

## La Geografia fisica della Valtellina.

Memoria del Dott., Prof. AURELIO SARAGAT (1)

---

### PARTE TERZA.

#### LE VICENDE OROGRAFICHE IN VALTELLINA.

*Alta Montagna e Pianalti.* — Riassumendo, noi abbiamo trovato in Valtellina una serie di gruppi montuosi isolati, nei quali abbiamo distinto dapprima una zona di caratteristico aspetto sopra il limite delle nevi perpetue, l'*Alta Montagna*, dove l'attivissima degradazione atmosferica e la grande altezza sul livello di base mantengono la fisionomia della gioventù; in quel grandioso signoreggiare di giovani forme appena velate alla base da un'erta fascia detritica, abbiamo tuttavia notato un insistente allinearsi d'altezze a livelli determinati, che non ci permettono alcuna ipotesi sulla orografia primordiale delle Alpi, ma ci fanno pensare ad uno stadio di avanzata maturità in quella regione oggi ringiovanita, e a ripetuti sollevamenti dei massicci senza notevoli inclinazioni dei piani. L'ultimo e più diffuso di questi livelli orografici (m. 3000) costituisce attorno ai massicci e nelle depressioni montuose che li separano uno zoccolo di notevole costanza; possiamo considerarlo quale livello di partenza di una serie di piani molto avvicinati e difficilmente distinguibili (m. 2800-2700-2500-2400-2200) che nel loro complesso costituiscono la *zona dei pianalti*. È ben noto come questa abbia un diverso aspetto dalla precedente; offre in ogni sua parte i caratteri della *vecchiezza*, non ancora cancellati da quella rivivescenza generale delle Alpi che sappiamo datare dal principio dell'era quaternaria.

---

(1) Continuazione e fine, vedi fasc. precedente.

*Valle pliocenica e valli glaciali.* — L'ultimo dei pianalti, che abbiamo seguito per un buon tratto in Valtellina, presenta i caratteri di una valle matura, tracciata in una catena di non grande altezza; benchè non ci sia possibile indicarne con sicurezza il percorso, dobbiamo considerarlo come una valle, la più antica valle omologa alla Valtellina. Nel fondo ampio e poco declive di questa valle si affondano alcuni solchi dalla fisionomia glaciale, incassati l'un dentro l'altro come le trincee di uno sterro. Abbiamo



FIG. 18<sup>a</sup> — *Terrazzi orografici in Valtellina: a) prima, b) seconda, c) terza valle glaciale, d) terrazzo di Tresivio (3<sup>a</sup> v. glaciale), e) sella di Triangia, f) sella di Dazio, (2<sup>a</sup> v. glaciale).*

esaminato i terrazzi che distinguono l'uno dall'altro questi solchi; alcuni di questi terrazzi hanno potuto esser seguiti dall'origine sino alla fine, e possono essere considerati come piani di valle; altri, seguibili per breve tratto, in apparenza limitati a particolari gruppi montuosi, non consentono che un riferimento sommario a qualcuno dei vari stadi erosivi durante i quali fu scolpita la valle.

L'ultimo terrazzo da noi seguito, di aspetto glaciale evidentissimo, porta ancora pressochè intatto il mantello morenico che il ghiacciaio depose al suo ritirarsi, ed unito intimamente a questo apparato morenico, mostra un apparato alluvionale, tuttora in formazione, per il quale molte conche sono state colmate e lunghi tratti di valle *livellati* rispetto alle discontinuità del fondo glaciale.

Nè l'erosione post-glaciale si è limitata all'alluvionamento; gli

affluenti laterali dell'Adda hanno ripreso in quest'ultimo periodo il *livellamento* del corso, rimasto, durante l'ultima glaciazione, sospeso; e poichè il livellamento viene conseguito con la eliminazione della discontinuità nel frattempo formatasi, ne consegue una *forra d'arretramento*, più o meno arretrata e profonda secondo la maggior o minore entità del salto e dell'attività del fiume. L'Adda stessa, come abbiamo visto, erode in alcuni punti le discontinuità glaciali, arretra, ed incide per conseguenza le proprie alluvioni.

Infine abbiamo notato che i terrazzi orografici propri costituiscono nel loro assieme una valle sufficientemente profonda perchè debba — a differenza dei pianalti — esser considerata non più che *matura*. Questa *maturità* è conseguenza delle vicende glaciali, e non è peraltro generalizzata a tutta la valle. Per non parlare delle valli laterali, spesso così *giovani* da riescire difficilmente accessibili, dobbiamo riconoscere che l'Adda stessa da Tirano al Lago è ben lontana, malgrado le apparenze, dal « profilo d'equilibrio ».

*Azione direttrice della struttura.* — Avendo presente quanto abbiamo detto sulla *struttura*, possiamo ora considerare l'influenza di questa sulle forme osservate. La Valtellina è una valle longitudinale, diretta cioè nel senso degli allineamenti alpini e prealpini. Viene definita una *valle anticlinale*, mentre sarebbe più propriamente *monoclinale dissimmetrica*. Inoltre la sua direzione concorda in modo evidentissimo con la direzione generale degli strati, e coincide con la zona paleozoica degli scisti di Casanna. Se l'ultima incisione della valle appare aver abbandonato questa zona, ciò dipende, in parte, dalla presenza di filladi ed altre rocce erodibili sotto di essa.

Perciò noi potremo considerar la Valtellina come *subseguente*, non accogliendo l'opinione del Rovereto, che la definisce *conseguente* perchè « considerarla subseguente porterebbe ad ammettere un'eccessiva potenza d'erosione ». Ma noi abbiamo visto che quei 2000 metri di affondamento sotto l'altezza media del valichi e dei pianalti sono stati erosi in gran parte nel quaternario, mentre l'*adattamento dei fiumi alle strutture* va procedendo dall'Oligocene in poi. Non mancò certo il tempo alle acque d'abbandonare qualche primitivo tracciato *conseguente* per un corso più naturale *subseguente*. Tutto indica che tali mutamenti di corso

si siano verificati assai volte nei periodi di maturità e vecchiezza che subentrarono alla breve e travagliata giovinezza delle Alpi, quando sul principio del miocene erano già ridotte ad un piano lievemente accidentato.

*Idrografia subseguente della Valtellina.* — Nulla sappiamo su quella idrografia di transizione; dove potremmo noi ravvisare le tracce di valli, *conseguenti nelle sinclinali* di falde mesozoiche e terziarie che vennero così radicalmente asportate? Solo potremmo ammettere dal Pliocene in poi il determinarsi di una idrografia sensibilmente analoga all'attuale, e subseguente, ossia determinata dalla struttura.

Ed infatti, la regolare disposizione degli affluenti di sinistra, incisi nel semipiano da una erosione a volte *conseguente*, a volte *obseguente*, determinata dall'affondarsi della valle attuale; le valli di destra *obseguenti* (es. la Val de Ron ed altre minori) e *subseguenti* (le maggiori, es. la Val Malenco) le valli longitudinali *subseguenti* (Val di Maria, Val Lanterna, Val Viola); le piccole valli *inseguenti* dei massicci granitici; tutta la rete idrografica, insomma, appare strettamente legata alla struttura e determinata così dai fasci longitudinali di rocce erodibili come dai pilastri eruttivi che li attraversano. Questi ultimi — allineati da Est a Ovest — determinano un allineamento di chiuse assai sensibili, a partire da quella di Sondalo (Adda) sino a quella di San Giacomo (Liro), dove lo gneiss affiorante costituisce una *soglia* o punto fisso nel profilo del fiume. Anche la Val Malenco ha una soglia di granito e di gneiss presso Arquino; in modo più evidente la Val di Poschiavo è strozzata fra le pile gneissiche presso Brusio, dove — come abbiamo visto — i terrazzi orografici si interrompono.

*Relazioni fra la struttura e le forme del terreno.* — Abbiamo definito la Valtellina « una zona radicale », ecc.; anche questa definizione strutturale ha un'esatta corrispondenza nell'orografia della valle. Le strutture fortemente inclinate danno un profilo caratteristico ad alcune vette (Pizzo Badile) e determinano sui fianchi vallivi quelle innumerevoli discontinuità che gli alpigiani chiamano *crap*.

D'altra parte lo stato di laminazione delle rocce di questa zona radicale può aver favorito l'erosione su vasta scala, nel

mentre ha attenuato le differenze d'erosibilità fra i calcari (cristallizzati) e gli scisti (metamorfosati).

Nella zona mesozoica Nord-Orientale, dove tuttora rimangono le falde di ricoprimento, la fisionomia del terreno è affatto diversa. Le valli uniformi, poco profonde, franose, il rilievo poco

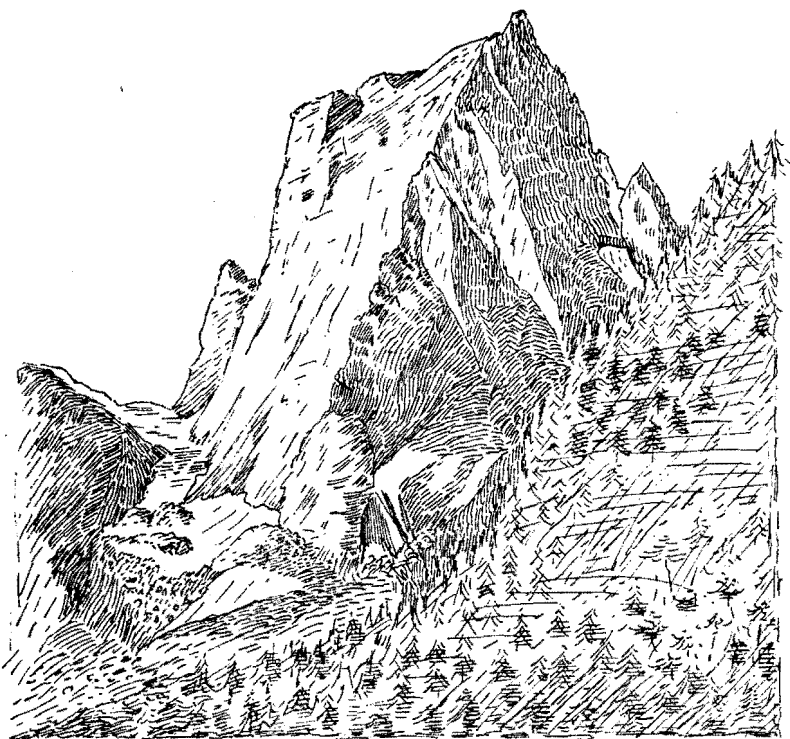


FIG. 19<sup>a</sup> — *Pizzo Badile. Gruppo della Disgrazia.*

intagliato con predominio di creste orizzontali, ed alcuni monti a bastione che ricordano le prealpi Orobie (Piz Minur, Piz Umbrail, Sassablanca).

In un campo meno esteso possiamo constatare come e quanto la struttura influisca sul profilo dei fiumi, sulla forma dei circhi, degli alti terrazzi, dell'ultima valle glaciale.

Abbiamo visto la fisionomia di quest'ultima determinata con rara evidenza dalla durezza delle singole rocce, o meglio dal loro comportamento sotto l'azione erosiva. Poichè questo comporta-

mento varia col variare dei processi orografici, ne consegue una notevole varietà di forme erosive, allineate esse pure e disposte a determinate altezze come le forme orografiche di cui fanno parte.

L'alta montagna è a questo riguardo di una immediata evidenza. Ivi le vestigia di opposti processi non si sovrappongono e non si confondono; predomina l'erosione atmosferica, e perciò nessun'altra zona può rendere con maggior chiarezza il variare

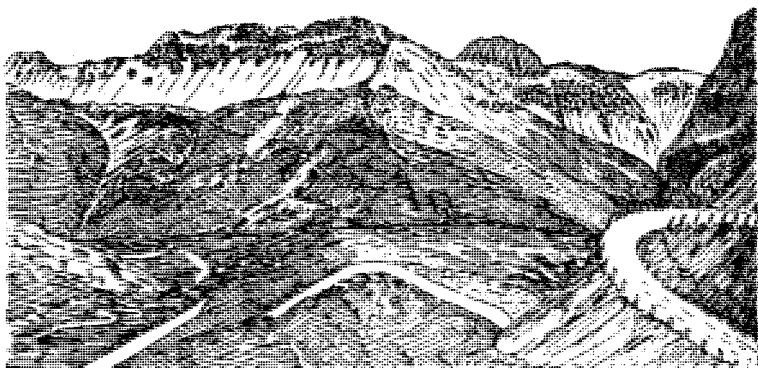


FIG. 20<sup>a</sup> — Piz Umbrail, dal Giovo dello Stelvio.

delle forme per le diverse strutture sottoposte ad un medesimo processo, e l'improvviso mutamento di fisionomia quando si scende sotto il limite superiore della glaciazione; muta il processo; quale inversione di tutti i particolari nel paesaggio!

*Relazione fra le forme del terreno ed i processi erosivi.* — Queste forme son dunque intimamente legate, così alla struttura come ai processi erosivi. Cosicchè abbiamo — in rapporto ai due principali processi — *forme glaciali* e *forme alluvionali*, nelle due serie *erosiva* e *detritica*. Spesso le forme rimangono ben distinguibili, più spesso si confondono, avendosi forme erosive fluvio-glaciali, conche glaciali ampliate dal fiume, forre di fiume glacializzate; terrazzi che appaiono scolpiti dalla *revivescenza* di un fiume, ai quali la glaciazione ha imposto una nuova e distinta fisionomia. Anche nella serie detritica abbiamo — oltre il semplice contatto — un'intima fusione dei terreni morenico ed alluvionale, un'evoluzione costante del primo nel secondo, e tal-

volta caratteristiche forme di transizione, alluvioni fluvio-glaciali, bacini lacustro-glaciali (*kame terraces*, ecc.).

*Processi erosivi e fenomeni epigenetici.* — L'esame dei processi erosivi e del loro funzionamento, ci guida a considerazioni ben più importanti di quelle che si limitano al riconoscimento delle singole forme derivate. Così noi osserviamo nell'evoluzione dei fiumi alcuni fenomeni anormali che invertono o distruggono intere valli, interrompono la progressione normale degli adattamenti e turbano profondamente l'assetto di un paese.

Si può pensare che ciò sia più volte accaduto in Valtellina, dove i fenomeni di cattura sono così frequentemente osservabili da costituire uno dei caratteri della regione. Ma se noi consideriamo il secondo *processo* — il comportamento di un ghiacciaio, la sua tendenza alle *trasgressioni*, la facilità con cui la massa del ghiaccio può superare le creste, l'energica erosione con la quale può trasformarle in selle profonde, in valli, in laghi; — dobbiamo ammettere che non tutte le catture siano avvenute per opera dei fiumi; siamo anzi condotti a riferirne gran parte alle invasioni glaciali, poichè sappiamo in qual modo le fiumane di ghiaccio si intrecciassero ed accavalcassero ripetutamente prima di sboccare in pianura.

Lo stesso ghiacciaio dell'Adda si aprì una serie di gole disposte a ventaglio dal Ceresio alla Val Sassina, che rappresentano un bel lavoro ed una bella prova d'incostanza, pure avendo presente che il ghiacciaio seguì vie già tracciate dai fiumi.

Questi fenomeni furono oggetto di studio al Penck, il quale opportunamente riconosce l'origine di molti grandi bacini attuali, nel confluire in essi dei ghiacci dalle valli contigue, che vennero in tal modo catturate (catture per *digressione*); ed ammette in pari tempo un frazionamento dei bacini per *trasgressione*.

Queste catture vennero riconosciute numerosissime e studiate dal Rütimeyr, che sull'esempio del Penck riferì all'epigenesi le valli sospese (potremmo ricordare la Val di Fraele), le valli aperte a gradinata (Val Viola Poschiavina), e per conseguenza molte selle glaciali.

Le valli epigenetiche del versante italiano vennero studiate da Taramelli, ed attribuite all'erosione dei fiumi, mentre il Penck e la sua scuola le riferiscono alle digressioni glaciali.

L'una e l'altra ipotesi son forse del pari ammissibili, secondo

la regione che si prende in esame. L'Alta Valtellina, che durante le glaciazioni dovette essere molto simile ad una terra polare, legittima, ad es., le idee del Penck. Come abbiamo accennato parlando della Val Lagone, è appunto pensando a questa marea di ghiaccio che saliva e rigurgitava da ogni parte, che noi possiamo spiegare l'aspetto di certe valli, dove sarebbe assai difficile affermare quale direzione tenesse costantemente il ghiacciaio.

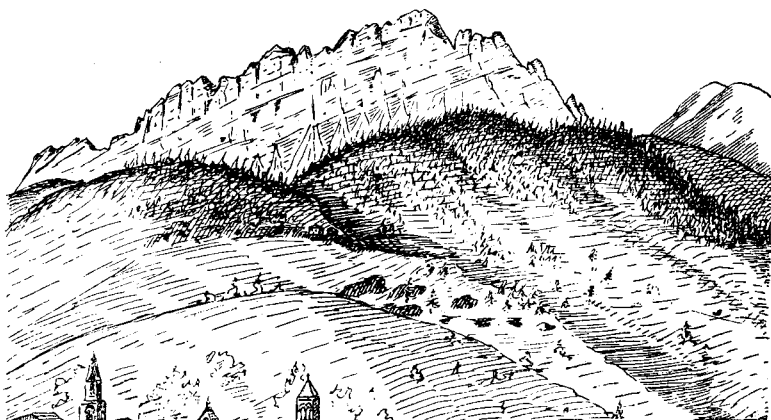


FIG. 21<sup>a</sup> — *La Sassabianca, vista da Poschiavo.*

Le divergenze sulle attitudini erosive glaciali si riflettono anche sulla questione dell'epigenesi. Noi non vedremo difficoltà ad ammettere catture glaciali accanto a catture fluviali, ed in molti casi, catture iniziate da uno e compiute dall'altro dei due processi, che avrebbero così concordemente operato.

*Catture di valli.* — Quanto all'età di queste catture, esse datano evidentemente dall'età del terrazzo coordinabile al loro piano di valle.

Una delle più discusse è certamente quella dell'Alta Val Camonica, di cui abbiamo parlato a suo luogo. Se abbiamo presenti le condizioni dello spartiacque fra questa valle e la Valtellina, i vasti pianalti e le selle (Passo del Mortirolo) che ivi rimangono, dobbiamo ammettere verosimile l'ipotesi di Taramelli, che la antichissima Valle di Poschiavo confluisse con la Val Grosina nell'alta Val Camonica, in epoca probabilmente anteriore al Pliocene.

L'andamento della Valle pliocenica da noi seguita non è tale

da lasciarci comprendere in qual senso scorressero le acque. Possiamo ammettere che la Val di Poschiavo fosse già catturata, e la subseguente Valtellina venisse sistemando il suo corso verso il Lago.

Ma il terrazzo immediatamente sottostante alla valle pliocenica, che possiamo considerare come il fondo della prima valle glaciale, scorre decisamente — come abbiamo visto — da Est a Ovest per il passo d'Aprica. Questo fatto importantissimo potè certo esser dovuto a cattura subseguente dell'Adda. Non abbiamo mancato, a suo tempo, di far rilevare come l'alta Val Camonica sia strutturalmente — oltrechè geometricamente — un prolungamento della Valtellina.

Una nuova cattura che può risalire alla prima fase interglaciale, se non vogliamo piuttosto riferirla ad una *trasgressione* glaciale, ebbe luogo a Sud di Edolo e determinò — con la formazione dell'attuale Val Camonica — l'abbandono definitivo di quel complesso di selle e valli sospese, di cui l'ultima e la meno elevata è la Sella glaciale d'Aprica (m. 1181).

*I caratteri dell'erosione glaciale.* — Un altro ordine di considerazioni sul meccanismo glaciale ci conduce a spiegare quelle irregolarità per le quali la valle attuale è ben lontana dalla condizione di equilibrio. Il ghiacciaio non livella il proprio letto, bensì lo trasforma in una successione di conche; uno sguardo ad un fondo glaciale di valle ci rende fermamente persuasi di ciò.

Pensando alle condizioni della Valtellina nei primi tempi del Postglaciale, dobbiamo raffigurarcela occupata da una serie di piccoli laghi. Oggi la soglia di alcuni bacini è stata erosa, più spesso il bacino è stato alluvionato. L'alluvionamento procede per lo stesso lago di Como, che giungeva, un tempo, sin presso Chiavenna. La bassa Valtellina era allora un golfo sin quasi alla chiusa di Dazio; i due Montecchi, il forte di Fuentes ed alcuni scogli isolati costituivano un cordone insulare perfettamente analogo alle isole Borromee, nel golfo di Pallanza.

L'aver considerato il fondo della terza valle glaciale come una successione di conche più o meno distinte, che dalla regione dei circhi e dei laghi alpini scendono in cascata sino al Lario, c'induce a considerar quest'ultimo come il termine estremo della successione. Dalle piccole pozze d'acqua di Val Viola, stagnanti sul fondo di bacini a cucchiaio, sino alla gran fossa del Lago, non

v'è che un ampliarsi delle proporzioni, rimanendo la natura del fatto immutata. Giungendo per questa via al Lago, siamo indotti a considerarlo semplicemente come l'ultima e più vasta conca glaciale, che per un complesso di cause non abbia ancora potuto essere livellata.

Gli argomenti più validi a sostegno di queste vedute ci sono suggeriti dal lago di Poschiavo, che abbiamo trovato a mezzo cammino scendendo dai circhi glaciali al Lario, e che per questo appunto abbiamo esaminato con attenzione. Geomorfologicamente non hanno diverso significato questi due laghi, così poco simili nell'aspetto e nelle proporzioni; ma la questione non è così semplice come potrebbe a prima vista sembrare; mentre il primo è in gran parte dovuto ad una strozzatura della valle fra pile di rocce poco erodibili, una simile ipotesi dev'essere esclusa per il secondo.

*Significato geomorfologico del Lario.* — Il Lago di Como è affondato trasversalmente nella zona gneissica meridionale e nelle falde mesozoiche che la ricoprono al Sud. Queste formazioni si abbassano in corrispondenza del Lago, che potremmo perciò definire una *valle trasversale sinclinale*.

Sino dal 1883 Taramelli aveva affermato che esso corrisponde ad una conca sinclinale disposta normalmente alla catena alpina. Questa condizione, che si ripete — talvolta con minore evidenza — per i laghi lombardi e per le valli piemontesi, condusse Lugeon e Bertrand all'ipotesi delle « ondulazioni trasversali ».

Noi dovremmo perciò considerare il Lago — e l'annessa Val di San Giacomo — come un bacino conseguente?

Ciò è ammissibile per il tratto superiore del Lago, ma non per il tratto inferiore, dove gli adattamenti alla struttura sono stati favoriti dalla varietà dei terreni mesozoici.

Se osserviamo la disposizione dei pianalti, vediamo che il livello 2500 metri dopo aver seguito lo spartiacque fra Val Mesocco e Val di San Giacomo si arresta all'altezza dell'anticatena (Painale, Disgrazia, Monte Spluga). A Sud della linea dell'Adda, la regione montuosa fra le Alpi Pennine e le Alpi Orobie, è al disotto dell'ultimo pianalto; se riferiamo quest'ultimo alla valle preglaciale, possiamo ravvisare lo sbocco della Valtellina verso la spiaggia pliocenica nel tronco di Valle da Porlezza a Novate-Mezzola (Nord-Est - Sud-Ovest). Perciò dobbiamo aver presente

che il Lago, più o meno determinato da sinclinali tettoniche e dalla struttura del terreno, venne scavato — come la Valtellina — in gran parte nel Quaternario.

Secondo quanto c'indica l'andamento generale dei terrazzi orografici, già alla fine della seconda glaciazione esisteva un vero e proprio lago, omologo all'attuale, se pure meno sviluppato a valle; nella glaciazione seguente l'affondamento guadagnò circa cinquecento metri in profondità, avanzò alquanto a Sud senza tuttavia poter aprire alla valle un ampio sbocco verso la pianura. A questa mancata azione nell'ultimo tratto del suo percorso contribuì certo, per il ghiacciaio abduano, il suo frazionamento terminale in molti piccoli rami. Giunta al centro del Lago, con minor pendenza e forse minor altezza, la massa di ghiaccio, non più rinserrata fra due giogaie insuperabili, perdette la propria energica unità d'azione e sgusciò da tutte le parti, dove si presentava qualche sella facilmente accessibile.

*Il problema dell'ultraffondamento.* — Il dislivello fra la seconda e la terza valle glaciale non è maggiore nel Lago che nella Valtellina propria. L'escavazione, data la relativa angustia del solco, non è tale da legittimare alcun dubbio sulla natura di essa. Senonchè l'ultimo fondo di valle scende alquanto sotto il livello del mare, e ciò ha dato luogo alla combattuta questione dell'*ultraffondamento*, per la quale si è quasi perduta a tutt'oggi ogni possibilità di accordarsi sull'origine dei laghi subalpini.

L'ipotesi di Peschel e di Stoppani — secondo la quale il Lario non sarebbe stato in origine che un fjord, valle sommersa e glacializzata — e l'opinione dello Schmidt, che vedeva in esso un golfo pliocenico interrato, non ressero a lungo. Infatti, nè il ghiacciaio abduano sboccò mai nel mare, nè il mare si addentrò mai nelle valli alpine quanto vi si interna oggi il lago. La stessa ipotesi di un'inversione del piano di valle, conseguente ad un abbassamento, non è maggiormente dimostrabile, e venne d'altra parte dallo stesso autore abbandonata. Infatti, le recentissime indagini del dott. Patrini sul bacino Verbano e sulla Val Camonica escludono ogni inversione e contropendenza nei terrazzi sovrastanti ai laghi; essi decorrono con sufficiente regolarità, non altrimenti che nelle valli, e tutt'al più presentano accenni d'inclinazione a monte di natura affatto locale. Ad identiche conclusioni si giunge pel lago d'Orta.

Le osservazioni del Baltzer pel ramo comense del Lario, che metterebbero in evidenza alcune limitate pendenze a monte, non si dovranno confondere con quanto osservò il Philippi sul ramo di Lecco, dove i più alti terrazzi inclinerebbero decisamente a monte, accennando a quella che fu veramente l'origine di questo braccio di lago, una cattura subseguente della Val Sassina per adattamento a strutture erodibili. Eppure lo Heim per i laghi della Svizzera, ed altri, fra i quali il Wilmer, per i laghi italiani, conservano l'ipotesi di un ribaltamento delle valli, e la suffragano con numerosissimi esempi di terrazzi inclinati a monte, che essi hanno riscontrato un po' dappertutto, senza averli in nessun luogo coordinati. Noi non possiamo credere che un accidente così comune nelle nostre Alpi — il terrazzo con pendenza a monte — legittimi l'ipotesi di un ribaltamento della massa strutturale che lo porta inciso nei suoi fianchi; perchè in questo caso dovremmo immaginare troppi ribaltamenti, e la spiegazione di tutte le conche valtellinesi sarebbe ad un tempo troppo facile e troppo poco persuasiva. Ma nel caso particolare dei terrazzi del lago di Como citati dal Wilmer, possiamo dubitare che essi rappresentino realmente uno o più fondi di valle, sistemati in contropendenza. I due gradini lievemente accennati del monte Nuvolone (Lenno) sovrastanti l'uno all'altro di soli 100 metri; quelli di Blevio, ancora più avvicinati, quelli di Rezzonico, ecc., sono troppo limitati e troppo poco coordinabili; sembrano piuttosto dovuti alle accidentalità della topografia locale che ad un vero terrazzamento. Mentre i pianalti e la valle pliocenica, per quanto incerti nell'andamento e saltuari, scendono a valle in modo indiscutibile, e con maggior pendenza che non abbiano nella Valtellina.

Come possiamo con ciò affermare che i terrazzi orografici del lago di Como siano ribaltati, e dedurne un movimento asimmetrico della catena che abbia dato origine all'attuale bacino?

Insomma, da una serie di considerazioni si ha l'impressione che i laghi siano esclusivamente dovuti ai processi orografici, a quegli stessi che hanno incavato le valli di cui essi sono la prosecuzione.

Recentemente, Taramelli venne a concludere che i laghi sono bacini postpliocenici, dovuti almeno in parte all'azione delle fiumane interglaciali. Non ci sembra in assoluta antitesi con ciò

l'idea del Penck, che riferisce l'ultraffondamento dei laghi all'erosione quaternaria, se non forse per la parte eccessiva attribuita all'erosione puramente glaciale.

Sta bene quanto egli dice, che il lago di Como presenta una fisionomia di conca nettamente glaciale; ma vorremmo per ciò negar parte — in questa enorme escavazione — ad un processo orografico, del quale abbiamo visto sì grandiose tracce in Valtellina?

Il ghiacciaio può bensì ampliare un'angusta valle e trasformarla in un bacino appiattito; può talvolta affondare un lago; ma come potremmo conciliare un'ulteriore amplificazione delle attitudini glaciali con la sopravvivenza di livelli orografici? Quel ghiacciaio che avesse un'attività sì gagliarda non rispetterebbe al certo le vestigia della precedente valle glaciale.

Ma soprattutto l'alternarsi di terrazzi e di erti pendii, questo successivo incastro di trincee sempre più anguste da monte a valle, ci dimostra un avvicinarsi di erosione glaciale e fluviale, in cui la seconda non ebbe minor parte.

Certamente l'escavazione *sotto* il livello di base è da riferirsi all'esclusiva azione del ghiaccio e delle sue acque di fondita; ma dobbiamo aver presente che l'attuale altezza del Lario è dovuta in parte allo sbarramento morenico ed alluvionale della sua soglia.

Potremo dunque considerare il Lago quale risultato delle azioni alternanti dell'acqua e del ghiaccio; il bacino lariano ultraffondato da quest'ultimo processo erosivo, venne sommerso dallo sbarramento morenico, lievemente interrato ed invaso dai delta fluviali nel post-glaciale.

*La portata dell'erosione glaciale.* — Certo è che l'affondamento sotto il livello del mare non si spiega se non ricorrendo alle attitudini erosive del ghiacciaio, e richiamandosi al profilo a conche di tutta la valle.

Per alcuni, la capacità erosiva del processo glaciale è questione di sì grande importanza, da determinare una serie d'indagini morfologiche dirette — più che altro — alla valutazione di quel processo. Noi non abbiamo avuto dinanzi agli occhi questo solo obbiettivo, quando siamo partiti dall'Alta Montagna verso il Lago; tuttavia ci siamo creduti in grado, giunti al termine delle nostre indagini, di esprimere la nostra opinione, che se-

guendo la via di mezzo fra teorie estreme non ci esporrà, presumibilmente, ad errori pericolosi.

Il Rovereto, nel suo studio sulla Valle di San Giacomo, ha posto la questione in questi termini « sino a qual punto l'azione glaciale è intervenuta nella formazione delle valli e dei laghi ». Egli non ha dato una risposta formale, ma la sua opinione scaturisce dal complesso delle sue osservazioni; attribuisce all'erosione glaciale l'ultimo affondamento della valle, che si continua nel fondo del Lago, e calcola a circa 600 metri l'intervallo fra



FIG. 22<sup>a</sup> — Circo, valle glaciale e forra. Val d'Arigna, nel Gruppo del Redorta.

la prima erosione glaciale e l'erosione attuale, mentre attribuisce al Pliocene un'erosione di 500 metri.

Queste cifre possono sembrare in stridente contrasto; come mai nel Pliocene, periodo di avanzata maturità per le valli e di trasgressione pel mare, vi potè essere un affondamento quasi eguale a quello che nel Postpliocene si compì sotto l'attacco di agenti erosivi ben più energici ed in fase di sollevamento?

Probabilmente i cinquecento metri d'erosione « pliocenica » sono da riferirsi alla *prima valle glaciale*, determinata dal sollevamento che accompagnò la progressione del ghiacciaio, affondata da questo, ampliata e *finita* nei primi tempi della fase interglaciale successiva.

In tal caso la « valle miocenica » da cui l'autore calcola i 500 metri d'affondamento pliocenico, potrebbe con maggiore approssimazione essere riferita al Pliocene.

Ci prendiamo la libertà di questi raffronti perchè i nostri dati non aspirano ad essere definitivi, e siamo d'altra parte convinti che le risultanze di un esame geomorfologico possono variare secondo le regioni esaminate, i punti di partenza nella coordinazione dei terrazzi, e soprattutto il tempo passato sul luogo.

*Interruzioni di ciclo e revivescenze erosive.* — Ed ora, se noi ci chiediamo — poichè abbiamo visto i due principali processi erosivi alternarsi e sostituirsi al lavoro — quali relazioni reggessero quest'alternanza, e da quali cause fossero determinati i processi, dobbiamo ravvisare queste cause nei movimenti *epirogenetici* del suolo, come li chiama l'Haug.

È fuor di dubbio che i periodi d'intensa erosione e di affondamento che precedettero le invasioni glaciali furono determinati da mutamenti d'altezza nella catena. Secondo alcuni (Powell) questi mutamenti d'altezza sarebbero un vero e proprio sollevamento secondo un asse longitudinale. Secondo altri (Penck) consisterebbero in uno spostamento del livello di base (regressione marina). L'una e l'altra ipotesi posseggono un egual grado di verisimiglianza, poichè alcuni terrazzi confluiscono a valle, altri ancora si avvicinano a monte; la spiaggia pliocenica è alquanto sollevata sull'attuale livello di base, ma i terrazzi e la stessa valle pliocenica nella Valtellina centrale sono distanziati come in nessun altro luogo.

I massicci cristallini appaiono avere più intensamente subito la spinta epirogenetica; del resto le irregolarità nei terrazzi sono comunissime, e non vorremo trovar strano che una struttura eterogenea come il sistema alpino abbia irregolarmente obbedito agl'impulsi che la sospingevano a sì grandi altezze.

Se ci si permette un'ipotesi, possiamo riferire a questi medesimi movimenti del suolo i terrazzi intermedi dei quali abbiamo più addietro parlato. Questi livelli erosivi, che come binari di uno smistamento si partono da un terrazzo principale e dopo breve tratto a quello fanno ritorno, ove non siano da riferirsi ad anomalie della struttura, sono probabilmente il risultato di spostamenti del suolo.

Certamente i numerosi terrazzi isolati, sospesi qua e là sui

fianchi delle due catene, sono meglio spiegabili con la presenza di rocce più resistenti; così quei bastioni di roccia nuda che risaltano con tanta evidenza sul terrazzo di Teglio non sono che banchi di quarziti affioranti in testata, ed il cordone roccioso mezzo sepolto dalle alluvioni a Berbenno, che qualcuno tenterebbe coordinare con quanto di analogo si osserva più a monte, non è che un accidente glaciale.

Ma questa spiegazione non è valida per quei terrazzi intermedi così estesi, che tengono — come abbiamo detto — un buon tratto della Valtellina centrale; nessuna barriera di rocce interrompe la continuità della valle; così, mentre ci sembrano agevolmente spiegabili con una particolare disposizione della struttura i terrazzi a conca di Val Poschiavina, lo sdoppiamento dei terrazzi nella valle principale ci suggerisce una ipotesi orografica.

Non è inammissibile che i due grandi massicci della Disgrazia e del Painale, sorretti da colonne granitiche e tutti iniettati di rocce eruttive, separati da una gran fossa di formazioni sedimentarie, abbiano seguito in modo irregolare la spinta del sollevamento alpino.

Se così stanno le cose, ogni terrazzo intermedio che penda sospeso ad un terrazzo orografico propriamente detto può significare un rapido innalzamento del suolo seguito ben tosto da un abbassamento; ogni terrazzo intermedio che si inarchi sopra un terrazzo proprio significherebbe al contrario un temporaneo abbassamento del suolo.

Comunque siano andate le cose, è certo che ogni ripresa di attività erosiva, o *revivescenza* — per usare la terminologia del Davis — consegue ad una *interruzione di ciclo*.

Non potremmo con altrettanta certezza assegnare una causa determinante alle invasioni glaciali; tuttavia, noi ci accostiamo alle idee di Haug, che avendo presente la significativa coincidenza fra le glaciazioni ed i movimenti del suolo, vede nelle prime una semplice conseguenza dei secondi. È ben naturale pensare che ogni innalzamento determini non solo un corrispondente abbassamento della linea delle nevi perpetue, ma un aumento della precipitazione atmosferica, che respinge quella linea ancora più in basso.

Accogliamo con piacere questa ipotesi, che ci offre — fra gli

altri — il notevolissimo vantaggio di poter riferire ad una causa unica due fenomeni così intimamente legati, ed in realtà contemporanei, l'invasione glaciale e la ripresa d'attività erosiva.

Grazie a questa ipotesi possiamo formarci un concetto schematico delle vicende orografiche del Quaternario, dividendo questo periodo non già in fasi glaciali ed interglaciali, sibbene in fasi di innalzamento e di abbassamento, di *revivescenza* erosiva (gioventù) e di *senescenza*.

*I cicli geografici in Valtellina.* — La trasgressione marina pliocenica aveva determinato un'*avanzata maturità* nel sistema di valli, che furono probabilmente affondate nel Miocene superiore (secondo Hoernes, dall'Elveziano al Pontico). L'innalzamento postpliocenico che segna l'inizio del Quaternario, determina una *revivescenza*, ossia un'intensa erosione, e nello stesso tempo una *progressione* glaciale. Il ghiacciaio viene occupando la giovane valle formatasi, e la glacializza, l'affonda, secondo le proprie attitudini. Il sollevamento si arresta; sottomette l'abbassamento; il ghiacciaio si ritira e le acque di fondita alluvionano la valle che prima avevano contribuito ad affondare. Così si è formata la prima valle glaciale; essa ha raggiunto uno stadio di maturità che chiude il ciclo.

Sopravviene un nuovo innalzamento, che determina un nuovo ciclo. Nel piano della prima valle glaciale la nuova *gioventù* incide un solco che il ghiacciaio occupa e le fiumane della ritirata glaciale alluvionano nella subentrata maturità.

Così possiamo rappresentarci la successione dei *circhi erosivi*, più o meno lunghi, più o meno incompleti che si sono avvicendati nel quaternario antico, e che si distinguono dai cicli precedenti per la grandissima parte che vi ebbe l'erosione glaciale. L'incompleta conoscenza dei movimenti del suolo non ci permette di stabilire con sicurezza l'età delle interruzioni di ciclo; ad ogni modo, noi tenteremo di rappresentare nella seguente tabella la successione degli avvenimenti orografici di cui abbiamo parlato, avvertendo che essa ha valore solo in quanto giova a dare un concetto ordinato e sintetico dei molti fenomeni che abbiamo preso in esame.

È ovvio osservare che questa alternanza di sollevamenti e di abbassamenti non è in tutto dimostrata, se non si vuole ammettere che il movimento epirogenetico sia provato dall'esistenza stessa dei livelli erosivi da esso determinati. La storia orografica

delle Alpi deve ancora essere scritta, e molto probabilmente non sarà così schematica da lasciarsi condensare in un foglio di carta.

| Livelli erosivi                                         | Età corrispond.                | Movimenti del suolo                                 | Processi erosivi                                                        | Stadio dei processi                  | Cicli erosivi                        |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Alta Montagna m. 4000 3000 e Pianalti.                  | Oligocene                      | Corrugamenti e ricoprimenti orogenici, sollevamenti | Periodi di intensa erosione che conducono alla demolizione della Catena | Alternanze di Giovinezza e Maturità. | Cicli erosivi della fase orogenetica |
| Pianalti e piano m. 2500                                | Aquitaniense                   | Trasgressione marina                                | Terrazzamento marino, alluvionamento                                    | Avanzata maturità e Vecchiezza       |                                      |
| Valle preglaciale, m. 2500-2200                         | Elveziano                      | Sollevamento                                        | Reviviscenza erosiva, affondamento.                                     | Giovinezza                           | Ciclo mio-pliocenico                 |
| Fondo della Valle preglac. (m. 2000) o Valle pliocenica | Pontico                        | Sosta                                               | Meno intensa erosione, ampliamento della valle, alluvionamento          | Maturità                             |                                      |
|                                                         | Pliocene                       | Sosta e trasgressione marina                        |                                                                         | Avanzata maturità                    |                                      |
| Valle e fondo di Valle metri 1500                       | Diluviale antico               | Sollevamento abbassamento                           | Erosione, glaciazione, alluvionamento.                                  | Giovinezza Maturità                  | Cicli erosivi del Quaternario        |
| Valle e fondo di Valle metri 1000                       | Diluviale medio                | Sollevamento abbassamento                           | Erosione, glaciazione, alluvionamento.                                  | Giovinezza Maturità                  |                                      |
| Valle e fondo di Valle attuale                          | Diluviale recente ed Alluviale | Sollevamento abbassamento                           | Erosione, glaciazione, alluvionamento.                                  | Giovinezza Maturità                  |                                      |

La più grave obiezione a questo ipotetico avvicinarsi di alti e bassi nella catena alpina sta nella difficoltà di ricostrurre le corrispondenti linee di spiaggia; così il Pliocene è troppo poco e troppo disformemente sollevato, perchè si possa dire a quale altezza media sia da porsi la spiaggia pliocenica lombarda. Evidentemente ciò dipende dalle irregolarità del sollevamento, che hanno lasciato tracce così sensibili nelle Prealpi (ad es.: nella regione del Garda); mentre sono assai meno rimarchevoli nelle Alpi. A questo punto dobbiamo esprimere la nostra impressione sulle note rotture di pendenza nei laghi e sulla significativa orizzontalità dei

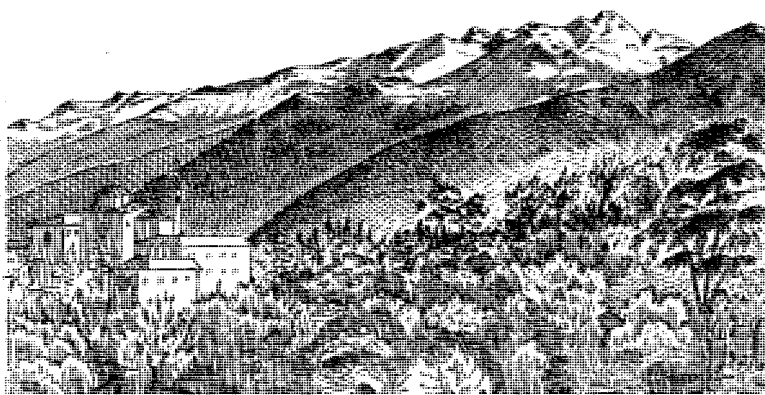


Fig. 23<sup>a</sup> — *Aspetto maturo dei pianalti valtellinesi. Massiccio del Reòrta.*

pianalti in Valtellina; che cioè solo la parte centrale della catena alpina si sia sollevata in modo sensibilmente uniforme, e che le Prealpi abbiano più o meno disordinatamente seguita quest'ascensione, anzi in alcuni luoghi non l'abbiano seguita affatto, così da conservare la spiaggia pliocenica quasi a contatto con la seconda valle glaciale. È noto che spesso i terrazzi si vanno avvicinando nell'ultimo tratto di valle, mentre più a monte sono benissimo distanziati. Da questo punto di vista non dobbiamo aver difficoltà ad ammettere che i laghi possano, sino ad un certo punto, esser valli tettoniche, originate da alcune di quelle fratture, di quegli sprofondamenti che il Sacco ama dipingere nel suo catastrofico « sollevamento postpliocenico », mentre per quanto ci consta dalle osservazioni in Valtellina, i pianalti pliocenici non sono ivi gran fatto disturbati. Così pure non è trascurabile l'osservazione del

Cozzaglio sulle valli tettoniche formantesi negli accostamenti di strutture disformi; il Garda, il Lario, il Verbano sono in parte incassati fra due rive di diversa struttura. Queste incompatibilità strutturali, equivalenti in pratica a vere e proprie faglie, possono aver contribuito a facilitar l'azione erosiva del ghiacciaio, così come determinano in meno vasta scala un gran numero di valli pseudotettoniche, di solchi, di forre, di burroni, che segnano ad esempio il limite fra un ammasso eruttivo e le formazioni scistose, fra gli gneiss e le falde mesozoiche austro-alpine, ecc. Lo stesso Cozzaglio a questo proposito opportunamente richiama l'azione delle acque sottoglaciali, che venne così strenuamente propugnata dal Brunhes; è innegabile che questa circolazione forzata di limo e di ghiaia può aver molto aiutato l'azione erosiva del ghiaccio, pur non essendo ammissibile l'estrema amplificazione della « teoria dei gorghi » alla quale il Brunhes si è lasciato condurre. Una osservazione giustissima di quest'autore non può esser taciuta, riguardando troppo direttamente la nostra valle; egli fa notare che la pendenza delle pareti e lo sviluppo del fondo di una valle non dipende dal *processo*, ma dallo *stadio*, ed in parte anche dalle condizioni della struttura; egli non dice, ma noi possiamo aggiungere che non già il grado di pendenza delle pareti, ma la forma del fondo determina una differenza fra le valli fluviali e le valli glaciali. Possiamo dunque seriamente discutere se la Valtellina sia una valle ad *U*, o a *V*?

Considerato nel suo complesso, un profilo trasversale della Valtellina dà l'immagine di un *V*; ma attentamente osservato, risulta composto di tanti *U* incastrati l'un dentro l'altro, quanti sono i terrazzi orografici della valle; il fondo soprattutto, ampio, sinuoso, foggato a conche, a marmitte, ecc., è decisamente glaciale, come si rileva ad un primo sguardo gettato su una qualsiasi delle conche valtellinesi; un paesaggio ampio, spazioso e pieno di luce, e punto racchiuso fra quelle erte pareti che il nome di *valle* potrebbe far supporre. Senza dubbio, l'argomento più persuasivo che potremmo addurre a favore delle attitudini glaciali, è pur sempre il paesaggio, l'aspetto generale di queste valli alpine; perciò abbiamo creduto opportuno accompagnare la nostra descrizione geografica con alcuni disegni, intesi soprattutto a dare un'idea di quella fisionomia della valle, che le parole invano tenterebbero rappresentare.

*Conclusion.* — Abbiamo dunque descritto la valle seguendo i concetti e la terminologia della geografia fisica; con ciò non abbiamo inteso solamente uniformarci alle moderne vedute geografiche, ma abbiamo seguito una naturale attrazione verso il metodo, che un sommario esame della regione valtellinese, ci faceva sperare fecondo di utili risultati; così abbiamo tentato l'applicazione di quei concetti nudi e schematici, che il Davis ha esposto con cristallina evidenza, ad una regione quant'altre mai complessa ed oscura, senza avvederci di quelle incompatibilità

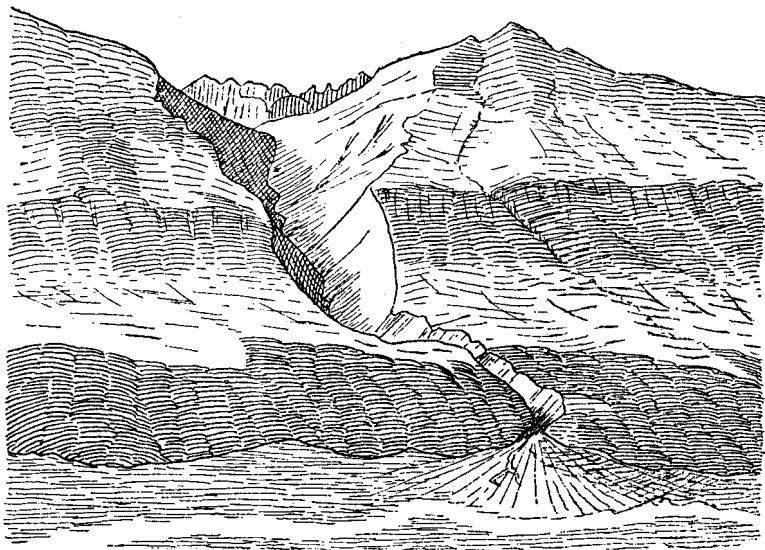


FIG. 24<sup>a</sup> — *Le successive trincee di una valle secondaria (Val Venina) corrispondenti ai terrazzi della valle principale.*

che molti geografi hanno preconizzato; la stessa descrizione del paesaggio alpino, a noi pure parve « cadesse sotto il dominio dei moderni concetti geografici per modo, da non poter essere condotta a compimento senza il concorso di questi ». La spiegazione — per esprimerci ancora con le parole del Davis — « interveniva ad ogni passo nella descrizione, sotto forma di *termini razionali* che presuppongono la conoscenza dei *processi* che hanno dato origine alle forme così determinate ». Pensando alla affermazione spesso ripetuta che i concetti di *ciclo geografico*, di *processo*, di *stadio* sono poco o punto applicabili alla regione alpina, vorremmo

esprimere la nostra opinione, che tale incompatibilità — in senso assoluto — non esista. Lo stesso Davis, al quale farà certamente piacere l'essere un giorno smentito, diceva: « le Alpi presentano interruzioni così recenti, che un osservatore non potrà ivi fare un uso apprezzabile del concetto di *ciclo geografico* ». Noi invece pensiamo che questo concetto sia assai utile, ed in certa guisa indispensabile a chi voglia occuparsi della geografia alpina. Si sono verisimilmente avvicendati su questa regione cicli interrotti alla prima giovinezza e cicli pervenuti ad una estrema vecchiezza; le interruzioni di ciclo, che secondo alcuni frustrerebbero i tentativi dei geomorfologi intesi a ricostruire le vicende orografiche delle Alpi, se pure accrescono le difficoltà, non impediscono ma solamente rendono più variato ed interessante il lavoro; noi pensiamo a questo riguardo che la massa alpina possa essere minutamente e completamente studiata, oltrechè dal lato orogenetico, anche dal lato orografico, e che sia soltanto questione di tempo e di lavoro il giungere ad un risultato definitivo.

Il concetto di *profilo d'equilibrio* può in queste montagne essere egregiamente applicato, ed illustrato con magnifici esempi. In una massa eterogenea per eccellenza e così profondamente scolpita, che reca le tracce di sì grandiosi processi ed ha le forme caratteristiche di tutti gli stadii, il concetto di fiume quale ci è dato dalla geografia fisica — sistema detritico che va scorrendo al piano — si rivela, all'applicazione, in tutta la sua portata; i corsi d'acqua, le coltri alluvionali, le frane, il mantello detritico del monte, formano veramente un sol tutto che noi possiamo chiamare la *valle*. La superficie del nostro pianeta non è d'altronde, per un geografo moderno, che un sistema di valli, mirabilmente intrecciate e sovrapposte; tale è il concetto unificatore che ci darà un giorno la visione sintetica di questo immenso e frammentario mosaico, e che rappresentandoci le unità geografiche come cose viventi una propria vita, rinnoverà senza dubbio e vivificherà la Geografia fisica, che sinora è stata presso di noi una scienza morta.

## BIBLIOGRAFIA.

1. BALTZER A., *Zur Entstehung des Iseosees und Comersee-beckens*, « Zentralblatt für Min. und Palaeont. », Stuttgart, 1902.
2. BALTZER A., *Geologie der Umgebung des Iseosees*, « Geol. und Palaeont. Abhandlungen von Koken », Neue Folge V. Heft 2., Jena, 1901.
3. BRUNHES, *Gorges épigénétiques et barres calcaires dans les vallées alpines*, « La Géographie », 15 luglio 1902.
4. BRUNHES, *De uorticum opera, seu quo modo et quatenus aquae currentes per uortices circumlatae ad terram extendendam operam nauent*, Frib. Helvetiorum, 1902.
5. BRUNHES, *Marmites fluviales et tourbillons*, « Le Globe », Ginevra, 1903.
6. BRUNHES, *Excursion glaciaire du IX Congrès géologique internat.* (Synthèse des recherches et des idées de M. Penck), « La Géographie », 15 dicembre, 1903.
7. BRUNHES, *Sur les contredictions de l'érosion glaciaire*, « Comptes Rendus d. l'Acad. d. Sc. », Paris, 28 maggio 1906.
8. BRUNHES, *Interprétation nouvelle de l'érosion glaciaire*, « Eclogae geologicae helveticae », X<sup>o</sup>, pag. 34, ecc.
9. BRUNHES, *La question du surcreusement et de l'érosion glaciaire*, « Actes de la Soc. helv. des Sc. Nat. », Ginevra.
10. BRUNHES, *Comment creusent les Glaciers*, « Le Globe », Ginevra, t. 46, n. 42, 1907.
11. BRUNHES, *Sur une explication nouvelle du creusement glaciaire*, « Compte rendu de l'Acad. d. Sc. », Paris, 5 giugno 1906.
12. CHAMBERLIN TH., DANA R. SALISBURY, *Geology, Earth history*, (vol. 3<sup>o</sup>).
13. COZZAGLIO A., *Studi di geologia continentale sui laghi di Garda e di Iseo*, « Commentari dell'Ateneo di Brescia ».
14. CURIONI, *Carta geologica della Lombardia*, 1875.
15. CURIONI, *La geologia applicata delle provincie lombarde*, Milano, 1877.
16. DAVIS W. M., *The sculpture of Mountains by glaciers*, « Scott. Geogr. Mag. », febbraio 1906, Edimburgo.
17. DAVIS W. M., *Physical geography*, Boston, London.
18. DAVIS W. M., *The geographical cycle*, « Geogr. Journ. », 1899.
19. DAVIS W. M., *The systematic description of land-forms*, « Geographical Journ. », 1909.
20. DE LAPPARENT A., *Leçons de Géographie physique*, Masson, 1907, Parigi.
21. DE MARTONNE, *Traité de géographie physique, climatologie*, ecc.
22. DOUXAMI H., *La formation des Alpes*, « Bull. de l'Univ. de Lille », etc., n. 2, 1905.
23. FRANCHI, *Sull'età mesozoica della zona delle Pietre verdi nelle Alpi Piemontesi*.
24. GEIKIE, J., *Great ice-age*, D. Appleton & Co., 1895.
25. GENIO CIVILE DI SONDRIO, *Corsi d'acqua della Vall.*, 1896.

26. GERBER ED., *Beiträge zur Geologie der östlichen Kienthaler Alpen*, « Inaug. dissert. Univ. », Bern. et « Nouv. Mem. de la Soc. Helv. des Sc. Nat. », t. XL, livr 2°.
27. HAUG E., *Traité de géologie*.
28. HAUG E., *Sur les racines des nappes de charriage dans la chaîne des Alpes*.
29. HEIM A., *Gneisslappen des Tessinermassivs*, « Viert. naturf. Ges. », Zurich, LI, 1906.
30. ISSEL, *La Liguria geologica e preistorica*, Genova, 1900.
31. W. KILIAN, *Sur l'ancienneté des granites Alps*, « Bull. de la Soc. géol. de France », V, pag. 345.
32. LUBBOCK, *Scenery of Switzerland*, Macmillan & Co., 1896.
33. LUGEON M., *Recherches sur l'origine des vallées*, etc., « Ann. de Géol. », vol. X.
34. LUGEON M., *Les grandes nappes de recouvrement*, etc., « Bull. Soc. géol. France », 1901.
35. LUGEON et ARGAND, *Plis du gneiss des Alpes*, « C. R. Acad. des Sc. », Paris, mai 1905, mars 1906.
36. LUGEON et ARGAND, *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont*, « C. R. de l'Acad. des Sc. », mai 1905, Paris.
37. LUGEON et ARGAND, *Sur les homologues dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont*.
38. MARINELLI O., *Sul concetto del ciclo di erosione, a proposito di una escursione del Davis in Italia*, « Riv. Geog. Italiana », luglio, 1908.
39. MELZI G., *Ricerche microscopiche sulle rocce del versante valtellinese della catena orobica occident.*, « Giorn. di miner. crist. e petr. di F. Sansoni », vol. II, 1891.
40. MELZI G., *Ricerche geol. e petrogr. sulla Val del Masino*, « Giorn. di Min. crist. e petr. di F. Sansoni », vol. IV, 1893.
41. PENCK A., *Ueber Periodicität des Thalbildung*, « Verh. d. Ges. fr. Erdk. zu Berlin », XI, pag. 1884.
42. PENCK und BRÜCKNER, *Die Alpen im Eiszeitalter*, Lief. VI, VII, VIII, Tauchnitz, Lipsia.
43. PENCK, BRÜCKNER, DU PASQUIER, *Système glaciaire des Alpes*, « Bull. Soc. des Sc. Nat. », Neuchâtel, 1894.
44. ROVERETO G., *Geomorfologia* (Studi di), Olivieri, Genova, 1908.
45. ROVERETO G., *Una lettera del Davis sul concetto di « ciclo erosivo » applicato allo studio delle forme glaciali*, « Atti della Soc. ligustica di Sc. Nat. e Geogr. », vol. XVIII, 1907.
46. RÜTIMEYR, *Ueber Pliocaen und Eisperiode auf beiden Seiten der Alpen*, Basel, 1876.
47. SACCO F., *La valle padana*, 1900.
48. SANDBERG C. G. S., *L'âge du granite alpin*, Bibl. Univ. Archiv. Sc. Phys. Nat. », Genève, Juin 1907.
49. SANDBERG C. G. S., *Sur l'âge du granit des Alpes occidentales et l'origine des blocs exotiques cristallins des Klippes*, C. R. de l'Acad. d. Sc. », Paris, avril 1905.

50. SANDER B., *Zur Systematik zentralalpiner Decken*, « Verandl. K. K. geol. Reichsent », n. 16, Wien.
51. SCHARDT H., *Les vues modernes sur la tectonique et l'origine de la chaîne des Alpes* « Conf. Sess. Ann. Soc. Helv. des Sc. Nat. », St.-Gall, 1906.
52. SCHARDT H., *Profil du massif du Simplon*, « Ecl. geol. helv. », VIII, 1904.
53. SEIDLITZ (VON) W., *Sur le granits écrasés (mylonites) des Grisons*, « C. R. Ac. Sc. », Paris, vol. CL.
54. STEINMANN, *Geologische Beobachtungen in den Alpen*, II Ber., « Nat. Ges. », Freiburg, 1905.
55. STELLA A., *Contributo alla Geologia delle formazioni pretriassiche nel versante meridionale delle Alpi Centrali*, « Boll. Com. Geol. », 1894.
56. TARAMELLI T., *I tre laghi*. Studio geologico orografico, Milano, 1903.
57. TARAMELLI T., *Di alcune nostre valli epigenetiche*, « Atti del Congresso geogr. it. », Firenze, 1898.
58. TARAMELLI T., *L'epoca glaciale in Italia*, Estratto Soc. It. progresso delle Scienze, Napoli, 1910.
59. TARAMELLI T., *Carta geologica della Lombardia*, alla scala 1:250.000, Milano, 1890.
60. TARAMELLI T., *Sunto di alcune osservazioni stratigrafiche sulle formazioni precarbonifere della Valtellina e della Calabria*, « R. Istituto Lomb. Sc. e Lett. », 4 dicembre, 1879.
61. TARAMELLI T., *Il gruppo cristallino Albigna-Disgrazia*.
62. TARNÜZZER, *Stratigraphie und Tektonik zwischen Val d'Assa und Piz Lad im Unter-Engadin*, Eclogae, VIII.
63. TERMIER, *Les nappes des Alpes Orientales et la synthèse des Alpes*, « Bull. Soc. géol. de France », s. 4<sup>me</sup>, t. III.
64. TERMIER, *Sur les nappes de la région de l'Ortler*, « Compt. Rend. de l'Académie des Sciences », Paris, octobre, 1904.
65. TERMIER, *Sur la fenêtre de la Basse Engadine*, « C. R. de l'Acad. Sc. », Paris, 1904.
66. TERMIER, *Les Alpes entre le Brenner et la Valteline*, « Bull. de la Soc. géol. de France », s. 4<sup>me</sup>, t. V.
67. THEOBALD, *Carta geologica dell'Engadina*, 1868.
68. TRENER G. B., *Ueber das Alter der Adamelloeruptivmasse*, « Verh. d. K. K. Geol. Reichsanst. », Wien, 1910.
69. VALENTINI C., *Sistemazione dei torrenti e dei bacini montani*, Hoepli, Milano.
70. VISCONTI-VENOSTA F., *Statistica sulla Valtellina*, Milano, 1844.
71. WALTER O. A., *Ueber die tektonische Stellung der Walliser Gneiss-deckfalten*, « Centralblatt für. Min. Geol. Pal. », n. 6, Stuttgart, 1910.
72. WILMER, *Beiträge zur Kenntniss des diluvialen Addagletschers*, « Mitteilungen der Naturforschenden Gesellsch. », september, 1904.
73. ZIEGLER I. M., *Ueber das Verhältniss der Topographie zur Geologie*, Zürich, 1876.