

AP. DESIO

ESTR. 7 28C

0007

LEONARDO RICCI



PRIME OSSERVAZIONI FISICHE

SUL

GHIACCIAIO DEL TROBIO

(ALPI BERGAMASCHE)

ESTRATTO DALLA RIVISTA GEOGRAFICA ITALIANA
ANNO XVIII. — Fascicolo V. — 1911.



VII-28C

FIRENZE

TIPOGRAFIA DI MARIANO RICCI
Via San Gallo, N.° 81

1911

VII-28c

LEONARDO RICCI



PRIME OSSERVAZIONI FISICHE

SUL

GHIACCIAIO DEL TROBIO

(ALPI BERGAMASCHE)

ESTRATTO DALLA *RIVISTA GEOGRAFICA ITALIANA*
Anno XVIII. — Fascicolo V. — 1911.



FIRENZE

TIPOGRAFIA DI MARIANO RICCI
Via San Gallo, N.° 81

1911

La zona montuosa compresa tra il Pizzo del Diavolo di Tenda e il Pizzo Torena, la sezione più alta delle Alpi Bergamasche, culminante con tre cime al di sopra dei 3000 m., ospita un notevole numero di piccoli ghiacciai di second'ordine, in tutto circa 25, tra i quali è considerato come principale (1) quello che gli alpigiani del luogo denominano *Vedretta del Trobio*, situato al piede settentrionale delle cime del M. Gleno. Veramente un altro notevole ghiacciaio del gruppo compete col Trobio in dimensioni ed importanza, la *Vedretta di Scais* o *Vedrettone*, dotata tra altro anche di una spiccata diffidenza nella valle del Lazzer (Serio) e in quella di Scais (Adda valtellinese). Ma resta ad ogni modo al Trobio il primato tra i ghiacciai (o *vedrette* come sono localmente designati) del versante meridionale, situati tutti in Val Seriana, e a più forte ragione tra quelli affluenti al caratteristico ed ampio circo della Conca del Barbellino (m. 1800), dal cui ciglione il Serio precipita a Bondione formando le celebri cascate.

Per questa sua qualità e fama feci per il primo il Trobio fin dal 1901 oggetto di ricerche, che negli anni successivi

(1) Vedi ad es. nella *Guida Alpina alle Prealpi Bergamasche*. — Milano, Hoepli, 1900.

andai poi estendendo agli altri ghiacciai del gruppo, e vi apposi dei segnali per lo studio delle variazioni (1).

Invertendo l'ordine logico della trattazione, che porterebbe a far precedere lo studio generale di situazione, forma, alimentazione del ghiacciaio a quello dei suoi movimenti e variazioni, do qui notizia di una ricerca compiuta nel decorso sessennio per determinarne la velocità, riservandomi di esporre più ampiamente a suo tempo in altro scritto di maggior estensione e d'indole complessiva i dati topografici, morfologici e idrografici da me raccolti sui ghiacciai tutti della regione.

Per lo scopo di questa nota basterà accennare che la Vedretta del Trobio, così denominata dalla *torbidità* costante dell'emissario, in contrasto con l'abituale relativa limpidezza degli altri corsi d'acqua del Barbellino, è formata dalla confluenza di due ghiacciai, la *Vedretta del Gleno* e la *Vedretta dei Tre Confini*. La prima è più che altro un ghiacciaio di *falda* che dalla Bocchetta dei Gleni, alta 2830 m. (aneroidi) e dall'altra sella ghiacciata come la precedente, la *Bocchetta del Trobio*, alta 2750 m. (aner.), con un pendio ripido nella parte superiore dai 25° ai 30°, poi di appena 15° circa, per riprendere a 28° circa vicino a un tratto di cresta trasversale, lungo 70 m., che emerge dal ghiaccio, confluisce a circa 2550 m. (aner.) con la vedretta dei *Tre Confini* o Trobio propriamente detto.

Il circo, di cui questo occupa tutto il fondo, è limitato a Sud dalla cresta che unisce il Gleno (2883) al Pizzo Tre Confini (2824) e a Ovest dalla ripidissima parete del Recastello (2888), mentre la sponda orientale, meno ripida e coperta in gran parte da detriti di falda, scende dal Costone (2836) e in parte è occupata dal ramo del Gleno.

Il punto più alto della Vedr. dei Tre Confini dev'essere a circa 2755, e soltanto il tratto più vicino a questo stimo superi l'inclinazione di 20°; il resto del ghiacciaio è poco inclinato, dai 10° ai 15°, tranne un leggero salto subito sotto la confluenza della Vedr. del Gleno e l'unghia estrema della

(1) Di alcuni risultati riguardo allo spostamento delle fronti è data notizia nei *Rapporti della Commiss. Internaz. dei ghiacciai*, dal 1906 in poi.

fronte, la quale a seconda delle annate presentò un'inclinazione varia dai 18° ai 30°.

Vedr. del Costone	M. Costone 2883	M. Gleno 2852 2883
-------------------------	--------------------	-----------------------

Pizzo dei tre Confini	Pizzo Reca- stello
2824	2898

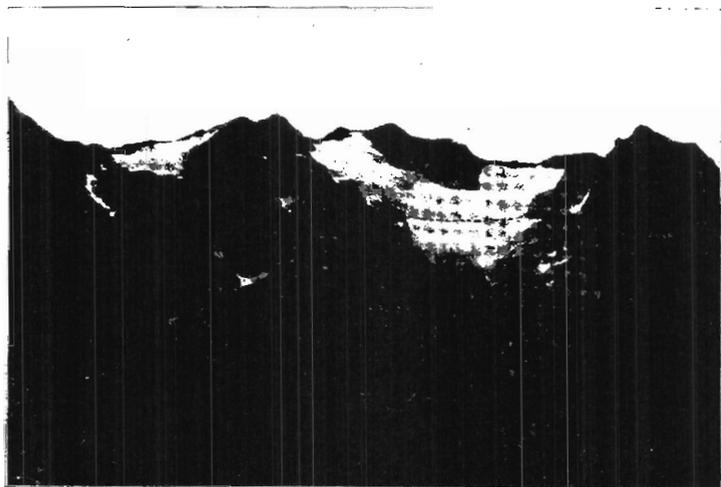


Fig. 1. — La Vedretta del Trobio dal Passo di Malgina (2763 m.).

Fotografia del 17 settembre 1905.

(È indicata la trasversale lungo cui fu disposta la serie di sassi nel 1034 e rinnovata nel 1910).

La conformazione complessiva del ghiacciaio, la sua orientazione a nord-ovest e nord-nord-ovest, la concavità trasversale, costante nel Trobio proprio, quasi mancante nel ramo del Gleno, l'andamento altimetrico, ed altri particolari risulteranno, spero, evidenti dall'unito schizzo (fig. 2) tratto da rilievi originali, il quale, per quanto provvisorio in qualche parte e specialmente del ramo Tre Confini, non potrà mutar gran fatto nella sua redazione definitiva. È notorio del resto a chi pratici tali studî quanto vari l'aspetto del contorno apparente di un ghiacciaio, soprattutto nelle parti superiori, a seconda del ricoprimento nevoso dell'annata, e quanto sia difficile in proposito completare i rilievi di un'annata con quelli d'un'altra: non si può quindi mai pretendere una assoluta precisione,

che non avrebbe del resto una grande importanza per lo scopo della ricerca.

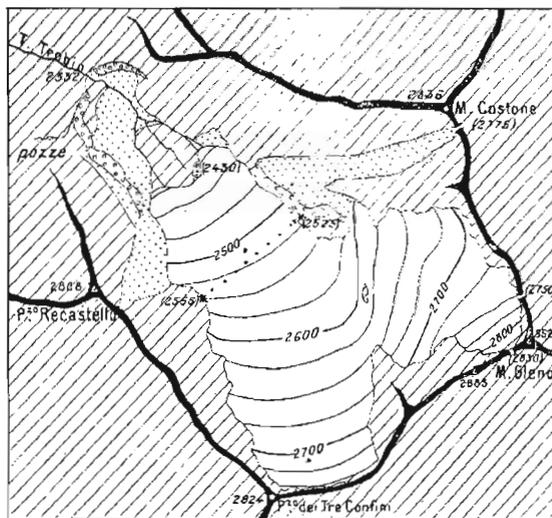


Fig. 2. — Schizzo della Vedretta del Trobio (scala 1 : 25,000).

Sono indicate con rette oblique le aree rocciose, con puntini le aree detritiche e con circoletti le morene meglio conservate. — Le quote tra parentesi furono ottenute coll'aneroido. — L'equidistanza delle isopse è di 25 metri.

Si rileverà dallo schizzo che la fronte si bipartisce nei due lobi destro e sinistro, alti rispettivamente 2415 e 2418 (aner.), che danno alimento a due rivi confluenti in fondo alla conca frontale, cui circonda un regolare arco di morene ben conservate, poggiate sul bordo roccioso del circo e alte alcune decine di metri (fino a 40 m.) dal fondo della conca, le acque della quale sfuggono da uno stretto intaglio dove comincia la incassata valletta d'erosione del Trobio.

All'intaglio si riferisce con ogni probabilità la quota 2332 segnata sul quadrante « Schilpario » 1 : 50 000 dell'Ist. Geogr. Mil., che comprende tutta l'alta Valseriana e sul quale, in causa anche della scala troppo piccola, il ghiacciaio è rappresentato in modo inesatto e grossolano.

Aggiungo che un'altra spiccata morena apparentemente laterale, che s'allunga sul fianco sinistro, ritengo sia piuttosto

morena frontale del ramo del Gleno, testimonio di una molto maggior estensione ch'esso ebbe in passato.

Riassumendo, i dati principali della Vedretta del Trobio sono: Longit. $2^{\circ} 22' 0''$ Ovest Roma; Latit. $46^{\circ} 3' 27''$ (per cui essa è il ghiacciaio più meridionale del gruppo). Lunghezza massima, m. 1320 — larghezza massima del ramo Gleno, m. 570 — minima (alla confluenza) m. 370. Larghezza massima del ramo Tre Confini m. 520 — largh. minima del Trobio medio m. 426. Punto più alto m. 2830 — punto più basso m. 2415.

Della superficie del ghiacciaio, che è esteso Km.² 0.766 (di cui Km.² 0.280 nel ramo Gleno e Km.² 0.486 nel ramo Tre Confini), si trovano:

Km. ² 0.103	ciòè il 14 ‰	tra 2400 e 2500 m.
» 0.195	» 25 ‰	» 2500 » 2600 m.
» 0.330	» 43 ‰	» 2600 » 2700 m.
» 0.133	» 17 ‰	» 2700 » 2800 m.
» 0.005	» 1 ‰	sopra i 2800 m.

Da questi elementi si deduce l'altezza media in m. 2620; mentre la media inclinazione risulta di 18 gradi.

*
**

Per stabilire delle misurazioni di velocità col solito metodo di osservare gli spostamenti d'una serie di sassi che funzionano come i galleggianti in una corrente acqua, scelsi come più adatta una sezione a valle della confluenza dei due rami, dove il ghiacciaio è più ristretto (m. 425.7), e poco inclinato (14° circa), ad un livello presumibilmente più basso del limite delle nevi, il quale, se è certamente basso in tutto il gruppo, com'ebbi presto a constatare, non doveva a priori stabilirsi in una quota inferiore ai 2550.

La linea trasversale fissata è dunque situata nella zona ablatrice del ghiacciaio, notevolmente al di sotto della sua media altezza (1), benchè a sufficiente distanza altimetrica e

(1) Ammettendo — come sembra ormai provato — che l'altezza del limite delle nevi su di un ghiacciaio corrisponda presso a poco alla media elevazione

orizzontale dalla fronte da permettere osservazioni per lunghi anni.

Fissati gli estremi, contraddistinti da un segno col minio sulla roccia, composto di tre cerchi concentrici di cui l'interno pieno, il 4 agosto 1904, colla cooperazione del sig. Francesco Candiani di Sacile, che pubblicamente ringrazio, collocai a partire dal segno ad Ovest posto a 2555 m., 6 sassi (1) numerati col minio alle seguenti distanze orizzontali:

Segno .0. a m. 135.2
 » .1. a m. 183.7 (48.5 da .0.)
 » .2. a m. 232.2 (48.5 da .1.)
 » .3. a m. 280.7 (48.5 da .2.)
 » .4. a m. 329.2 (48.5 da .3.)
 » .5. a m. 377.7 (48.5 da .4. e 48 dal segno Est posto a 2525 m.).

Nei riscontri praticati nei successivi 1905, 1906, 1907, 1909 e 1910 molto mi giovò l'assistenza dell'Ing. Carlo Chinati, che mi fu compagno nella maggior parte delle escursioni. Ristabilita anno per anno la posizione primitiva dei segni allineando dagli estremi col filo a piombo alcuni segnali posti alle dovute distanze, potei constatare la variazione di posizione dei singoli sassi in direzione, distanza e inclinazione, quali risultano dalla tabella che segue.

di questo, il limite stesso si troverebbe sul Trobio a m. 2620. Il limite effettivo delle nevi in ciascun anno durante il periodo delle mie osservazioni si mostrò però molto variabile. Nel 1910, ai primi di settembre, sul lato orientale le nevi erano ancora così in basso da nascondere completamente alcuni dei segni; nè forse questi furono scoperti durante il rimanente della stagione autunnale.

(1) Il dubbio che i piccoli sassi adoperati — per lo più scaglie di 4-5 dm.², grosse una decina di cm. e anche meno — benchè incastrati in apposita nicchia, non bastassero allo scopo perchè troppo mobili, mi fu tolto dall'esperienza, quando li vidi sempre solidamente attaccati al ghiaccio, nè mai del resto constatai a quell'altezza massi che formassero tavola.

Data	Stazione	Mira	Azimut	Inclinaz.	Distanza		Spostamento orizz.				
					misurata	ridotta all'orizz.	anno	medio			
15 Settembre 1905	Posizione 4 agosto 1904 del sasso .0.	Sasso .0.	N 9 O	16°	4,90	4,70	4,70	4,70			
9 " 1906									9,50	4,80	4,80
23 Agosto 1907									12,10	11,85	2,85
7 " 1910									17,50?	17,50?	2,83?
15 " 1905	Posizione 4 agosto 1904 del sasso .1.	Sasso .1.	N 13 O	14°	4,90	4,78	4,78	4,78			
9 " 1906									11,10	10,80	6,07
23 Agosto 1907									13,90	13,84	2,64
7 " 1910									21,65?	20,85?	3,75?
15 " 1905	Posizione 4 agosto 1904 del sasso .2.	Sasso .2.	N 8 O	10°	2,90	2,85	2,85	2,85			
9 " 1906									7,80	7,82	4,77
23 Agosto 1907									10,70	10,45	2,88
7 " 1910									19,40?	18,90?	4,22?
15 " 1905	Posizione 4 agosto 1904 del sasso .3.	Sasso .3.	N 15 O	8°	4,00	3,90	3,90	3,90			
9 " 1906									11,60	11,28	7,36
23 Agosto 1907									14,70	14,70	5,44
7 " 1910									24,20?	23,55?	4,42?
15 " 1905	Posizione 4 agosto 1904 del sasso .4.	Sasso .4.	N 14 O	13°	5,80	5,68	5,68	5,68			
9 " 1906									6,20	6,01	2,93
23 Agosto 1907									10,40	9,97	3,91
7 " 1910									20,0?	19,50?	4,91?
15 " 1905	Posizione 4 agosto 1904 del sasso .5.	Sasso .5.	N 28 O	15°	4,20	4,06	4,06	4,06			
9 " 1906									4,70	4,72	3,09
23 Agosto 1907									10,30	9,38	1,61
7 " 1910									13,90?	17,70?	4,18?

È da avvertire in proposito ai dati riportati che se le misure di distanza, eseguibili rapidamente, sono relativamente precise, altrettanto non è degli azimutti, rilevati sempre un po' frettolosamente per l'incalzare del tempo e delle nebbie: non hanno quindi valore assoluto gli spostamenti di direzione che parrebbero avvenuti, specie nei sassi mediani. Quanto poi all'inclinazione, essa è necessariamente approssimata, altro non potendo essere sulla superficie irregolare del ghiacciaio; la sua approssimazione è però sufficientissima per ridurre all'orizzonte le distanze.

Per il 1909 invece sono meno attendibili anche i dati di distanza, perchè l'allineamento attraverso insistenti ondate di nebbia, pur col sussidio di due paline a bandiera rossa, riuscì in fatto spostato a monte di 3 a 4 metri, essendosi presi come estremi non i due segni col minio sulla roccia, ma due segni sussidiari posti sul ghiacciaio al loro piede secondo la linea di massima pendenza. Le misure corrette in conformità allo spostamento sono indicate come dubbie col segno ?; però è da notare che, nonostante l'incertezza sulla cifra assoluta dei singoli spostamenti, questi risultarono in complesso concordi con le velocità degli altri anni sì da non apparire nemmeno essi destituiti d'ogni valore: si osservi ad esempio che i movimenti dei sassi 0, 1, 2 sono in proporzione crescente di valore come nel 1907 e nel 1910.

I risultati di questa tabella, rappresentati anche graficamente dalla fig. 3, ci permettono di affermare:

a) che il movimento del ghiacciaio è molto lento: la media di spostamento annuo di tutti i sassi nell'intero sessennio 1904-1910 è appena m. 3.87, cifra che diminuisce a 3.70 se consideriamo i soli tre sassi ritrovati nel 1910; la media di spostamento dei sassi .3. .4. e .5. nel triennio 1904-1907 fu di m. 3.77 — nel successivo biennio 1907-1909 si sarebbe elevata a m. 4.04?, quando potessimo ritener valide le misure del 1909 che già dissi esser alquanto dubbie. Insomma accettando come media approssimata probabile m. **3.75**, e ammettendo per un'ipotesi, certo inesatta, che questa velocità valga per tutta la massa del ghiacciaio, un frammento di ghiaccio impiegherebbe non meno di 357 anni

a trasportarsi dalla vetta alla fronte. Manca un termine di paragone che possa rafforzare quella cifra con esempi simili

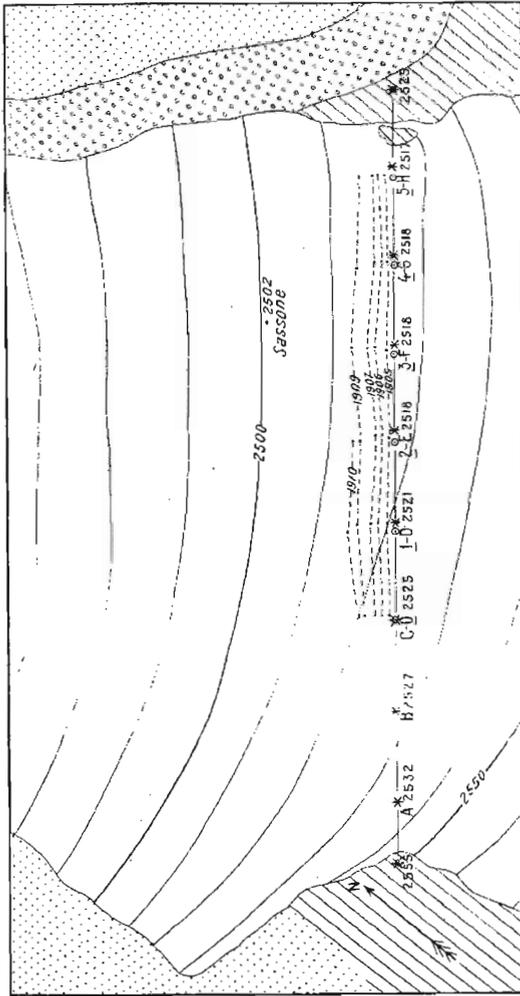


Fig. 3. — Schema dello spostamento annuo dei sassi collocati sulla Veifretta del Trobio nel 1904 (Scala 1 : 4000).

Nella trasversale soprastante sono indicate con cerchielli le posizioni dei sassi collocati nel 1904, con asterischi quelle dei sassi collocati nel 1910. Equidistanza dello isopse m. 10. Gli altri segni come all' fig. 2.

poichè le numerose osservazioni di velocità, in parte ormai classiche, istituite in ghiacciai della Savoia, della Svizzera, delle Alpi Orientali, della Norvegia, della Groenlandia, si riferiscono quasi tutte a ghiacciai di prim'ordine, nei quali

il movimento è incomparabilmente maggiore: così ad esempio il Mer de glace e il ghiacciaio del Rodano hanno movimenti superiori ai 100 e 200 metri (1), mentre il Gliederferner e il Vernagtferner ebbero movimenti anche di soli 14 e 17 metri (2) e l'Hintereisferner tra i 20 e i 30 m. (3). Per compenso la causa di questo fenomeno della grande lentezza del Trobio fu già esposta dall'Heim (4) dove formula la regola generale che i ghiacciai di second'ordine (cioè ripidi e sottili) sono più lenti per esser la velocità in ragione diretta della potenza, inversa della inclinazione del ghiacciaio;

b) la velocità si mostrò alquanto diversa da un anno all'altro, oscillando entro un minimo di m. 1.61 (sasso . 5 . , 1907) e un massimo di 7.36 (sasso . 3 . , 1906), e in generale apparve alquanto maggiore nel 1906 che nelle altre annate poichè lo spostamento medio risulterebbe di m. 3.99 nel 1905; m. 4.83 nel 1906; m. 2.79 nel 1907; m. 4.05? nel 1908-09 e m. 3.12 nel 1910: è però limitata la differenza tra il movimento massimo del 1906 e il minimo del 1907, mentre nella maggior parte dei ghiacciai studiati le differenze da un anno all'altro sono sensibilissime, tanto da raggiungere nel Vernagtferner il rapporto di 1 a 10.4 (17 m. nel 1889 e 177 nel 1898 secondo le osservazioni del Finsterwalder).

Va ancora aggiunto che, mentre le mutazioni annuali di velocità, quali finora si rivelano nel ghiacciaio del Trobio, appaiono di misura assai limitata, esse furono constatate per un troppo scarso periodo e con sistema di insufficiente precisione per consentire qualunque tentativo di desumere da esse una legge e di porle in rapporto con le variazioni di estensione e di massa del ghiacciaio e quindi, con la propagazione delle onde di piena (5). Convien però tener presente

(1) HEIM, *Handbuch der Gletscherkunde*, Stuttgart 1885, pag. 144 e segg. e DE MARCHI, *Trattato di geogr. fisica*, Milano, 1901, pag. 318 e segg.

(2) V. *Commission internat. des glaciers — Les variations périodiques; 3^{me} rapp.*, 1897 (Finsterwalder) pag. 55-56 e le relative rettifiche nel 4^{me} rapp., 1898, pag. 88.

(3) MACHAČEK, *Gletscherkunde*, Leipzig, 1902, pag. 51.

(4) V. HEIM, op. cit., pag. 169.

(5) Sulla relazione esistente fra la velocità del movimento di un ghiacciaio e la propagazione delle onde di piena cfr. FINSTERWALDER nel 3^{me} *rapp.*, 1897,

la circostanza — la quale può, in aggiunta a quelle, di ordine più generale, indicate precedentemente, spiegare l'esigua velocità del moto — che durante tutto il periodo di osservazione il ghiacciaio fu in costante diminuzione (1);

c) la maggior velocità del filone mediano in confronto ai bordi, ch'è un fatto di constatazione ormai quasi secolare nei grandi ghiacciai, è appena vagamente accennata nei 3-4 m. di maggior percorso sessennale compiuto dai sassi 1.2. e 3. in confronto agli altri. È bene tuttavia avvertire che ciò può essere dovuto unicamente alla mancanza di segni molto vicini al margine del ghiacciaio, poichè nella serie di sassi utilizzati se l'estremo di destra ne dista una ventina di metri, quello di sinistra ne dista ben 130;

d) mancano assolutamente gli elementi per constatare non dirò la velocità giornaliera, ma nemmeno l'accelerazione o il ritardo nelle diverse stagioni, come per stabilir la variazione di percorso in relazione con la distanza dal punto più alto e dalla fronte, con la profondità, ecc.

La ricerca in complesso è ben lungi dall'essere esaurita, e potrà all'incontro ricevere dalle osservazioni successive il suo necessario complemento. Perchè però una metà dei sassi andò smarrita — e forse definitivamente — considero come compiuta la prima serie di osservazioni, e il 7 settembre 1910 ho provveduto ad avviarne una seconda, disponendo lungo la primitiva trasversale e col valido aiuto del prof. Olinto Marinelli una nuova serie di sassi, contraddistinti da lettere

già citato e le considerazioni del Dr MARCHI, *Sulla propagazione delle onde di piena*, in « Zeitschrift für Gletscherkunde », V, 1911.

(1) I primi segni per studiare le variazioni di estensione del ghiacciaio furono da me posti il 10 settembre 1901 e completati da altri negli anni seguenti. Successivi riscontri vennero eseguiti negli anni 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1909, 1910, constatando sempre nel complesso un ritiro, sebbene non sieno mancati dati contraddittori, in ogni caso diversità da punto a punto della fronte e, nei primi anni, incertezza nelle misure. Comunque, facendo una media — media a dir vero di scarso valore — ottenni per il periodo 1901-1905 un ritiro medio annuale di m. 6,5, per il 1906 di m. 6, per il 1907 di m. 7,1, per il 1908-1909 di 5,6, per il 1910 di 4. — Sopra la circostanza accennata che nei periodi di ritiro i ghiacciai presentano valori minimi di velocità, ebbe ad insistere recentemente il FOREL (*Les variations périodiques des glaciers des Alpes Suisses. XXX. Rapport, 1909*, « Ann. S. A. C. », XLV, Berna, 1910, pag. 274-277).

(sullo schizzo a fig. 3 da asterischi) e posti alle distanze seguenti dal segno \odot Ovest:

Sasso A a m. 34. Sasso B a m. 83.8 (49.8 da A). Sasso C a m. 133.8 (50 da B). Sasso D a m. 183.7 (49.9 da C). Sasso E a m. 233.7 (50 da D). Sasso F a m. 283.7 (50 da E). Sasso G a m. 333.7 (50 da F). Sasso H a m. 383.7 (50 da G e 42 da segno \odot Est).

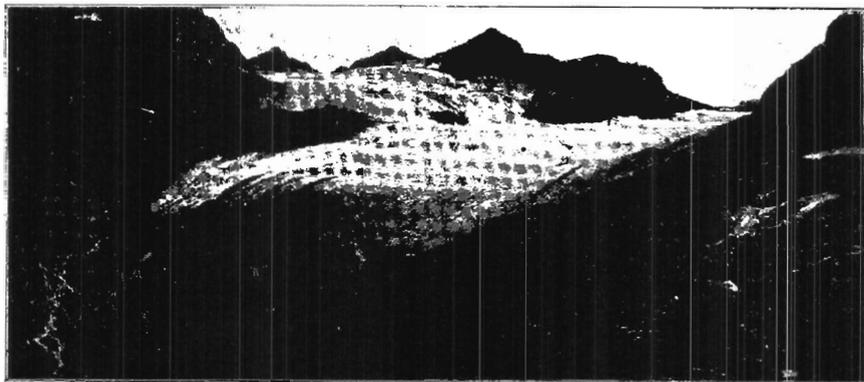


Fig. 4. — La Vedretta del Trobio dal vertice della morena frontale (2392 m.).

(Fotografia del 9 settembre 1906).

I punti neri indicano la posizione dei sassi collocati nel 1910.

Occorrerà certo un lungo periodo di anni prima che i movimenti di questa seconda serie possano fornir dati attendibili e conclusivi.

Intanto come primi dati approssimati potranno valere quelli sopra esposti, per quanto io sia il primo a riconoscerne la portata assai limitata.

Ad ogni modo come — se non m'inganno — nessuno finora in Italia si occupò di misure di velocità di ghiacciai, e queste mancano quasi del tutto per piccoli ghiacciai di secondo ordine anche stranieri, servirà almeno questo mio piccolo studio ad iniziarne la serie, serie che è desiderabile divenga presto numerosa ed è particolarmente urgente sia praticata piuttosto che a molti ghiacciai vicini, ad almeno uno dei ghiacciai dei singoli gruppi montagnosi.

