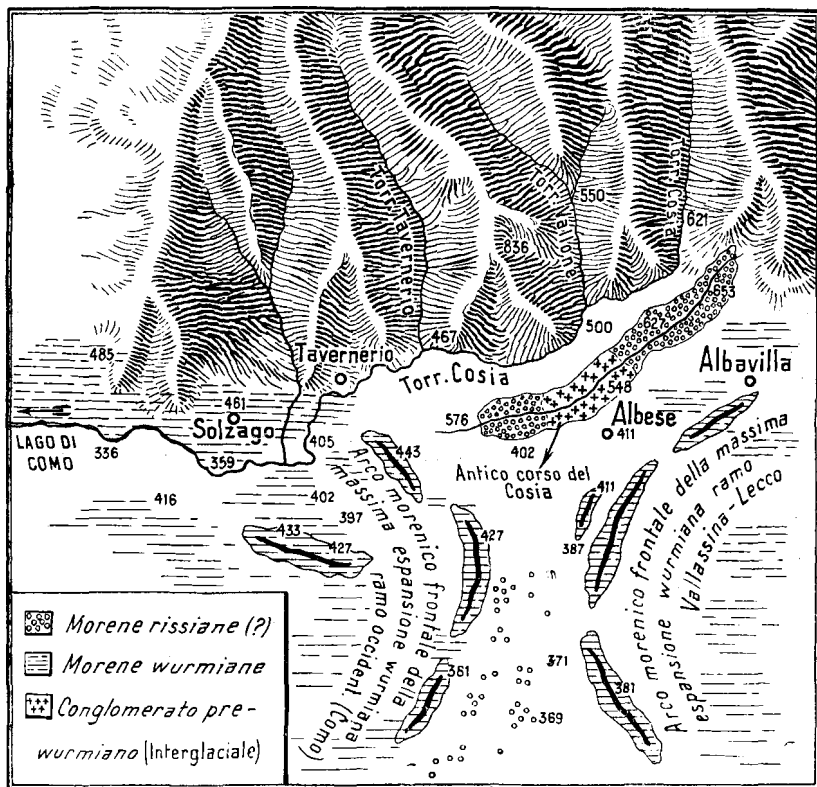


Fig. 7. — Il Corso del Cosia (Brianza).

ed inoltre doveva essere ad un livello più elevato dell'attuale, circa 50 metri, per poter defluire con le sue acque verso la pianura lombarda. Esso comunicava con i minori laghi intermorenici attraverso i solchi di Camerlata e di Chiasso. Restava isolato il laghetto di Montorfano, situato fra archi morenici ad un livello di 397 metri. Nella parte superiore il ghiacciaio non penetrava più nella valle di Menaggio, ma scivolava lungo il bordo di questa valle sospesa, le cui acque sbarrate formavano piccoli bacini in cui si raccolse del detrito lacustro-

glaciale spesso torboso come si può notare nei pianori di Cardano e di Lovenò, ove, al di sopra del detrito morenico, si trovano depositi lacustri assai distinti per la disposizione orizzontale dei loro straterelli discordanti rispetto alla stratificazione delle morene, come pure per il colore più scuro del detrito torboso (v. Fot. n. 8). Col successivo ritiro del ghiacciaio le acque di questo ramo occidentale del lago di Como venivano a confondersi con quelle del ramo di Lecco, poichè anche in quel ramo si doveva essere formato un bacino lacustre, le cui acque però avevano un livello più basso. Si abbassò di conseguenza anche il livello nel ramo di Como, le cui acque non poterono più sfociare attraverso ai solchi di Camerlata e di Chiasso. Il Lario aveva assunto una forma ed un complesso di condizioni molto simili alle attuali.

Intanto dovevano scomparire anche i laghi intermorenici fra la prima e la seconda cerchia, mancando ad essi l'alimentazione; restava sempre il laghetto di Montorfano. I vari corsi d'acqua, che nell'anfiteatro morenico trovavano ostacolo al loro libero defluire verso la pianura, furono come attratti verso il basso bacino, che era venuto a formare una conca chiusa, percorsa da piccoli corsi d'acqua convergenti ad essa. Noto fra l'altro è la deviazione subita dai torrenti che discendono dai pendii del Boletto e del Bolettone di cui già avemmo occasione di accennare. Essi torrenti si presentano tutti deviati a destra verso il Lario mentre la loro originaria direzione era verso sud, come lo dimostrano i solchi scavati tra le colline mioceniche, e continuati da altri solchi attraverso la Brianza, di tale importanza da non trovare giustificazione negli attuali esili torrenti che attualmente li percorrono. I cordoni morenici latero-frontali hanno facilitato tale deviazione, completata però da una successiva cattura operata da un piccolo corso d'acqua che, da prima assai breve, venne a gettarsi nel Lario alla fine dello stadio β , e che, rimontando con la sua erosione, scavò quella che oggi costituisce la valle del Còsia, la quale raccoglie tutte le acque di questi pendii dell'alta Brianza fra Como e Albavilla (fig. 7).

CONCLUSIONE. — L'esame particolareggiato dei terrazzi orografici e morenici ci ha permesso di stabilire il loro regolare andamento in lenta pendenza da monte a valle. Nessuna conferma perciò, di quanto affermano i sostenitori dello sprofondamento (1) della regione

(1) WILMER op. cit.

interna e della retroversione dei terrazzi ci viene data dal nostro esame; anzi tale retroversione può io credo escludersi del tutto, sì che l'origine della conca lacustre appare sempre più che la si debba cercare nella erosione glaciale, la quale sola può darci ragione della notevole profondità del Lario. Come supporre infatti una retroversione, tale da spiegarci i 410 metri, in cui si inabissa la conca del Lario, nella parte più stretta e più serrata fra le alte pareti?

Lo studio dei terrazzi morenici viene a confermare quanto il Repossi (1) ebbe a concludere nel suo studio sulla tectonica dell'Alta Brianza; ossia che, come l'andamento della tectonica ci spiega, in un primo tempo, la sistemazione morfologica così complessa della regione, specialmente lo sdoppiamento delle correnti acquee e glaciali e l'andamento flessuoso del ramo di Como, così la potente azione erosiva dei ghiacciai esercitata su rocce di relativa resistenza ci spiega, in un secondo tempo, l'origine del solco così ampio e profondo.

Il fenomeno lacustre incominciò adunque tra la 1^a e la 2^a fase, ma prese aspetto più grandioso dopo la 3^a; si può anzi dire che è dopo questa fase che si ha il vero e proprio inizio della conca Lariana nel suo ramo occidentale. In questo primo tempo, fra la 3^a fase e lo stadio β il livello doveva essere più elevato dell'attuale, sì che le acque si scaricavano verso la pianura. Ma quando il ghiacciaio si ritirò e la sua fronte si portò a monte di Bellagio, avvenne l'unione del ramo occidentale, di Como, con il ramo orientale, di Lecco, e le acque assunsero l'attuale livello.

La formazione della conca lariana ed il suo abbassamento di livello avevano poi conseguenze importantissime sull'idrografia della regione attorno a Como. I due emissari del ramo di Como, dei quali restano gli imponenti sedimenti e le profonde valli terrazzate, si videro catturare tutto il bacino montano, perchè le acque furono richiamate al lago, il quale si scaricava attraverso al ramo di Lecco. Il Lura ed il Seveso sono gli esigui avanzi di corsi ben più grandiosi.

L'anfiteatro morenico perciò, scomparsi i laghi, di cui restano i vasti fondi pianeggianti colmi di alluvioni fluvio-glaciali spesso finissime, venne così, colla scomparsa del ghiacciaio wurmiano, assumendo l'aspetto attuale.

(1) E. REPOSSI, *La tectonica dei terreni secondari tra Como ed Erba*. Boll. R. Ufficio Geologico d'Italia, Vol. LI (1926).

Id., *Il rilevamento della parte orientale dell'Alta Brianza*. Boll. R. Ufficio Geologico, Vol. LIV (1929).