

II. — COMUNICAZIONI E RELAZIONI

La catastrofe del Monte Bianco e del Ghiacciaio della Brenva

del 14 e 19 Novembre 1920 (1)

Nota del Socio Prof. UBALDO VALBUSA

5. LE VALANGHE DELLA MORENA DESTRA, LO SBARRAMENTO DELLA DORA E L'ALLAGAMENTO DEL PERTU. — È questo il lato del maggiore sconvolgimento fuori del ghiacciaio, per il quale si ebbero i maggiori danni, la notorietà, la ripercussione nel pubblico.

Già ho accennato che la frana-valanga caduta il 14 novembre, giunta sulla lingua inferiore del ghiacciaio, stante la convessità della conoide sotto la Pierre à Moulin e quella del ghiacciaio ricostituito sotto di essa si biforcò, dando a destra un traboccamento che, scendendo sul pendio morenico esterno e poi nella conversa tra questo e il piede delle rocce del contrafforte di Pétéret, si trasformò in nuova valanga. Questa prima valanga dell'estrema destra all'attacco è l'unica che, per quanto poi sia rimasta contigua alle altre, abbia conservato specialmente alla fine la sua propria individualità, col suo liscione centrale ben segnato, con sue proprie digitazioni al suo termine nel bosco sino a pochi metri dal canale della sorgente La Gorge. Essa però non ha nulla di veramente segnalabile. La sua individualità è stabilita anche in grazia ad una specie di oasi di bosco di forse una trentina di alberi, sulla sua sinistra a circa tre quinti della sua lunghezza dal ciglio superiore della morena, alberi rimasti in piedi perfettamente incolumi a separarla nettamente prima della sua suddivisione terminale dal resto della superficie morenica coperta poi dal ghiacciaio. Questi caratteri risultano dalle vedute.

In continuazione di questa valanga del 14 novembre, il traboccamento del ghiacciaio determinato dalla quarta ed ultima caduta del 19 novembre produsse su tutto il fianco esterno della morena destra, per la lunghezza di circa un km., una serie di valanghe contigue,

(1) Continuazione e fine, v. fascicolo precedente.

fuse, sovrapposte, intrecciate, insomma una colata in definitiva unica, larghissima rispetto alla lunghezza, che coprì abbastanza uniformemente la morena nella parte franosa come nella parte boschiva, sino a dove verso la fine della morena il bosco si faceva rado. La foresta fu rasa al suolo e travolta sino al piano del Pertu, presso le case, presso il canale La Gorge, ecc.

Si può assegnare alla colata una lunghezza di circa metri 500, ossia metà della larghezza, e così il tratto da essa ricoperto sarebbe di circa mezzo kmq. Essendo poi metri quattro una cifra che crederei accettabile come media prudentemente adeguata per l'altezza di questo deposito, che è quasi metri zero sulla parte superiore del pendio morenico, ma raggiunge in basso nel piano in più punti i 10 metri, e molto più ancora al suo estremo S.E. col quale sbarrò la Dora (colmandone l'alveo incassato ad un livello superiore al piano del Pertu tanto da allagarlo abbondantemente), il volume suo risulterebbe di circa 2.000.000 di mc., ghiaccio naturalmente per la grandissima parte.

Va calcolato verso l'alto quasi zero il deposito perchè, se ai primi momenti appariva tutto ghiaccio, come è anche registrato dal bianco uniforme delle fotografie, si trattava in realtà solo di un lastrone molto sottile analogo perfettamente a quello che sopra notai avere verniciato rocce, detriti e zolle nella escursione di ritorsione della grande valanga fuori della sinistra del ghiacciaio sul fianco del Mont della Brenva. Nel sopralluogo del 9 dicembre potei constatare che tutta questa parte alta della morena si era già scoperta dal ghiaccio per l'azione intensissima del sole, lasciando apparire il giallo dei cespugli bassi e delle foglie di larice del fondo del bosco già tornato a giorno, nonostante che tra il 19 novembre e il 9 dicembre fossero caduti due piccoli strati di neve di circa una decina di cm. ciascuno e che fusero al sole oltre al ghiaccio. Ho potuto constatarlo solo a vista e non andandovi sopra effettivamente, perchè da tutta la lunghezza del ciglio superiore dal deposito di materiale spesso circa una decina di metri e tagliato verticale sul ciglio stesso, come dal sottostante pendio che sgela e gela è un continuo e pericoloso ruzzolare di massi; ma la vista basta e le fotografie conservate perfettamente lo provano al confronto. Questa fusione così rapida non deve sembrare strana anche nella stagione invernale. L'azione solare quando il cielo è veramente limpido è intensissima, ed essendo allora anche l'aria molto secca non provoca solo fusione quanto una vera e rapida sublimazione, per la quale ghiaccio e neve sfumano assai rapidamente

(vedi il mio recente scritto: « Meteorologia alpina e Industria idroelettrica » in *Bollettino della Società Meteorologica Italiana*, serie VI, vol. 39, pag. 42). Anche di ciò ho i seguenti documenti fotografici ritratti il 21 novembre stesso proprio presso il Pertu. La valanga caduta dopo le ore 16 del 19 fu avvolta per tutta la fredda giornata del 20 da nebbia fitta che conservò uniformi i blocchi di ghiaccio, con tutte le asperità in tutte le direzioni; il 21 fu splendido, caldissimo, ma il sole non mandò i suoi raggi sul fondo della Val Vèni che circa tra le 12 e le 16 in causa dell'ombra del contrafforte del Mont Chetif; ebbene a sera i blocchi di ghiaccio rimasti in ombra erano come sopra ho detto uniformi; invece quelli dardeggiati dal sole perpendicolarmente in queste quattro ore si erano consumati, smussati con estrema evidenza dalla parte ad esso rivolta per la profondità di cm. 6 circa, come attestano le spie delle creste, delle sporgenze rimaste sulla superficie consumata ed aventi in testa un fuscello o una pietruzza, e, come nella « neve penitente », rivolte verso il sole, qui quasi esattamente orizzontali per la sua poca altezza, poco cambiata in quelle poche ore immediatamente pomeridiane.

Più sopra ho detto che la formazione di tale larga e breve valanga multipla è dovuta al traboccamento dei depositi già stanti sul ghiacciaio. Devo aggiungere che il traboccamento fu anche abbastanza tranquillo, perchè, per quanto dal salto della Pierre à Moulin e più ancora dalla riflessione contro il pendio del Monte della Brenva sulla destra del ghiacciaio, le valanghe siano scese in vertiginosa volata, trovarono sotto per circa un chilometro lo spazio della lingua pochissimo inclinato (m. 300 su 1300) atto a far da freno, tanto più perchè sopra le valanghe vi incontravano il potente attrito dato dalle grandi irregolarità dei precedenti depositi già rappresi in massa unica, irregolarità da colmare, da spezzare, da rimettere in moto. Solo le pietre che potevano liberarsi dalla massa del ghiaccio anche qui, come al salto della Pierre à Moulin, ne balzarono fuori prima, cadendo in piena foresta. Tranquilla, relativamente s'intende, fu anche la discesa lungo il pendio della morena, perchè non poteva d'un tratto accelerarsi la corsa dei materiali la quale aveva prima altra direzione. Dopo vi era la foresta da abbattere; e questo lavoro, nuovo potente freno, si fece progressivamente e pure con una relativa lentezza, proprio e solo per la pressione delle digitazioni e della fronte delle colate, non per il soffio che non le precedeva, come accade nelle valanghe consuete che scendono per lunghi pendii. E la

prova si ha nello stato delle piante, rimaste o rotte e sommerse, quasi avvolte in una mostruosa fascina appena davanti il deposito glaciale, oppure intere, nei rami e nelle punte, proprio di contro al più prossimo deposito e tra le sue digitazioni, come se tanto sconvolgimento non le avvicinasse e circondasse per nulla. (V. fot. n. 8, 9 e 10).

L'ottennebramento fittissimo del cielo sopra il Pertu, che precedette e accompagnò l'ultima caduta, fu dovuto al soffio potentissimo prodottosi nel percorso del salto della Pierre à Moulin e del Monte della Brenva, e poi espansosi in quella direzione sulla lingua del ghiacciaio, e diffuso negli strati d'aria superiori sino a portare la polvere sotto il colle di Checouri. Da questo strato superiore d'aria polverosa il debole soffio, che fu pure prodotto dalla pressione della breve caduta della valanga per la morena, aspirò dall'alto in giù aria torbida e polverosa che aumentò, rese completo anche in basso l'oscuramento.

Lo sbarramento della Dora fu esteso, come già si è accennato, per la lunghezza di circa 300 metri del suo alveo, da poco sotto il ponte del Pertu sino poco dopo l'ansa che il torrente fa verso N.O. Nella parte superiore il riempimento dell'alveo nella parte più bassa della curva, che faceva risalendo sulla parete opposta sino a coprire la mulattiera del Pertu, era di un paio di metri superiore al piano del Pertu; da questo punto, sebbene di maggior potenza, poichè l'alveo della Dora progredendo si abbassa e s'incassa sempre più, la sua superficie superiore era piana per metà del tratto e poi essa stessa in molto sensibile discesa.

Lo sbarramento del torrente non fu completo, ossia l'acqua fu bensì trattenuta, e perciò si dovette alzare allagando, ma sotto continuò a scorrere in parte, torbidissima, come ben si comprende, e quasi dissimulata tra i ciottoli ed i massi. Infatti lo sbarramento avvenne circa le ore 16 del giorno 19; io partito da Aosta alle ore 16 del giorno 20 in compagnia del geometra Cardini della Società Ansaldo, il quale con me osservò, potei vedere l'acqua della Dora, che prima era limpida come porta la stagione, mostrarsi invece torbida, lattescente, in modo assai sensibile già al ponte di Villeneuve, e torbida mantenersi sino a Courmayeur; mentre, solo al mattino inoltrato del successivo 21, per il lavoro assiduo di una cinquantina di braccia, si apriva al sommo dello sbarramento il varco, il quale poi dalla stessa acqua, per la sua temperatura di più gradi sopra lo zero (specialmente per il tributo copioso delle sorgenti come

la Gorge), era approfondito sino ad abbassare verso sera il lago improvvisato di circa un metro, con grande riduzione in estensione.

L'allagamento andò aumentando sino al mattino del 21; cessò la sera del 22 e così questa ripetizione inferiore del lago di Combal ebbe in tutto la vita di tre giorni, invadendo completamente la segheria, il terreno degli *châlets* del Pertu e giungendo solo presso la palazzina Makenzie.

* * *

6. LA VALANGA TRABOCCATA A SINISTRA. — La biforcazione sinistra della prima caduta, formatasi a valle della conoide sotto la Pierre à Moulin, continuò la sua corsa verso la morena sinistra, la sorpassò su una larghezza di circa metri 200, e, abbattendone la foresta, si versò nel valloncetto esterno, costituendovi una tipica valanga di circa metri 1000 di lunghezza e perciò colla sua fronte fermatasi dinnanzi agli *châlets* della Brenva. Tale punto d'arresto è presso a poco sulla stessa linea dell'arresto dei depositi rimasti da tale lato sinistro sulla lingua del ghiacciaio (V. le fot. n. 10 e 14). A destra del traboccamento rimase un'oasi di bosco, isolata a valle da altra piccola colata.

La potenza di questo deposito sinistro mi pare possa calcolarsi a circa 400.000 mc. Una cifra più alta mi parrebbe imprudente, perchè, specialmente nella parte superiore, esso deposito è stretto, ed anche poco alto, scivolato via. La larga superficie che la fot. n. 14 mostra sotto la morena è la solita placca ghiacciata di piccolo spessore.

Questa valanga è molto interessante, nonostante la sua non grande potenza, per il lungo percorso fatto in un valloncetto così poco pendente. Ciò si spiega prima di tutto col fatto che non si tratta di neve impastata ma di blocchi di ghiaccio, a questo punto già resi tondeggianti e quindi facili a slittare e sgusciare tra loro in ogni modo. Poi coll'altro fatto che il versamento avvenuto nell'alto del valloncetto angusto, chiuso da tre pareti ripidissime (quella della morena, le roccie ultime del Monte la Brenva, il ripidissimo canalone del Loei), giungendo subito ad un alto livello, con questo ottenne la pendenza che occorreva perchè il materiale di ciottoloni di ghiaccio si rovesciasse da sopra, sgusciasse slittando da sotto, per lasciare la direzione trasversale alla morena e prendere quella parallela, costituendo col progredire della sua parte anteriore quel magnifico alveo lisciato, in cui la massa seguente e maggiore procedette poi slittando, e, uscendo persino da questa e quella stretta di tronchi

d'albero o di massi del fianco come da una filiera, lisciandosi pure e giungendo tanto innanzi.

Interessa ancora il fatto che nella placca ghiacciata che vernicia per così dire la morena al versamento si vedono numerose e profonde screpolature avvenute dopo, e precisamente coll'ultima caduta del 19, la quale, insinuando del nuovo materiale tra l'interno della morena ed il ghiacciaio, fece subire al materiale stesso una poderosa laminazione, facendolo sgusciare in blocco sagomato e liscio a valle, facendone traboccare per di sopra di nuovo qualche poco, ma soprattutto sforzando a fondo la morena stessa che, pur resistendo, si sformò sotto la crosta di ghiaccio della prima caduta e la screpolò (V. fot. n. 16). E tale sforzo, così documentato dalla crosta ghiacciata, è molto importante, anche perchè corrobora perfettamente quanto più sopra espressi per spiegare il tratto esterno franoso e non boschivo della morena di destra. È un peccato che di tutti questi fatti non mi sia concesso per esigenza di spazio e di spesa, di presentare le fotografie documentarie che possiedo.

* * *

7. NEL BACINO DI FRESNAY — Era corsa voce nella valle che si fossero verificati dei mutamenti notevoli anche nel bacino di Fresnay, contiguo a quello della Brenva, da cui è, come sappiamo, separato per mezzo del contrafforte di Pétérét.

Il 9 dicembre in compagnia del direttore degli Stabilimenti Ansaldo di Aosta e della guida Alessio Brocherel, praticissimo dei luoghi, ho potuto verificare, salendo oltre alla Visaille sopra la morena del Miage, che nulla vi era di mutato e di notevole. Solo nell'alto sulla piccola formazione glaciale che, sospesa sopra il vero ghiacciaio di Fresnay, si appiccica sul lato ovest del colletto di Pétérét salendo verso la spalla della quota 4381 in direzione del Monte Bianco, si vedeva, secondo la linea di massima pendenza, una striatura azzurro-cupa, senza dubbio alcuno solco nel ghiaccio. Poteva essere stata prodotta dalla caduta di un masso, o essere una crepaccia formatasi per un movimento della roccia sottostante verso il bacino della Brenva. Più probabile assai apparve dalla discussione la seconda che non la prima ipotesi, cosa che perciò non escluderebbe la possibilità di qualche altra caduta, o, per intanto, almeno la sua preparazione, ciò che non significa ancora il soprastare di un pericolo

che possa destare apprensione. La risposta al dubbio sarà data dall'avvenire forse lontanissimo, se non dalle osservazioni successive, perchè potrebbe darsi che, arrestandosi il movimento e riempiendosi di neve il crepaccio, già da quest'anno non fosse più possibile osservare altro anche sul sito.

* * *

8. DANNI E PERICOLI. — Non essendovi vittime i danni sono solo materiali.

Per le valanghe di destra gli abitanti del Pertu ebbero soltanto panico, l'incomodo dello sgombero per un giorno, lo sconquassamento di una baracca di legno. Più grave certo è l'abbattimento del bosco. Era bello assai, ma non grande. Fu avanzata dai giornali per il danno la cifra di L. 800.000; a pratici del sito pare di poterla ridurre alla metà o poco più. Colla fusione del ghiaccio il legname tornerà poi a giorno al massimo tra due anni, e verrà ricuperato, stroncato e spaccato irregolarmente, ma solo deprezzato, e non ridotto a sola legna da fuoco.

Si è pianto molto sul lato estetico della perdita della splendida attrattiva del Pertu, e sul deserto che apparirà al luogo del bosco poetico e misterioso col restare dei massi alla scomparsa del ghiaccio. Sono tante le bellezze del sito che la devastazione grandiosa aggiungerà, senza togliere bellezza all'insieme, una nota di contrasto selvaggio, non senza suggestione anche sui più ignoranti. Già appare la morena fuori dal ghiaccio verso l'alto; presto cesserà dalla fronte rotta del deposito sopra il ghiacciaio, e sospeso sul ciglio della morena, il precipitare dei massi, perchè tale fronte presto arretrandosi diventerà innocua; la caduta dei massi anche ora è pericolosa solo lungo il pendio, perchè essi si fermano sotto di essa lontano dall'abitato; le pietre non tarderanno molto a coprirsi di muschi e di licheni; ricresceranno tra esse le erbe, i cespugli e le conifere e così i figli o i nipoti riavranno il bosco come il precedente che era cresciuto sulla già squallida morena. Del resto gli albergatori sanno che avvenimenti di questo genere fanno sempre del bene alle tasche loro e di tanti altri, e nessun inno alla bellezza del Pertu elevato da chiunque si voglia, avrebbe attratto nel mondo tanto la curiosità, e fatto al Monte Bianco, alla Brenva, al Pertu, a Courmayeur e alla valle di Aosta tanto fruttuosa *réclame* come la catastrofe. Lo confermerà il pellegrinaggio estivo, già ora cominciato anche da lontano, a questo scopo soltanto.

Della valanga di sinistra a tal proposito di danni non val la pena di parlare.

Il pericolo di altre frane, e quindi di valanghe, anche per quanto ho notato sopra per il bacino di Fresnay, non è punto sicuro. Forse valanghe di neve potranno staccarsi dal Monte della Brenva e giungere attraverso il ghiacciaio sino a coprire il ghiaccio del deposito del Pertu; ma, se vi giungeranno, troveranno molto maggiore difficoltà di quando il ghiacciaio era liscio, e vi moriranno in gran parte sopra, o almeno giungeranno morte sul ciglio della morena, traboccando tranquillamente, con un bis della caduta della frana, ma con minore capacità di procedere oltre.

Fu prospettata dai giornali la possibilità di franamenti nello sbarramento del fiume, conseguenti depositi di acque, seguiti da squarcamento della diga colla produzione di una ondata devastatrice giù pel corso del fiume. La Società Ansaldo, troppo interessata con tutti gli impianti che ha lungo la Dora, sino ad Aosta, ha provveduto a verifiche. Le preoccupazioni sono effetto della prima impressione. Infatti il vero sbarramento del fiume per la sua lunghezza; per la sua poca altezza; per essere già oggi divenuto inferiore al piano del Pertu; per non poterlo più eguagliare e tanto meno sorpassare con qualsiasi franamento nuovo dei suoi fianchi; per essere inclinato, senza ripiani e conche, non è tale da permettere la formazione a tergo di una notevole sacca d'acqua e non è quindi squarciabile. Del resto quando il ghiacciaio della Brenva giungeva in passato ad uno sviluppo da risalire sul fianco destro della Val Vèni incontro la Chiesa di Nôtre Dame de la Guerison (nella carta dell'I. G. M. è segnato il nome più antico di N. D. du Berrier) alla quota di m. 1434, la Dora era sbarrata bensì, ma passava sotto allo sbarramento tranquillamente e senza inconvenienti (vedi Sacco, op. cit.). Ora la Dora si sta affondando nello sbarramento glaciale sino al primitivo letto, e, raggiuntolo, passerà sotto come dappertutto i torrenti passano sotto ai cumuli delle valanghe che ne sbarrano il letto.

Un pericolo vero si avrà nell'estate del 1921, ed anche dopo, per chi voglia percorrere il ghiacciaio nella parte sottoposta ai depositi, o soltanto percorsa dalle valanghe. Dappertutto si avrà frequente facilità di slittamento e caduta di pietre di ogni dimensione; dappertutto vi sono ponti che dissimulano crepaccie prima visibili e che potranno sprofondarsi. Perciò dovrà usarsi la massima cautela da parte degli alpinisti e delle guide.

* * *

9. CONSEGUENZE ED INDUZIONI SUL GHIACCIAIO. — Senza confronto più importanti sono le considerazioni scientifiche sulle conseguenze dell'accaduto per il bilancio glaciale e gli altri fenomeni del ghiacciaio. Brevissimamente vi accenno.

Coi due traboccamenti di destra e di sinistra ho sopra calcolato che siano caduti fuori del ghiacciaio mc. 2.400.000. Questa è una vera perdita per il ghiacciaio e una ablazione meccanica violenta che lo ha amputato. Per valutare il fatto al vero, rispetto al bilancio glaciale, occorre pensare alle precipitazioni che lo alimentano e al deflusso che se ne ha.

Per l'alimentazione applico un dato simile a quello della precipitazione del Piccolo e del Gran S. Bernardo colle quote rispettive di m. 2158 e 2468, le quali corrispondono circa al centro del ghiacciaio, adottando il valore di mm. 1300 annui avutisi ad esempio nel 1917. Considerando tutto il bacino di 12 kmq. si hanno perciò mc. 15.000.000 circa e così la perdita sarebbe di un sesto circa della precipitazione annua.

Il deposito sulla lingua inferiore del ghiacciaio abbiamo calcolato sopra in mc. 4-5.000.000. Questo materiale non è perduto per il ghiacciaio, ma però è trasportato in una zona inferiore alla primitiva, e dove l'ablazione è senza confronto più forte di quella della regione da cui è stato tolto.

Disgraziatamente non si hanno misure sulla portata del torrente glaciale, e senza dubbio sarebbe anche difficile stabilirle sia per la natura del letto dell'emissario e dei suoi rami minori alla porta, sia perchè certo si hanno, specialmente verso la morena destra delle piccole correnti che vanno in Dora più o meno dissimulate. Facendo una valutazione ad occhio, compensatrice fra estate e inverno, per un calcolo grossolanissimo e per facilità di conteggio adottato ad esempio l. 200 al m."

Con ciò l'efflusso totale annuo visibile (tolto il subalveo e la evaporazione) sarebbe di mc. 6.500.000 circa, con tutta probabilità inferiore al vero, tanto più paragonato colla precipitazione calcolata in circa 15.000.000 di mc., alla quale pure va aggiunta l'acqua di condensazione, sulla quale sarebbe assolutamente impossibile supporre con qualche fondamento un dato. Però dobbiamo pensare alla copiosa sorgente « La Gorge », la quale non può a meno di essere alimentata

dalle correnti submoreniche del ghiacciaio, e non solo dallo scolo del piccolo bacino di Combalet.

Ad ogni modo il ghiaccio caduto fuori sarebbe circa un terzo della portata annua, la quale poi sarebbe eguagliata grossolanamente dal totale della massa glaciale divallata e rimasta dentro o caduta fuori.

Anche avendosi misure di portata non si dovrebbe aspettarsi per l'avvenire di vederla aumentata, perchè col divallamento del ghiaccio non è aumentata la superficie del ghiacciaio in contatto coll'esterno, ma è rimasta sì può dire eguale, sia sopra dove il ghiaccio è stato asportato, sia sotto dove è stato aggiunto.

Non la stessa cosa deve dirsi del movimento del ghiacciaio. Nel 1921 e forse anche nel 1922, e dopo, almeno in parte la lingua del ghiaccio ora esistente sarà risparmiata completamente dalla ablazione, che si farà invece sentire solo sul ghiaccio di copertura. Questa ablazione metterà a giorno il materiale roccioso compreso nel ghiaccio e verrà così a costituire una copertura assai più valida della scarsa morena superficiale prima esistente, contro il sole per la fusione, contro l'aria per l'evaporazione e la condensazione, in modo che a copertura morenica superficiale ben costituita dovrebbe corrispondere una sensibile diminuzione di portata dell'emissario, fino a quando tutto il materiale ricoprente fosse portato alla fronte e scaricato e quindi un progresso ulteriore della fronte maggiore dell'attuale e non imputabile alle cause generali, bensì alle suesposte cause particolari della Brenva.

Dopo scaricata la copertura morenica, dovrebbe riprendersi una ablazione più copiosa, un aumento di portata, un regresso o arresto della fronte, anche perchè il materiale asportato dalla parte alta del ghiacciaio avrà portato una minore alimentazione della seraccata, e quindi della lingua glaciale.

Queste le supposizioni; ma come i fatti del ghiacciaio interferiranno con gli elementi del clima? Comunque è certo che mai come ora lo studio della Brenva, e la sua comparazione con i ghiacciai vicini appare importante, e perciò saranno preziose le ultime documentazioni di posizione di quest'anno: quelle geodetiche del prof. Silvestri e quelle fotografiche mie.

Infine grande importanza avrà, per lo studio delle stratificazioni del ghiacciaio inferiore, la incorporazione in esso della morena, la quale sarà in questo e nei prossimi anni superiore al normale. Come

pure l'inclusione e la sovrapposizione di questi materiali al ghiacciaio segnerà una data, che, col loro futuro riapparire, servirà ad eccellenti osservazioni e determinazioni di velocità.

* * *

10. OSSERVAZIONI PARTICOLARI. — È un fatto assai notevole la caduta di una così grande valanga di ghiaccio e pietre, e tanto maggiore è la fortuna di averla potuta studiare subito. Perciò i rilievi fatti, e non più ripetibili in seguito, parmi utile che siano subito esposti brevissimamente, anche se hanno interesse più particolare per la glaciologia, per la dinamica del ghiacciaio, che non per la descrizione essenzialmente morfologica del vario complesso geografico dei fatti accaduti.

La enorme valanga di ghiaccio in tutte le sue parti si è comportata come le valanghe di fondo primaverili. Ossia il ghiaccio si è ridotto alle condizioni della neve bagnata, e si è come essa appallottolato in ciottoli più o meno grandi. Ciò fu dovuto non solo a scheggiamento, ma anche a sopraffusione, in seguito alle forti pressioni sugli spigoli. Però tale comportamento si è limitato all'atto dello scendere; fatti speciali hanno accompagnato la valanga ben diversi da quelli che avvengono nelle valanghe primaverili.

La sopraffusione per pressione, ed il rigelo immediato per la pressione diminuita, anche bruscamente, nei fenomeni glaciali hanno portata assai più vasta che non a spiegare la relativa plasticità del ghiacciaio nel suo complesso. Infatti: 1° le grandi masse slittanti sul ghiacciaio e in sopraffusione al contatto del ghiaccio, nel passare sopra le crepaccie, rigelando da sotto perchè da sotto liberate dalla pressione per il vuoto delle crepaccie, vi costrussero dappertutto dei ponti di copertura insieme ai blocchi potuti entrare; 2° lo slittamento delle masse sopra il detrito, sopra le rocce o le zolle, sia nel passare sopra la morena destra e sinistra, sia nella escursione fuori del ghiacciaio, vi costruirono quella crosta sottile verniciante, che, appena liberata dalla pressione, rigelò conservando le levigate superficie di slittamento, con le relative striature, e tutti i residui lasciati indietro, pietre o blocchi di ghiaccio, rimasero appiccicati e facenti corpo con la crosta, anche nei punti di equilibrio poco stabile per grande inclinazione; 3° i riempimenti a rinzafo degli anfratti, descritti e illustrati con la fotografia, prodotti dal premere della valanga in moto nella sua riflessione contro le rocce verticali di sinistra

impastati per sopraffusione al passaggio della valanga, appena liberati rimasero in piedi verticali per l'immediato rigelo in forme e posizioni che sarebbero impossibili per un materiale incoerente e pesante; 4° il liscione che forma le faccie dell'alveo di slittamento si costituisce per sopraffusione verso la valanga in moto dello strato dei pezzi di ghiaccio trattiene per l'attrito del terreno, roccia o detrito; 5° il fatto che le pietre grandi e piccole sino al fondo delle valanghe rimanevano esterne ed erano verniciate da uno strato di qualche centimetro di ghiaccio unito ma misto di frammenti diversi, tenendo sospese, sporgenti anche pietre non piccole, è pure dovuto a materiale sopraffuso e subito rigelato appena la pietra è rimasta fuori capovolgendosi, o perchè ciò che la copriva era passato via; 6° le masse di ghiaccio in frantumi, mucchi, cordoni, ecc., rimasero subito rapprese fin nell'intimo appena si fermarono, costituendo quasi un corpo continuò per quanto eterogeneo. Tutti questi fatti con la neve non avvengono: se è asciutta, polverosa, tale rimane nel rimescolamento della valanga per la presenza della molta aria frammistà; se è bagnata si tratta di rimescolamento ed impastamento, evidentemente senza possibilità di concrezionamento in massa, perchè la presenza dell'acqua significa temperatura di fusione con impossibilità efficace di rigelo. Avvennero qui perchè il ghiaccio caduto era almeno a qualche grado sotto lo zero, e, pur potendo sopraffondere alla pressione, rigelava appena libero.

I liscioni e le superficie di slittamento formanti l'alveo in cui scivola la massa della valanga, sono formazioni della parte di essa di poco successiva alla fronte, e, perfezionate da tutto il resto della stessa colata che sopra vi scorre, non sono il prodotto di escavazione dello scorrimento di masse successive e dentro depositi preesistenti. Con ciò non si nega che i successivi versamenti non si avviino per il canale già costruito, aggiungendovi e togliendovi, modellandosi, ma non scavandoselo tutto *ex novo*. La valanga di sinistra di ciò ha offerto stupendi esempi: peccato che le ragioni di spazio e spesa con consentano la riproduzione di fotografie. Ne dà esempio anche la bella fotografia del Brocherel [unita sulla *Illustrazione Italiana* a quelle della Brenva, senza che sia della Brenva come egli lascia comprendere, pur presentando la escavazione come fatta « in un precedente deposito ».

Aosta, dall'Osservatorio Ansaldo, dicembre 1920-gennaio 1921.