

MARCO CACCIANIGA\*, CESARE RAVAZZI\*\*, PAOLO ZUBIANI\*

**STORIA DEL GHIACCIAIO DEL TROBIO  
(Alpi Orobie, Bergamo)  
E COLONIZZAZIONE DELLA VEGETAZIONE  
NELLE AREE LIBERATE DOPO LA PICCOLA ETÀ GLACIALE**

**RIASSUNTO** - Nella presente nota viene esaminata la storia olocenica del Ghiacciaio del Trobio (Alpi Orobie) e la morfogenesi glaciale della valle omonima. Le evidenze geomorfologiche indicano che, durante l'Olocene, la lingua del ghiacciaio non ha mai superato i margini dell'anfiteatro deposto alla culminazione della Piccola Età Glaciale. All'interno dell'anfiteatro sono stati individuati due sistemi morenici, deposti a seguito di due modeste avanzate alla fine del XIX secolo e intorno al 1920.

La vegetazione pioniera è rappresentata da formazioni pioniere delle morene silicee (*Androsacion alpinae* Br.-Bl. et Jenny '26), arricchita da numerosi elementi basifili. In base ad un confronto con aree proglaciali situate alla stessa quota nelle Alpi, la dinamica vegetazionale nell'anfiteatro del Gleno appare lenta. Probabilmente ciò dipende dall'abbassamento dei piani altitudinali nelle Alpi Orobie e dall'esposizione sfavorevole dell'area in studio.

**SUMMARY** - *History of the Trobio Glacier (Orobian Alps, Bergamo) and pioneering by vegetation in the areas cleared after Little Ice Age.* The present study carries out an outline of the Holocene glacial history of the Trobio Glacier. Reconstruction is based on a comparison between geomorphological survey and historical documents.

During the whole Holocene the Trobio Glacier tongue did not exceed the deposits of the Maximum of the Little Ice Age. Two weak advance phases are documented by morains and photographs at the beginning of the 1920's. During the last century the ice volume was reduced more strongly and production of glacial deposits was smaller than for the other glaciers of the Orobie chain. This seems to be due to the particular setting of the glacial basin.

Investigations on vegetation dynamics lead to the identification of three main types of lithophilous vegetation: *Oxyrietum dyginae* Br.-Bl. '26, *Luzuletum alpino-pilosae* Br.-Bl. '26 (*Androsacion alpinae* Br.-Bl. et Jenny '26) and one type dominated by *Cirsium spinosissimum* and *Achillea nana*. They are well developed only on the older deposits of the Little Ice Age. A comparison with some others proglacial areas at the same altitude was made. A depression of altitudinal belts in Orobie chain is observed. This, in combination with the northern exposition of the Trobio Basin, probably explains the strong decrease of the pioneering activity of the vegetation.

\* Dipartimento di Biologia, sezione di Botanica Sistemica dell'Università di Milano.

\*\* Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano e CNR-Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria, Milano.

## 1. PREMESSA

Oggetto della presente ricerca è la ricostruzione della storia olocenica del Ghiacciaio del Trobio (Alpi Orobie, Bergamo) e lo studio della morfogenesi glaciale, con particolare riguardo alla «Piccola Età Glaciale». Nelle aree successivamente liberate dal ghiacciaio, è stato inoltre condotto uno studio geobotanico finalizzato soprattutto all'individuazione della dinamica della vegetazione in funzione del tempo di colonizzazione e dei fattori ecologici.

Il lavoro si inserisce in un programma di ricerche sulle oscillazioni glaciali nelle Alpi Italiane e sulla morfogenesi connessa, in corso presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano.

### 1.1. Il glacialismo attuale nelle Alpi Orobie

L'altitudine del crinale orobico, spartiacque tra il bacino dell'Adda, del Brembo e del Serio, è di 2000-2700 m nel settore occidentale e di 2700-3050 m nel settore orientale.

I ghiacciai sono situati quasi solamente nel settore orientale e sono di entità modesta (il maggiore è il Ghiacciaio del Lupo, 30 ha). Il recente censimento del Servizio Glaciologico Lombardo (GALLUCCIO e CATASTA, 1992) ha individuato 44 apparati glaciali, che coprono una superficie glacializzata totale di 295,5 ha. Soltanto alcuni piccoli glacionevati occupano circhi ad esposizione W o SW (la Vedretta di Secreti, Catasto CGI 561; ed i glacionevati del Redorta inferiore, CGI 560 e del Lago della Malgina, CGI 564); tutti gli altri interessano versanti N, o più spesso NW.

Tenuto conto della modesta elevazione del rilievo, alcuni Autori (NANGERONI, 1932; LUGARESÌ, 1992) hanno osservato che lo sviluppo del glacialismo nelle Orobie è notevole, in quanto la media delle altitudini mediane (2380 m secondo GALLUCCIO e CATASTA, 1992) e della linea di equilibrio (2610 m per i sei maggiori ghiacciai orobici secondo la presente indagine) è inferiore che nelle Alpi Retiche<sup>1</sup>. Il Ghiacciaio del Marovin (CGI 541) spinge la sua fronte a quota 2000 m (BUTTI, 1992), la quota più bassa raggiunta dai ghiacciai lombardi. Questo fenomeno è in parte causato dalla maggiore oceanicità del clima della catena orobica (cap. 5).

### 1.2. I ghiacciai del versante bergamasco

Sul versante bergamasco sono catastati 13 corpi glaciali, situati nella regione del Barbellino, del Pizzo Redorta-Pizzo Coca e del Pizzo del Diavolo di Tenda, alla testata della Val Seriana. Si tratta prevalentemente di accumuli lungamente persistenti di nevato, di dimensioni inferiori a 5 ha. Molti sono situati al piede di rupi ove confluiscono corridoi di valanga (i glacionevati dei versanti E-NE del Pizzo Coca, del Recastello e del Pizzo del Diavolo di Tenda) e sono abbondantemente alimen-

---

<sup>1</sup> Bisogna però osservare che la media delle mediane non tiene conto della dimensione degli apparati. Il suo valore nelle Alpi Orobie è influenzato dall'abbondanza di piccoli corpi di glacionevato che possono comprometterne il significato climatico.

tati di materiale detritico, che giustifica l'importanza degli apparati morenici depositi durante il XIX secolo.

Il Ghiacciaio del Trobio si differenzia nettamente da questo quadro per le dimensioni (nel XIX secolo occupava un'area di 103 ha) il tipo di alimentazione (prevalentemente diretta) e l'interesse glaciologico e morfogenetico delle sue oscillazioni recenti, alle quali è principalmente rivolta la presente nota.

## 2. IL BACINO DEL TROBIO: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area esaminata è compresa nella tavoletta IGM in scala 1:25.000 F. 19 III SE Schilpario e nella Carta Tecnica Regionale della Lombardia sezione D3a4 Lago del Barbellino.

La Valle del Trobio è un'importante tributaria sinistra del fiume Serio (fig. 1) che confluisce direttamente nel lago artificiale del Barbellino (1863 m s.l.m.). Occupa un bacino di 2,25 km<sup>2</sup> che presenta un dislivello massimo di 1020 m (1060 m prima della costruzione dell'invaso artificiale).

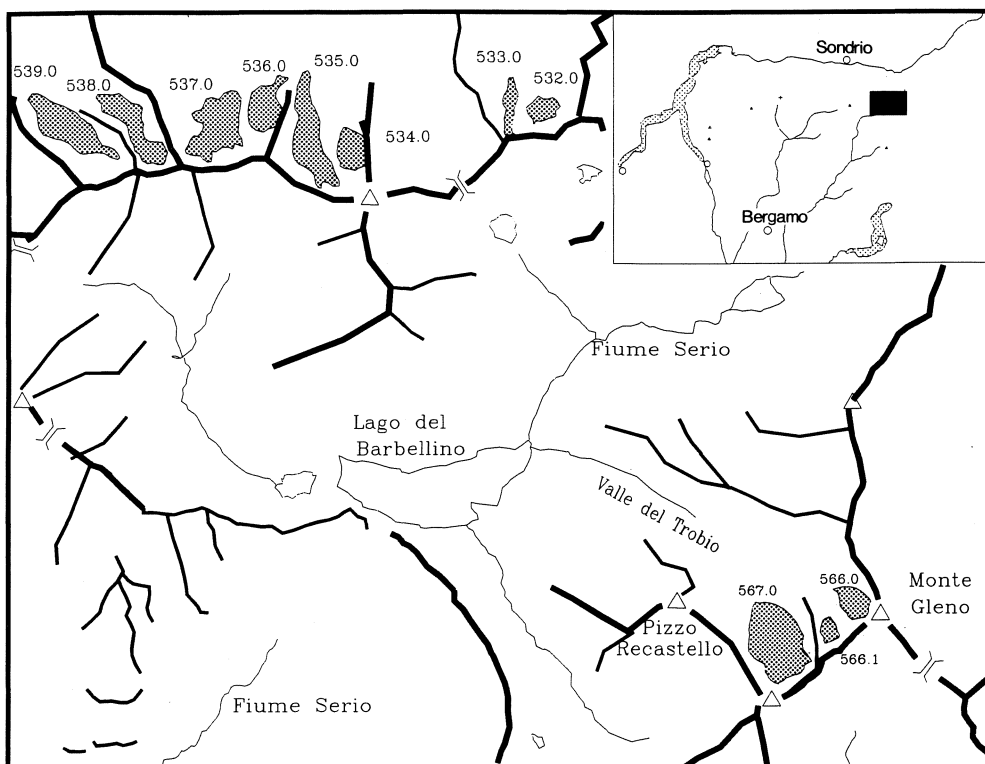


Fig. 1 - Inquadramento geografico. I numeri sono riferiti al Catasto dei Ghiacciai Italiani.

Il bacino del Trobio comprende un grande circo superiore (Circo del Trobio), articolato in circhi minori glacializzati e delimitato a valle da un gradino con soglia quasi pianeggiante, a 2330 m s.l.m. Il circo è orientato verso NW e circondato da rilievi di altitudine compresa tra 2750 m (sella tra Pizzo Tre Confini e M. Gleno) e 2883 m (vetta del M. Gleno).

Alla testata del bacino del Trobio si trovano attualmente tre distinti individui glaciali, denominati, secondo il recente catasto dei ghiacciai della Lombardia (GALLUCCIO e CATASTA, 1992): Trobio Ovest (CGI 567), Trobio Centrale (566.1) e Trobio Est (566.0). Essi risultano dallo smembramento di un unico apparato preesistente, in precedenza denominato anche come «Ghiacciaio del Gleno». In accordo con le indicazioni del catasto, riteniamo che il nome più appropriato sia «Ghiacciaio del Trobio» in quanto, dopo lo smembramento, solo due dei tre corpi glaciali risultanti afferiscono al massiccio del M. Gleno, mentre il terzo interessa il Pizzo dei Tre Confini.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I rilievi della regione del Barbellino sono costituiti da rocce metamorfiche del Basamento cristallino delle Alpi Meridionali (Scisti di Edolo, Gneiss del Monte Palone del Sopressà) e da rocce di età Carbonifero-Permiana appartenenti alla copertura sedimentaria (Conglomerato Basale, Formazione di Collio, Verrucano Lombardo).

L'area esaminata è interamente compresa nella vasta area di affioramento delle rocce sedimentarie e vulcano-sedimentarie della Formazione di Collio. La successione affiorante appartiene al Membro inferiore argilloso-arenaceo (CASATI, 1969) ed è costituita da alternanze di arenarie, siltiti ed argilloscisti nerastri, in strati piano paralleli decimetrici. Importanti corpi di metaconglomerati intercalati nella successione sono stati individuati dagli scriventi nella zona centrale del Circo del Trobio. Questi litotipi, poco soggetti alla demolizione crioclastica, conservano significative morfologie di abrasione glaciale. Le vette delle cime che delimitano il bacino sono costituite al contrario da argilliti e siltiti scistose. Le vulcaniti (porfidi, ignimbriti) appartenenti al Membro vulcanico affiorano in una piccola area presso il crinale che delimita l'estremità NE del bacino del Trobio.

Infine si segnalano filoni di porfirite di età eocenica (ZANCHI *et al.*, 1990) di potenza metrica, subverticali, con andamento NNW-SSE.

Le rocce di età pre-eocenica sono interessate dalla struttura tettonica caratteristica della «zona delle Anticlinali Orobiche» (GAETANI e JADOUL, 1979), costituita da un insieme di pieghe, faglie inverse e sovrascorrimenti sovrapposti, con piano immergevole a N e a NW.

La sezione geologica di fig. 2 (AZZONI e ZANCHI, 1989) è stata eseguita lungo il crinale del Pizzo Tre Confini-Pizzo Recastello, che delimita a W il Circo del Trobio. Essa mette in evidenza il sistema di faglie inverse che sovrappongono la Formazione di Collio sul Verrucano Lombardo (Faglia del Tre Confini: CASATI, 1971) e che delimitano la Sinclinale del Gleno (NANGERONI, 1931) dall'Anticlinale di Trabuchello-Cabianca (DE SITTER, 1963), la quale costituisce il Pizzo Recastello.

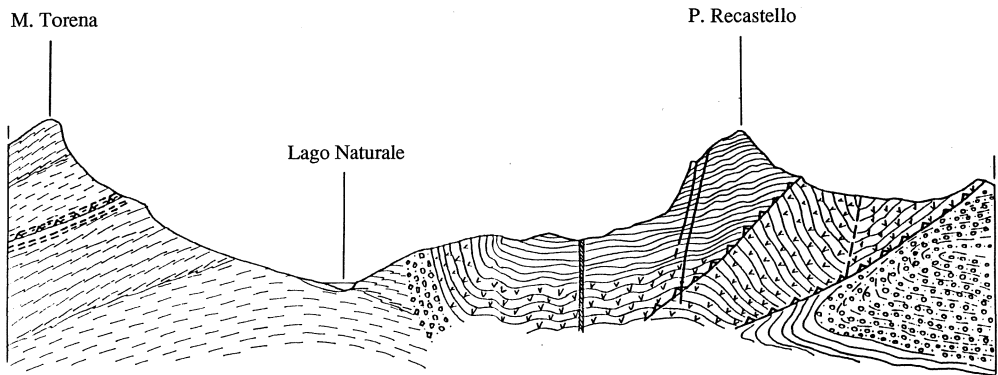


Fig. 2 - Sezione geologica passante per la vetta del Pizzo Recastello ed il Lago Naturale che illustra i principali lineamenti tettonici dell'area (da AZZONI e ZANCHI, 1989).

#### 4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La morfologia attuale del bacino del Trobio è caratterizzata prevalentemente da forme e depositi di origine glaciale e di ambiente proglaciale. Sono diffusi anche forme e processi dovuti alla gravità e limitati fenomeni di ambiente periglaciale.

La soglia già menzionata a quota 2330 m rappresenta un lineamento geomorfologico di importanza regionale, poiché si connette altimetricamente con uno dei sistemi di circhi più alti già individuati in altre valli tributarie della conca del Barbellino (la Val Cerviera e la Val Malgina: NANGERONI, 1938). Sulla soglia si appoggia un imponente apparato di depositi morenici che delimita inferiormente il grande Circo del Trobio, caratterizzato da una morfogenesi glaciale recente (oggetto del cap. 7) e da forme di accumulo attive.

Al di sotto della soglia (2050-2300 m), il T. Trobio ha inciso una forra nel ripido gradino che raccorda il Circo del Trobio con la piana del Barbellino. I versanti della forra, impostata lungo un filone di porfirite, sono caratterizzati da pendii in erosione e conoidi di detrito, in parte attivi. Depositi e forme glaciali sono invece presenti sui versanti non interessati dall'arretramento dei versanti prodotto dall'erosione verticale del T. Trobio. Tali versanti sono caratterizzati da rocce montonate attaccate dalla demolizione crioclastica e fortemente lichenizzate. Nella parte bassa dei versanti, in prossimità della conca del Barbellino, sono stati individuati alcuni cordoni morenici blandamente rilevati ma chiaramente individuabili. Essi sono ricoperti da suoli podzolici con orizzonte Bsp ben espresso (profilo n° 1). Il sistema di cordoni è parallelo alla forra del T. Trobio, ma in prossimità della mulattiera che conduce al Passo di Pila si inarca verso valle. Essi delineano pertanto un antico apparato glaciale che, dopo aver superato la soglia del Circo del Trobio, protendeva una lingua verso la conca del Barbellino, confluendo con il ghiacciaio che proveniva dal M. Torena. Per i caratteri pedogenetici e per il grado di alterazione e di lichenizzazione delle superfici rocciose, riteniamo che queste forme e depositi possano essere attribuiti ad uno stadio del Tardiglaciale.

## 5. INQUADRAMENTO CLIMATICO

Per la caratterizzazione climatica delle aree montuose dell'area in studio disponiamo di alcune stazioni pluviometriche e nivometriche.

In tab. I sono riportati i dati pluviometrici mensili relativi al periodo 1921-1971 nelle seguenti località:

1 - diga di Valmorta (1796 m), situata immediatamente a valle dall'invaso artificiale del Barbellino (Bacino Serio), 2,5 km a W del Ghiacciaio del Trobio;

2 - diga del Gleno (1527 m), situata nella valle del Gleno (Bacino Dezzo-Oglio), 1 km a S del Ghiacciaio del Trobio;

3 - Bondione (900 m), ultimo centro abitato dell'alta Val Seriana (Bacino Serio), 5 km a W del Ghiacciaio del Trobio;

4 - Ganda (913 m), in Val Belviso (Bacino Adda), 7 km a NE del Ghiacciaio del Trobio.

La tab. I mostra che le precipitazioni sono nettamente più abbondanti sul versante meridionale delle Orobie rispetto a quello valtellinese, in accordo con le osservazioni di Autori precedenti (OTTONE e ROSSETTI, 1980). Non si rilevano importanti gradienti altitudinali tra le tre stazioni considerate sul versante sud delle Orobie, che presentano uniformemente un totale annuo di circa 1700 mm. Il valore della stazione di Valmorta è il più rappresentativo per l'area in studio. Il regime pluviometrico mensile è di tipo prealpino (con due massimi equinoziali), ma con minimo estivo poco pronunciato (situazione tipica della regione prealpina più interna).

Coerentemente con i dati pluviometrici, i dati relativi alla permanenza del manto nevoso nel decennio 1964-1973 (tab. I), indicano valori superiori alla media lombarda per le stazioni del versante meridionale orobico (BELLONI e PELFINI, 1990). Esaminando in dettaglio le tabelle riportate da BELLONI e PELFINI (1990), si può rilevare che la stazione di Valmorta — con 195 giorni di persistenza media annua ed un'altezza media del manto nevoso di 151 cm nel mese di marzo — risulta superiore ad alcune stazioni alpine e prealpine lombarde situate circa alla stessa quota: 193 giorni e 149 cm al Lago di Trona (1800 m - crinale orobico); 187 giorni e 125 cm al Lago Venina (1800 m - versante settentrionale delle Orobie); 179 giorni e 102 cm al Lago d'Arno (1820 m - gruppo dell'Adamello).

Questi dati giustificano in parte l'abbassamento della linea di equilibrio osservata nella catena orobica.

## 6. AUTORI PRECEDENTI

La più antica citazione riguardante i ghiacciai del versante sud delle Orobie è quella di MAIRONI DA PONTE (1808).

Il primo studioso ad occuparsi in modo specifico dei ghiacciai orobici fu KUROSKY (1889): egli elenca 9 ghiacciai su entrambi i versanti per una superficie totale di 1062 ha.

RICCI visitò più volte, nei primi anni del secolo, il Ghiacciaio del Trobio e pubblicò diversi lavori (1911, 1921, 1922). Egli pose particolare attenzione alla velocità dei movimenti della massa glaciale, più che all'entità dei ritiri. Fu comunque il primo studioso a descrivere il ghiacciaio. Grazie alle sue osservazioni e fotografie è possibile tracciare una storia dettagliata del ghiacciaio dall'inizio del secolo.

Pochi anni dopo PORRO (1925) pubblicò un elenco dei ghiacciai italiani, in cui indicò 16 ghiacciai per le Alpi Orobie, 4 sul versante bergamasco.

Dal 1929 disponiamo di misurazioni sulle oscillazioni della fronte da parte di NANGERONI (1930-1945). Egli visitò regolarmente il ghiacciaio fino al 1942, anno in cui documentò lo smembramento del ghiacciaio in due apparati separati.

Negli anni successivi le osservazioni glaciologiche sulla vedretta del Trobio ovest vengono svolte da vari rilevatori del Comitato Glaciologico: Cantù dal 1953 al 1968 (CANTÙ, 1956-1968), Marconi dal 1969 al 1975 (MARCONI, 1969-1973), Parisi dal 1976 al 1986 (PARISI, 1976-1983). Dal 1986 le osservazioni sono svolte da Lugaresi e Ravazzi (PARISI, LUGARESI e RAVAZZI, 1987-1989; LUGARESI e RAVAZZI, 1992).

Tab. I - Dati pluviometrici (da OTTONE e ROSSETTI, 1980) e nivometrici (da BELLONI e PELFINI, 1990) mensili relativi ad alcune stazioni prossime all'area di studio.

### PIOVOSITÀ

	Stazioni			
	Valmorta (1922-1971)	Gleno (1956-1971)	Bondione (1921-1971)	Ganda (1947-1971)
gennaio	72,8	82,8	68,1	61,1
febbraio	77,7	68,5	81,2	69,5
marzo	116,5	89,6	106,6	74,9
aprile	156	122,5	151,3	100,7
maggio	196,1	140,2	189,9	106,2
giugno	171,2	178	172,6	153,3
luglio	162,2	165,3	151,1	127,6
agosto	184	149,9	177,8	147,5
settembre	179,7	171,3	156,6	142,3
ottobre	175	200,6	182,1	124,3
novembre	193,1	236,7	191,1	150,5
dicembre	107,8	101,2	94,2	81,2
Anno	1792,6	1706,6	1722,6	1339,1

### NEVOSITÀ

	Stazioni			
	Valmorta (1964-1973)	Lago di Trona (1964-1973)	Lago di Venina (1964-1973)	Lago d'Amo (1964-1973)
Persistenza media annua della neve (giorni)	194,9	193,6	187,6	179,1
Media annua dei giorni di precipitazioni nevose	30,9	40,8	35,1	35
Altezza media della neve in novembre (cm)	33,4	46,6	32,3	18,5
Altezza media della neve in gennaio (cm)	120,8	99,8	105,6	76,7
Altezza media della neve in marzo (cm)	151,3	149,2	125	102,1

## 7. MATERIALI E METODI

Dopo la raccolta dei dati bibliografici e la fotointerpretazione (aerofotografie della Regione Lombardia, 1983, strisciata 77C) si sono svolti i rilievi sul terreno (1992 e 1993).

La cartografia delle morene è stata integrata dal confronto con la documentazione cartografica e fotografica, nonché dall'esecuzione di profili pedologici allo scopo di caratterizzare le unità geomorfologiche e le fasi della dinamica vegetazionale. Sono stati ricercati, senza successo, suoli e torbe sepolti dalle morene riferite alla Piccola Età Glaciale.

Il limite massimo dell'invaso glaciale durante la Piccola Età Glaciale è stato ricostruito mediante lo studio della copertura lichenica. Sulla destra idrografica, nel settore compreso tra la Cima Trobe ed il Monte Costone, il limite massimo raggiunto dall'invaso è di difficile ricostruzione, per l'assenza di depositi e la scarsa evidenza del limite dei licheni. In questo caso utili indicazioni sono state dedotte dall'analisi della vegetazione ed in particolare dalla valutazione del contatto tra le praterie a *Carex curvula* e le formazioni pioniere.

L'analisi della vegetazione è stata finalizzata principalmente all'individuazione di aggruppamenti di significato dinamico. A questo scopo sono stati eseguiti rilievi di vegetazione con il metodo di Braun-Blanquet sulle superfici precedentemente caratterizzate dal punto di vista geomorfologico e tessiturale.

## 8. MORFOGENESI GLACIALE DEL CIRCO DEL TROBIO

### 8.1. Forme di accumulo

Se si escludono i cordoni rilevati nella parte inferiore della Valle del Trobio, riferiti al Tardiglaciale (cap. 4), l'apparato morenico del Ghiacciaio del Trobio è interamente compreso nel circo che si apre al di sopra della soglia a 2330 m s.l.m. La disposizione dei cordoni principali consente di individuare 3 fasi di deposizione morenica:

*Fase 1.* L'anfiteatro più esterno, indicato in fig. 3 come fase 1, è ben conservato, ben rilevato sulla piana e relativamente imponente. Seppellisce una morfologia glaciale molto più antica e suoli del tipo dei ranker podzolici, con profilo profondo fino a 35 cm, composto dagli orizzonti A1/A2/Bw/C/R. All'esterno dell'anfiteatro, la vegetazione mostra un grado evolutivo molto elevato (curvuleti a *Leontodon helveticus* e, sui dossi montonati, curvuleti secchi a *Loiseleuria procumbens*). Viceversa, sulle morene in oggetto, la copertura della vegetazione è solo localmente superiore al 50% ed è rappresentata in buona parte da camefite pulvinate. *Carex curvula* è presente solo in individui sporadici, isolati. Il suolo è discontinuo e di tipo A1/C, con A1 potente pochi cm. La copertura lichenica è molto scarsa. Il sistema consiste nella zona frontale di 2-3 cordoni addossati, affilati, rilevati 2-3 m, distanziati di pochi metri, che si riuniscono sui due lati in un unico cordone più imponente (fino a 10 m sulla sinistra idrografica, ove il ghiacciaio era interessato da frane che crollavano dai Corni Neri).

Le morene laterali relative a questa fase sono parzialmente sepolte da coni di detrito. Sul lato destro idrografico il cordone subisce una brusca deviazione (fig. 3, posizione indicata dalla freccia) che indica la confluenza del settore orientale del



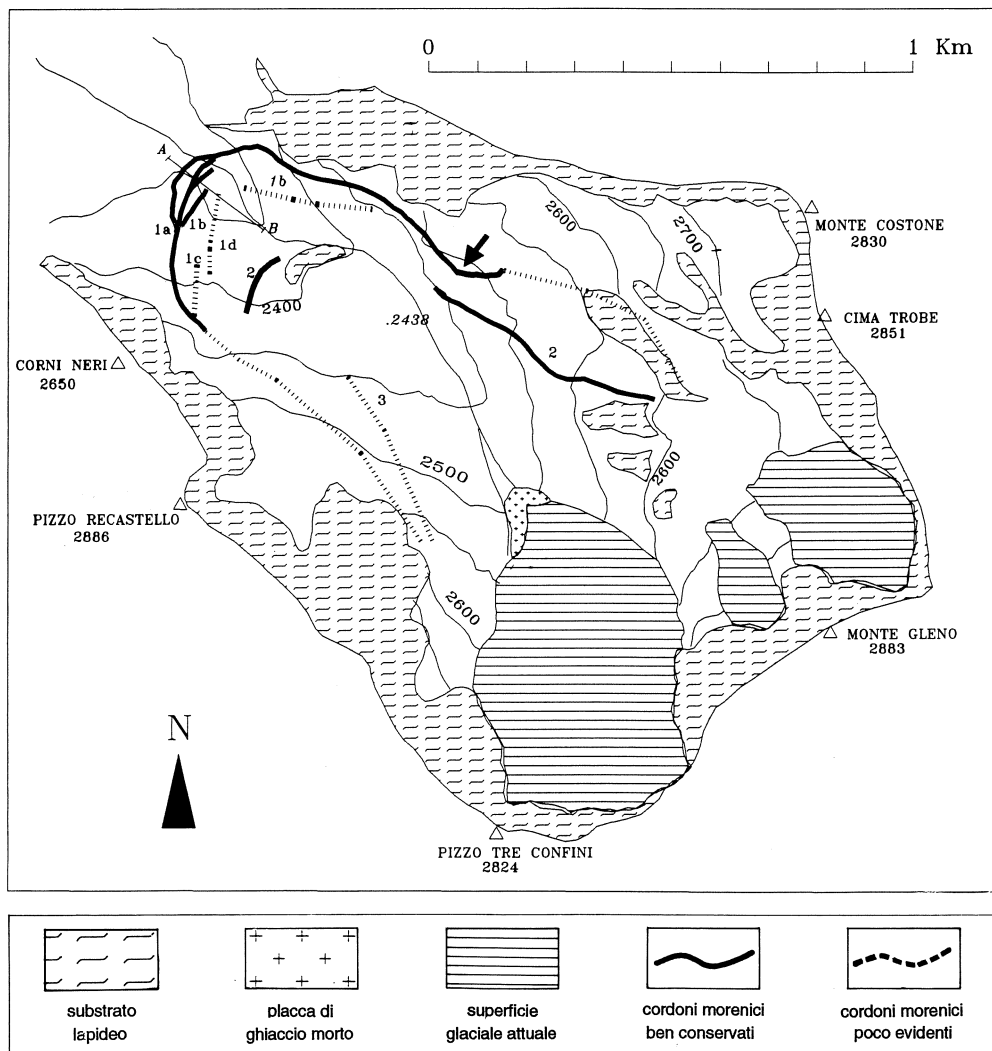


Fig. 3 - Carta delle morene oloceniche. I numeri accanto alle morene si riferiscono alle fasi descritte nel cap. 8: 1) Piccola Età Glaciale; 2) Fine del XIX secolo; 3) Anni '20. La freccia indica la deviazione della morena laterale destra citata nel testo. AB: ubicazione del transetto di fig. 5.

ghiacciaio, alimentato tra la Cima Trobe ed il Monte Gleno. Più ad est l'evidenza morfologica viene meno, sicché la ricostruzione dell'invaso è basata sul limite dei curvuleti e sulla linea dei licheni.

*Fase 1d.* Un evidente allineamento di erratici, di dimensioni da metriche a decametriche, esteso per 150 m, si trova sulla piana proglaciale interna all'anfiteatro,



Fig. 4 - Allineamento di erratici (fase 1d). Foto dell'agosto 1993.

ma sulla sinistra idrografica, discosta da questo di circa cinquanta metri (fig. 4). La tessitura del deposito, la sua litologia (si tratta unicamente di argilloscisti) e l'assenza di continuità sull'altro lato del sistema frontale fanno ritenere che gli erratici rappresentino un corpo di frana di crollo dai Corni Neri sul margine del ghiacciaio in prossimità della fronte.

Un transetto NW-SE, eseguito attraverso i depositi delle fasi 1-1d e dei depositi proglaciali connessi, è presentato in fig. 5. Una serie di scavi ha permesso di raggiungere un till di alloggiamento (diamict a supporto di matrice, sovraconsolidato), sul quale si appoggiano con superficie erosiva depositi fluvio-glaciali (sabbie ghiaiose e livelli di ghiaie a laminazione incrociata), che formano la piana proglaciale, incisa e terrazzata dal T. Trobio. Il letto a canali intrecciati di quest'ultimo giace depresso di 150-350 cm rispetto alla superficie della piana. Osservazioni dirette di uno degli scriventi (C. R.) consentono di attribuire la formazione del terrazzo — nella sua attuale configurazione — all'incisione operata dal T. Trobio nel 1987, a seguito di eccezionali piogge.

Gli erratici dell'unità 1d si appoggiano sull'unità più profonda e sono a loro volta sepolti da depositi fluvio-glaciali. Sul lato esterno dell'allineamento di erratici, i depositi fluvio-glaciali sono rilevati di circa 2 m sulla piana. Tale morfologia è interpretabile come terrazzo di kame.

*Fase 2.* Sul lato destro idrografico è ben individuabile, per un tratto di circa 400 m, un cordone rilevato di circa 1-2 m sulla soglia del gradino che delimita la

regione di confluenza del settore orientale del ghiacciaio con la lingua principale proveniente dal Pizzo Tre Confini. Tale cordone è interno al limite raggiunto dal ghiacciaio durante la fase 1. Sulla base della documentazione fotografica pubblicata da RICCI (1911: fig. 6), la morena risulta già deposta nel 1907, ma il ghiacciaio le è di poco discosto. Nel settore frontale della lingua principale non vi sono morfologie evidenti riferibili a questa fase. Sempre l'esame delle fotografie di RICCI consente di precisare che all'inizio del XX secolo la fronte del ghiacciaio aveva già liberato il dosso montonato che sostiene la piana culminante a quota 2438 m sulla tavoletta IGMI (fig. 3). Si può pertanto, probabilmente attribuire alla fase 2 un modesto cordone morenico frontale situato sulla sinistra idrografica, poco a valle del dosso, costituito da un allineamento serpeggiante di blocchi di argilloscisti, provenienti dagli sfasciamenti del Pizzo Recastello.

*Fase 3.* Un modesto cordone morenico laterale, semisepolto da coni di detrito attivi, è intuibile sulla sinistra idrografica alle pendici del Pizzo Recastello. A differenza del sistema più elevato attribuito alla fase 1, esso si abbassa rapidamente verso la piana proglaciale, senza però dare luogo ad un apparato frontale evidente. D'altra parte il segnale glaciologico, posizionato da NANGERONI nel 1929 (e siglato come N 29) sulla piana, appare interno all'invaso delineato dal cordone in esame, come confermato dalle fotografie. Si potrebbe pertanto attribuire ad una modesta fase di avanzata avvenuta all'inizio degli anni '20.

Tra 2400 e 2500 m si estende una pianura proglaciale, costituita da sottili spessori di till di ablazione privi di morfologia propria e di depositi fluvio-glaciali braided, che appoggiano sul substrato lapideo.

In prossimità della fronte attuale del Ghiacciaio del Trobio ovest sono individuabili coni e placche di ghiaccio mascherate da detrito, che danno luogo ad una morfologia irregolare di brevi dossi allungati ed incisioni operate dal torrente glaciale. Le placche rappresentano residui di un glacionevato di considerevole estensione, coperto da lobi di *debris flow* provenienti da un cono di detrito retrostante. Esso mascherava la fronte durante gli anni '70 ed '80 (cfr. PARISI, LUGARESÌ e RAVAZZI, 1989), ma nel 1993 risultava quasi completamente scomparso (fig. 14).

## 9. STORIA OLOCENICA DEL GHIACCIAIO DEL TROBIO

Le osservazioni sul campo suggeriscono che durante la sua storia olocenica il Ghiacciaio del Trobio non si sia mai spinto oltre la soglia di quota 2330 m.

Le morene e le altre evidenze geomorfologiche descritte nel cap. 8 sembrano infatti indicare che la massima estensione olocenica sia stata raggiunta al culmine della Piccola Età Glaciale.

All'esterno dell'anfiteatro morenico frontale (fase 1) sono state rilevate soltanto forme glaciali molto più antiche, che, per i caratteri pedogenetici, sono state attribuite al Tardiglaciale. Purtroppo le ricerche di torbiere, suoli sepolti o altro materiale databile con metodi radiometrici nei pressi dei depositi della fase 1 non hanno dato risultati.

Lo studio delle fonti storiche conferma che la cerchia morenica della fase 1 (più esterna) è riferibile alla Piccola Età Glaciale.

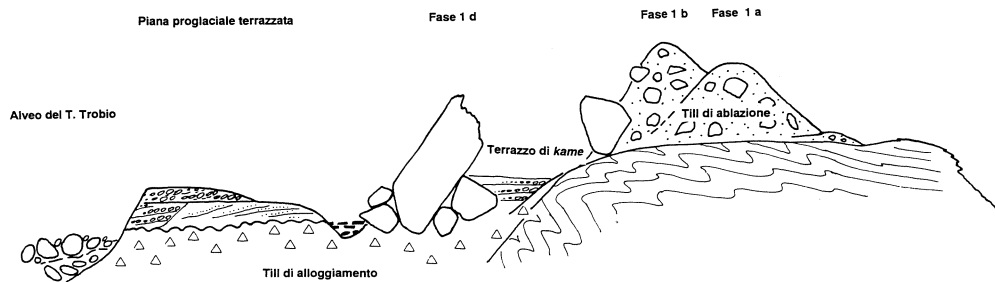


Fig. 5 - Sezione eseguita attraverso i depositi dell'anfiteatro della fase 1 e della piana proglaciale al suo interno.

La prima carta che fornisce informazioni attendibili è quella dello Stato Maggiore Austriaco (1833), che indica una posizione frontale esattamente coincidente con tale cerchia (fig. 7). Da ciò si deduce che il ghiacciaio raggiungeva la sua massima estensione storica intorno a quegli anni.

L'aspetto generale del ghiacciaio pochi anni dopo la sua massima espansione è ben raffigurato da un quadro di C. Galizzi dipinto intorno al 1920, presumibilmente sulla base di una stampa risalente al secolo scorso (fig. 8). Questo dipinto, conservato nella sede del CAI di Bergamo, per la sua estrema precisione rappresenta un interessante documento iconografico.

La ricostruzione del ghiacciaio al culmine della Piccola Età Glaciale è rappresentata nella fig. 9. La superficie totale calcolata è di 103 ha; la quota minima frontale è di 2330 m, mentre la linea d'equilibrio, calcolata con il metodo dell'AAR, è posta a quota 2550 m.

La struttura della cerchia morenica esterna indica una successione di almeno tre fasi di pulsazione positiva (testimoniate dagli archi morenici 1b, 1c, 1d di fig. 3), avvenute dopo il culmine della Piccola Età Glaciale. Nel 1885 la posizione della fronte appare, in base alla prima carta IGMI, arretrata di circa 120 m (fig. 10).

Dopo questo periodo di ritiro, una nuova piccola avanzata dovrebbe aver interessato il ghiacciaio alla fine del XIX secolo; tale evento ha lasciato i depositi indicati come fase 2.

All'inizio del XX secolo il ritiro è sicuramente ripreso, come testimoniato da RICCI, che visitò il ghiacciaio tra il 1901 e il 1910. La posizione indicata come 2 in fig. 9 mostra la posizione della fronte in base allo schizzo di RICCI (1911).

I dati riportati da RICCI (1911) sono mostrati nella tab. II.

Egli calcola inoltre una media dei ritiri «a dir vero di scarso valore» di circa 6 m annui per un ritiro totale di 54,3 m nel periodo 1901-1910.

Negli anni attorno al 1920 è documentata per molti ghiacciai alpini una temporanea fase di avanzata. Tale fase sembrerebbe testimoniata, per il Ghiacciaio del Trobio, da una piccola morena osservata sul versante sinistro (fase 3). Purtroppo non esistono documenti bibliografici riguardanti questo periodo.

Alla fine degli anni '20, il Ghiacciaio del Trobio costituisce ancora un unico apparato, ma cominciano ad evidenziarsi due distinte parti (fig. 11), denominate «fronte occidentale» e «fronte orientale» da NANGERONI (1932).

Nel 1929 NANGERONI (1932) rileva i dati presenti in tab. II (cfr. posizione 3 in fig. 9).

Dal 1933 in poi «si nota un sempre maggiore affiorare del gradino roccioso» (NANGERONI, 1934) che tende a separare il ghiacciaio in due distinti apparati (aree rocciose situate a S del cordone 2 in fig. 3), denominati Ghiacciaio Occidentale del Trobio (CGI 567) e Ghiacciaio Orientale del Trobio (CGI 566). Lo smembramento viene osservato nel 1942 da NANGERONI (1945: fig. 12).

Il Catasto dei Ghiacciai Italiani del 1961 riporta nuovi dati sul Ghiacciaio del Trobio (tab. II). Negli anni compresi tra il 1954 e il 1967 il ritiro delle fronti è regolare e meno rapido (fig. 13). Nel 1959-60 Cantù registra un progresso di 4 m (CANTÙ, 1962), osservato negli stessi anni anche per i Ghiacciai di Scais e di Redorta (CANTÙ, 1962 e 1966). Tra il 1960 ed il 1963 la copertura nevosa impedisce le misurazioni.

Tab. II - Misure effettuate sul Ghiacciaio del Trobio dai diversi Autori nel corso del XX secolo.

Anno	1911	1929	1958	1971	1992
Rilevatore	Ricci	Nangeroni	CGI	WGI	CGL
QUOTA FRONTE occidentale centrale orientale	2415 m	2425 m 2565 m	2450 m 2650 m	2480 m 2630 m 2610 m	2500 m 2645 m 2640 m
SUPERFICIE* occidentale centrale orientale	76,6 ha	85,7 ha	19 ha 15 ha	24 ha 5 ha 13 ha	21,5 ha 2,5 ha 7 ha
QUOTA LINEA DI EQUILIBRIO**	2620 m	2672 m		2630 m	2690 m

\* Ricci (1911), Nangeroni (1932), CGI (1961), Cantù (1964), WGI (1971) forniscono valori di superficie tra loro incongruenti o addirittura contrastanti.

\*\* Le quote sono calcolate con metodi differenti dai diversi Autori.

L'entità dei ritiri della fronte aumenta nuovamente sul finire degli anni '60 e porterà alla separazione, nel 1970, di una placca denominata Ghiacciaio Centrale del Trobio (CGI 566.1): dell'originario apparato rimangono tre piccole vedrette.

Il Catasto Internazionale dei Ghiacciai (WGI), pubblica i dati rilevati nel 1971, rappresentati nella tab. II. Tra la seconda metà degli anni '70 e il 1985 le abbondanti precipitazioni nevose favoriscono la formazione di una estesa placca di glacionevato che maschera completamente la fronte del Ghiacciaio occidentale. Tale episodio potrebbe coincidere con una leggera avanzata, documentata da oscillazioni positive delle fronti di molti ghiacciai alpini ed orobici (ad esempio il Ghiacciaio di Marovin nel 1984-85: BUTTI, 1986a e 1986b), ma che non lascia morene di neoformazione (osservazioni dirette degli scriventi).

Dal 1985 l'area di accumulo appare ridotta o del tutto scomparsa. Negli ultimi anni si è dunque osservato un forte calo di potenza degli apparati, quantificato in 16 m tra il 1985 ed il 1992 (osservazioni degli scriventi), sul lato destro idrografico del Ghiacciaio occidentale del Trobio.

Gli ultimi dati riguardanti il Ghiacciaio del Trobio sono riportati nel Catasto dei Ghiacciai Lombardi (CGL in GALLUCCIO e CATASTA, 1992) e riassunti in tab. II.

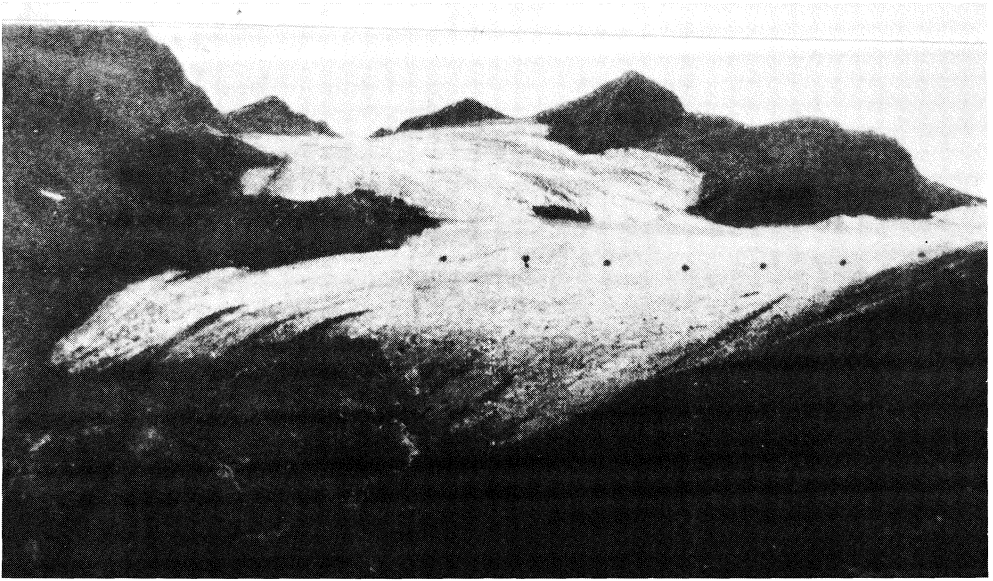


Fig. 6 - Il Ghiacciaio del Trobio nel 1906 (foto Ricci).

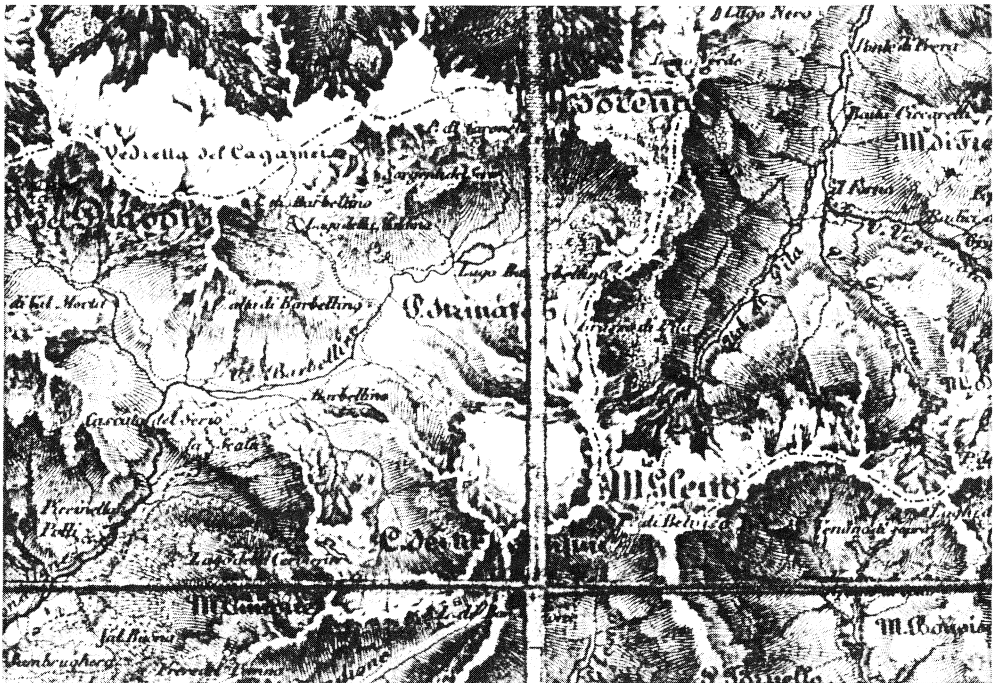


Fig. 7 - Carta dello Stato Maggiore Austriaco, 1833, dal foglio c3 scala 1:86.400.



Fig. 8 - Il Ghiacciaio del Trobio subito dopo il massimo della sua espansione (dipinto di C. Galizzi).

## 10. COLONIZZAZIONE DELLA VEGETAZIONE NELLE AREE PROGLACIALI

Il drastico ritiro del Ghiacciaio del Trobio, con conseguente liberazione di estese aree, ha determinato l'espansione degli habitat confacenti alle vegetazioni pioniere delle classi *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. *et al.* '47 e *Salicetea herbaceae* Br.-Bl. *et al.* '47. Questo fenomeno, generale per l'intero arco alpino, si presenta nelle vallate orobiche con aspetti peculiari dovuti alle quote relativamente basse ed alla presenza di entità floristiche locali endemiche e subendemiche (CREDARO e PIROLA, 1977).

Tuttavia, almeno a grandi linee, è possibile ricondurre abbastanza agevolmente tali vegetazioni a quelle note per i più elevati massicci centroalpini.

La distribuzione delle cenosi vegetali è stata studiata in rapporto con le fasi di ritiro del ghiacciaio nel periodo seguente alla fine della Piccola Età Glaciale. Sono state distinte a questo scopo le seguenti unità geomorfologiche:

*Aree non interessate dai ghiacciai per tutto l'Olocene* (esterne alla cerchia morenica olocenica) occupate da formazioni erbacee continue nelle aree stabili o da cenosi pioniere impostate su conoidi detritici attivi.

*Cerchia morenica frontale deposta durante la Piccola Età Glaciale*, ricca di frazione fine, con pendii poco acclivi e poco disturbata da cadute di detrito di falda dai versanti soprastanti. L'area è disponibile alla colonizzazione della vegetazione da circa 150 anni.

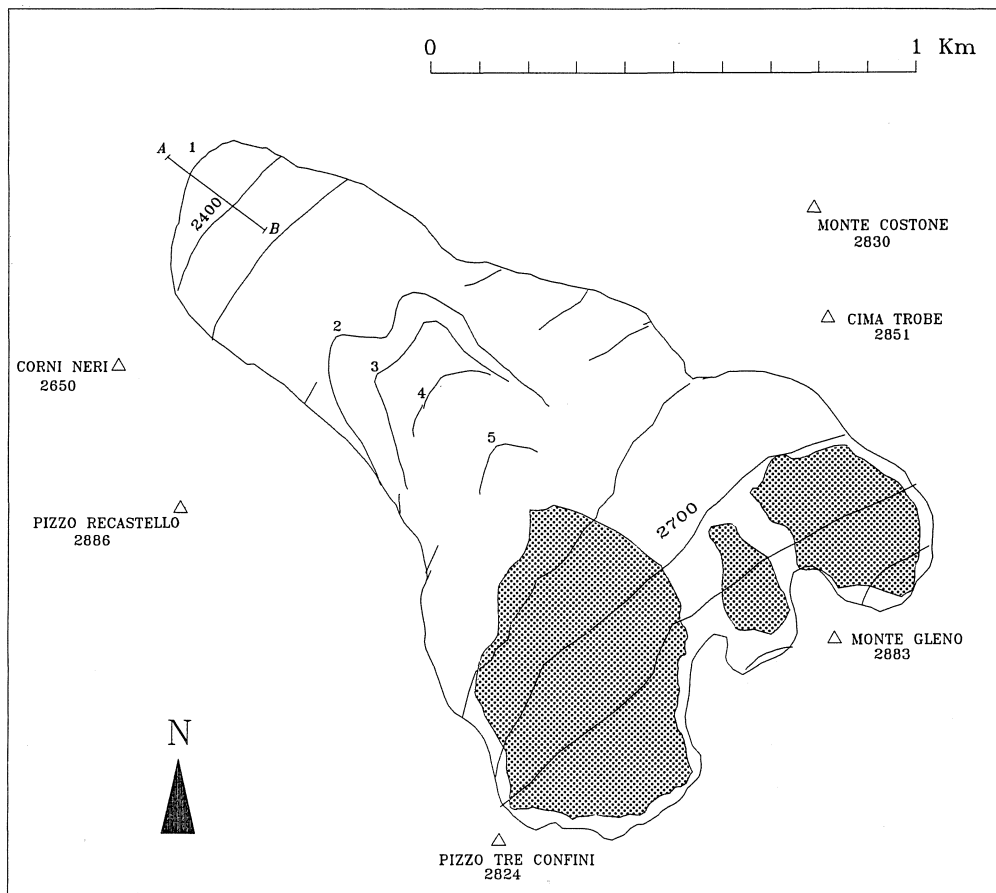


Fig. 9 - Ricostruzione della massima espansione durante la Piccola Età Glaciale (1) e successive posizioni della fronte rilevate nel XX secolo: 2) 1911 (Ricci); 3) 1929 (Nangeroni); 4) 1953 (Cantù); 5) 1967 (Marconi).

*Piana proglaciale immediatamente all'interno della morena frontale, piuttosto pianeggiante. È intagliata dall'alveo attuale del T. Trobio, ove il depauperamento della frazione fine favorisce l'insediamento della vegetazione dei greti.*

*Aree liberate a partire dagli anni '20; è questa la piana proglaciale attuale, occupata da associazioni pioniere in attiva colonizzazione.*

### 10.1. Aree esterne alla cerchia morenica della Piccola Età Glaciale

Sono occupate da praterie continue a dominanza di *Carex curvula* (curvuleti) nelle zone pianeggianti e di *Festuca scabriculumis* sui pendii più acclivi ed a esposizione più favorevole. Queste formazioni, in particolare le prime, rappresentano il mas-



simo grado di evoluzione raggiungibile nella zona. Occorre infatti ricordare che, nonostante l'altitudine relativamente modesta, l'area si mantiene ben al di sopra del limite potenziale della vegetazione arborea; tale limite appare situato a quote modeste (circa 2000 m, cfr. PIROLA, 1982; ANDREIS *et al.*, 1991) in alta Val Seriana in conseguenza di fattori climatici come la spiccata oceanicità ed ulteriormente depresso (intorno a 1900 m s.l.m.) in seguito ad interventi antropici.

I pendii a *Festuca scabriculumis* (varieti) interessano versanti esposti a sud ed a elevata acclività. Essi sono considerati stadi dinamici bloccati da fattori edafici e microclimatici conseguenti all'elevata pendenza e alla esposizione (ANDREIS e RINALDI, 1989).

Le formazioni a *Carex curvula* sono ben rappresentate sul versante destro della valle del Trobio, nelle aree in cui il disturbo da parte di fattori geomorfologici ed orografici è minimo. Nelle stazioni di impluvio con copertura nivale più prolungata il curvuleto tende ad arricchirsi di indicatori nivali (classe *Salicetea herbacea* Br.-Bl. *et al.* '47) come *Sibbaldia procumbens*, *Gnaphalium supinum* e *Salix herbacea*. Tali elementi mostrano talvolta la tendenza ad organizzarsi in aggruppamenti propri confinando il curvuleto sugli espluvi sassosi con suolo sottile. Qui esso appare assai impoverito floristicamente pur mantenendo la presenza delle specie maggiormente significative quali *Oreochloa disticha*, *Senecio incanus* e l'endemica *Primula daonensis*.



Fig. 10 - Carta I.G.M.I., 1885, dal Quadrante 19 III scala 1:50.000. Dai tipi dell'Archivio Topocartografico dell'IGMI, autorizzazione n° 3916 del 06.12.93.

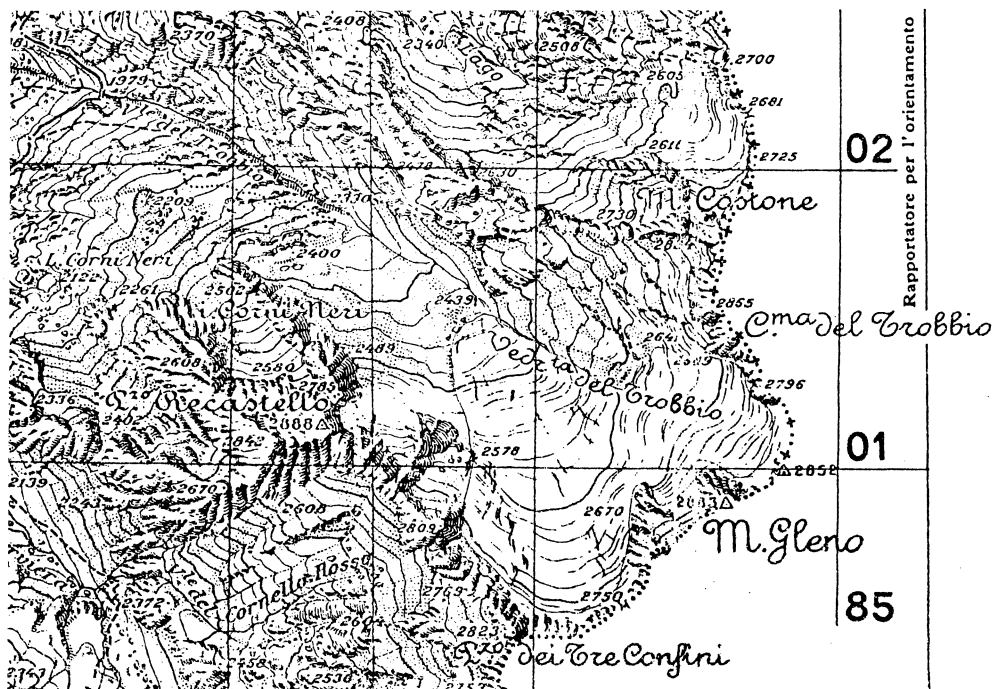


Fig. 11 - Carta I.G.M.I., 1934, dalla Tavolettina 19 III SO scala 1:25.000. Dai tipi dell'Archivio Topocartografico dell'IGMI - autorizzazione n° 3916 del 06.12.93.

Tali specie, insieme ad altre quali *Gentiana punctata* e *Leontodon helveticus*, testimoniano la riconducibilità dei curvuleti del Trobbio all'alleanza *Caricion curvulae* Br.-Bl. '25, e il loro probabile significato di aggruppamento climacico. La ridotta estensione e la povertà floristica si spiegano con la modesta altitudine e la mancanza di ampi spazi subpianeggianti nelle aree culminanti, fattori questi tipici dell'intera catena orobica dove il curvuleto non forma mai un orizzonte esteso e continuo.

Gran parte delle aree esterne alla cerchia morenica sono però interessate da processi morfogenetici gravitativi in gran parte ancora attivi, con accumuli di detrito dai pendii circostanti. Particolarmente imponenti sono quelli provenienti dal Pizzo Recastello, dalla Cima Trobe e dal Monte Gleno. Tali ambienti appaiono fortemente condizionati da fattori quali la continua caduta di detrito e il movimento del substrato, con conseguente continuo «ringiovanimento». La serie dinamica di colonizzazione delle aree proglaciali non può quindi avviarsi e si instaura perciò una vegetazione specializzata (*Thlaspieta rotundifolii* Br.-Bl. et al. '47). I litotipi dominanti nell'area, argilloscisti ed arenarie appartenenti alla Formazione di Collio, grazie al significativo tenore in calcio permettono la coesistenza di specie basifile (*Thlaspi rotundifolii* Br.-Bl. et Jenny '26) quali *Thlaspi rotundifolium*, *Papaver rhaeticum*, *Arabis alpina*, *Campanula cochlearifolia*, *Linaria alpina* e di specie acidofile (*Androsacion alpinae* Br.-Bl. et Jenny '26) tra cui *Ranunculus glacialis*, *Androsace alpina*, *Geum reptans*.



Fig. 12 - Il Ghiacciaio del Trobio subito dopo lo smembramento in due distinti apparati (foto Nangeroni, 1947).

## 10.2. Cerchia morenica frontale della piccola età glaciale

La cerchia morenica della Piccola Età Glaciale appare colonizzata da una vegetazione piuttosto ricca e complessa, con notevole grado di copertura (fino al 70%) e con una fisionomia caratterizzata da numerose specie pulvinate (*Saxifraga bryoides*, *Saxifraga panicolata*, *Silene acaulis*) accanto a numerosi individui e piccoli gruppi di graminacee e juncacee (*Poa alpina*, *Festuca quadriflora*, *Luzula alpino-pilosa* ecc.) e di arbusti nani (*Salix retusa*). Appaiono ben rappresentate le specie caratteristiche dell'alleanza *Androsacion alpinae* Br.-Bl. et Jenny '26, in cui viene tradizionalmente inquadrata la vegetazione delle morene silicee (CREDARO e PIROLA, 1975). Complessivamente questo aggruppamento appare inquadrabile nell'*Oxyrietum digynae* Br.-Bl. '26, associazione tipica di queste situazioni (CREDARO e PIROLA, 1977) come indicato dalla presenza di *Oxyria digyna*, *Geum reptans* e, caratteristiche di ordine superiore, *Saxifraga bryoides*, *Linaria alpina*, *Luzula spicata*.

Tuttavia risulta notevole il contributo di specie legate ad una persistente copertura nivale ed a uno stadio più avanzato di evoluzione dell'orizzonte organico del suolo (*Salicetea herbaceae* Br.-Bl. et al. '26) ed in particolare di *Luzula alpino-pilosa*, *Doronicum clusii*, *Leucanthemopsis minima*, *Veronica alpina*.

Si può quindi osservare una vegetazione di morena riconducibile all'*Oxyrietum digynae* Br.-Bl. '26 cui gli accumuli nevosi e il grado di humificazione, conferiscono un aspetto di transizione verso il *Luzuletum alpino-pilosae* Br.-Bl. '26. Quest'ultima

associazione è caratteristica dei pendii esposti a nord, lungamente innevati e ormai stabilizzati, e presenta spesso un significativo ingresso di specie di prateria. Tale aspetto è confermato per la morena del Trobio dalla presenza di specie esigenti (tra cui *Coeloglossum viride* e le già citate graminee).

La presenza di ampi spazi pianeggianti e la natura del substrato (argilloscisti molto alterabili) permettono l'esistenza di questi aspetti di transizione verso condizioni più ospitali che non sono state rinvenute sulle morene di altri ghiacciai orobici, in particolare sul versante valtellinese (CREDARO e PIROLA, 1977).

Sul versante destro idrografico, al contatto tra i cordoni morenici e i conoidi detritici, si osserva una vegetazione peculiare dominata fisionomicamente da *Cirsium spinosissimum*, *Achillea nana*, *Luzula alpino-pilosa* e *Doronicum clusii*. Questi aggruppamenti sono rinvenibili anche altrove sulle Alpi Orobie e sono di difficile interpretazione; sembrano tuttavia legati a pendii con buona disponibilità di acqua e nutrienti; ciò è sottolineato dalla presenza di specie quali *Agrostis schraderana* e *Deschampsia caespitosa*. Appare notevole l'affinità tra queste cenosi e quelle descritte da LASEN (1982, 1983) per le Alpi Feltrine, interpretate come transizione tra la classe dei *Salicetea herbaceae* e quella dei *Betulo-Adenostyletea* Br.-Bl. '48.

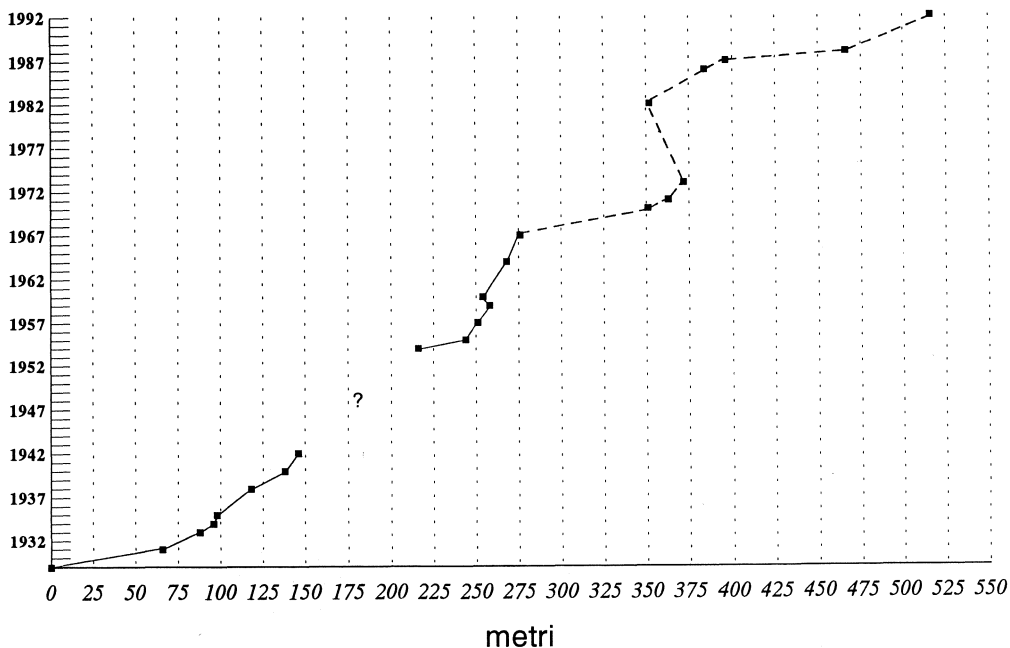


Fig. 13 - Curva tempo-distanza della fronte del Ghiacciaio del Trobio (Trobio Ovest dal 1942). La curva è stata costruita sui dati dei Bollettini del Comitato Glaciologico Italiano integrati dai catasti (CGI e WGI). Lo zero è riferito al 1929, anno in cui iniziano misurazioni continue. L'interruzione della curva tra il 1942 e il 1954 indica un periodo privo di rilevamenti. Dal 1967 la curva ha un valore puramente indicativo, poiché molti dati riportati dai rilevatori del Comitato Glaciologico non sono stati considerati attendibili, falsati dalla presenza di placche di ghiaccio morto e dall'eccessivo innevamento.

### 10.3. Aree immediatamente interne alla cerchia morenica frontale

Le piane proglaciali adiacenti alla cerchia morenica della Piccola Età Glaciale sono state abbandonate dal ghiacciaio nella seconda metà del XIX secolo. La colonizzazione da parte della vegetazione negli ultimi 100 anni è avvenuta con modalità differenti a seconda della granulometria del substrato.

Nelle aree ove i depositi fluvioglaciali conservano una significativa frazione fine (sabbie e limi), la copertura vegetale si avvicina significativamente per composizione floristica a quella della morena frontale, anche se si assiste ad un drastico calo del numero di specie (26 contro le oltre 40 rilevate sulla morena), con scomparsa di quelle più esigenti. Viceversa appaiono specie più schiettamente pioniere (ad es. *An-*



Fig. 14 - Placche di ghiaccio morto alla fronte del Ghiacciaio Occidentale del Trobio (foto del settembre 1992).

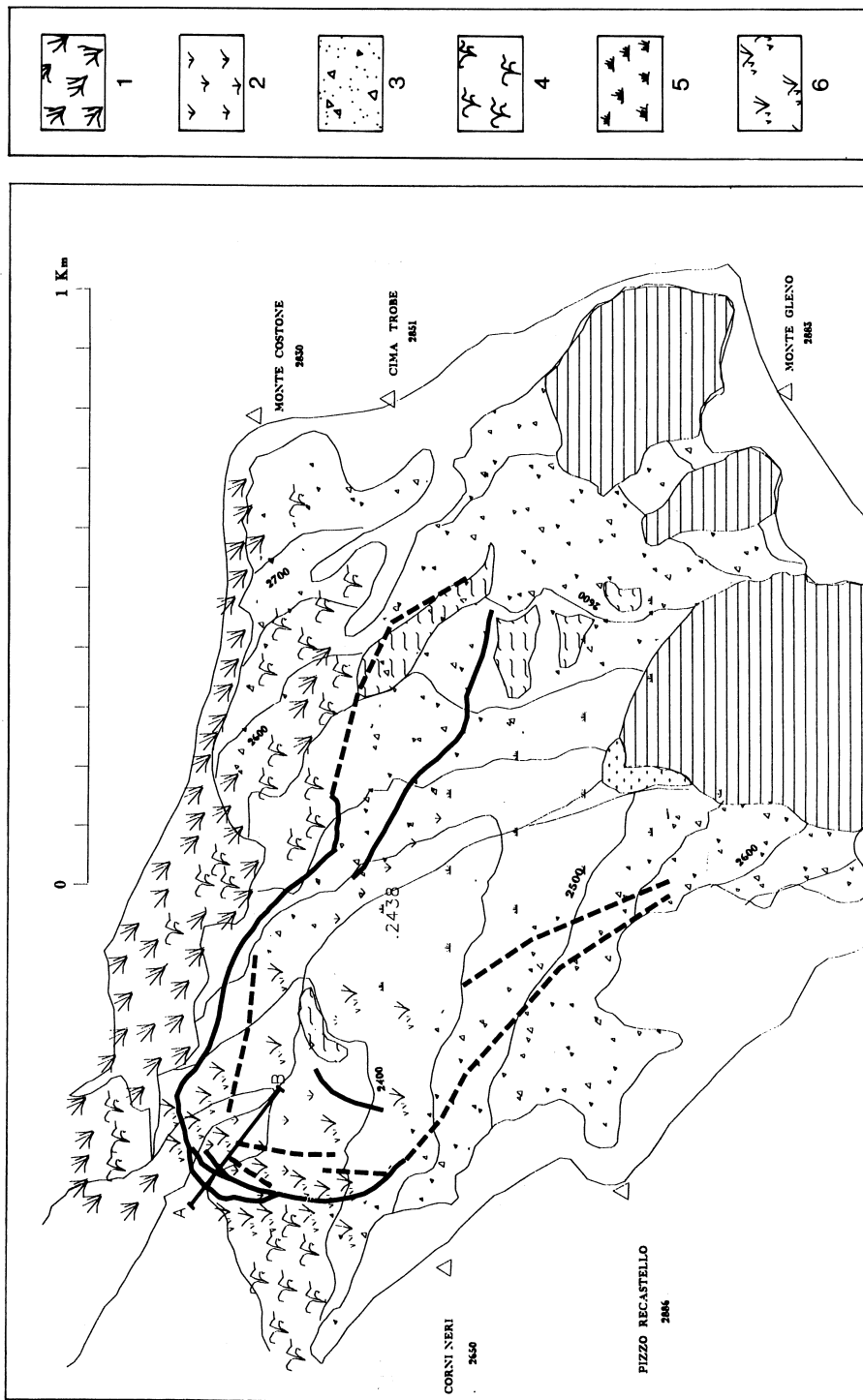


Fig. 15 - Carta delle principali tipologie di vegetazione rilevate in alta valle del Trobiolo in rapporto ai depositi glaciali. 1: pendii a *Festuca scabriculumis*; 2: vegetazione dei greti; 3: vegetazione dei conoidi detritici; 4: praterie a *Carex curvula*; 5: aggruppamenti pionieri ad *Androsace alpina*; 6: cenosi pioniere a *Oxyria digyna* e *Luzula alpino-pilosa*.

*drosace alpina*). La vegetazione appare nettamente dominata da specie a pulvino, che raggiungono le coperture massime (*Saxifraga bryoides*, *Silene acaulis*); ancora significativa appare anche la copertura di *Salix retusa*. Fatte salve queste differenze, tali aggruppamenti sembrano ancora riconducibili a quelli descritti per la morena frontale.

L'alveo del torrente glaciale dovrebbe essere occupato da una vegetazione specializzata nella colonizzazione dei greti (*Epilobietum fleischeri* Hochst), segnalata per i ghiacciai del versante valtellinese delle Orobie (CREDARO e PIROLA, 1977).

Nell'area in esame, tuttavia, non sembra di poter riconoscere questa associazione, mancando le specie caratteristiche, come ad esempio *Scrophularia canina* e lo stesso *Epilobium fleischeri*. La presenza di detrito grossolano sembra invece favorire l'ingresso di specie dei circostanti ghiaioni e di quelle meglio adattate a condizioni sfavorevoli (*Saxifraga seguieri*, *Androsace alpina*) che riconducono all'*Androsacetum alpinae* Br.-Bl. et Jenny '26, associazione pioniera di condizioni estreme. Significativa è anche la presenza di specie calcofile quali *Silene quadridentata*.

#### 10.4. Aree liberate a partire dagli anni '20

All'interno dei cordoni morenici degli anni '20 (fase 3) la vegetazione si presenta ad uno stadio iniziale di colonizzazione. Le coperture sono scarsissime (intorno al 10%) ed il numero di specie cala drasticamente (13 specie rilevate). Le uniche entità in grado di presentare coperture di un certo rilievo (intorno al 5%) sono *Androsace alpina*, *Saxifraga oppositifolia* e, in subordine, *Linaria alpina* e *Oxyria digyna*. Le inospitali condizioni della piana proglaciale e il breve tempo disponibile per la colonizzazione permettono l'insediarsi di associazioni fortemente specializzate come l'*Androsacetum alpinae* cui probabilmente tendono questi aggruppamenti.

Le immediate vicinanze della fronte glaciale appaiono spoglie di vegetazione, fatta eccezione per qualche isolato pulvino di *Androsace alpina*, *Saxifraga oppositifolia* o *Ranunculus glacialis*, con copertura del tutto trascurabile.

### 11. CONCLUSIONI

Lo studio geomorfologico dei depositi glaciali del Circo del Trobio ha messo in evidenza tre fasi principali di accumulo del materiale morenico, riferibili alla culminazione della Piccola Età Glaciale ed a modeste oscillazioni positive verificatesi alla fine del XIX secolo e intorno al 1920. Queste ultime due fasi di avanzata sono state osservate in molti altri ghiacciai lombardi (Pisgana: BARONI e CARTON, 1991; Forni: PELFINI, 1988) ed alpini (una sintesi è riportata in STRADA, 1988).

Si è ipotizzato che la massima estensione olocenica del Ghiacciaio del Trobio coincida con la posizione raggiunta dalla lingua durante la Piccola Età Glaciale. Questo dato conferma l'idea che le avanzate oloceniche dei ghiacciai lombardi siano state della stessa entità di quelle della Piccola Età Glaciale e che solo eccezionalmente ne abbiano superato i margini (OROMBELLI e PELFINI, 1985; BARONI e CARTON, 1990a, 1990b, 1991).

Nell'arco degli ultimi 150 anni, il Ghiacciaio del Trobio ha perso il 69,2% della

sua superficie (cfr. fig. 9). Questo dato è molto più elevato di quello medio rilevato nell'area dell'Ortles-Cevedale (30-40% sec. PELFINI, 1989) e degli altri apparati orobici, in particolare di quelli situati sul versante valtellinese.

Bisogna però ricordare che il bacino del Ghiacciaio del Trobio è scarsamente sviluppato in altitudine, ed è quindi più sensibile alle variazioni della linea di equilibrio.

Infatti il calcolo di quest'ultimo valore per la Piccola Età Glaciale (2610 m) e per la situazione attuale (2690 m), fornisce un innalzamento di 80 m, valore prossimo a quello medio misurato nelle Alpi Centrali.

Dal punto di vista morfogenetico, l'aspetto più saliente riguarda lo scarso volume del materiale deposto dal ghiacciaio. In accordo con le osservazioni di PELFINI (1989), ciò dipenderebbe dalla scarsa estensione della superficie non coperta da ghiaccio nel bacino a monte e dalla modesta inclinazione media dei versanti. Le morene sono infatti più numerose ed importanti sul versante sinistro idrografico del Ghiacciaio del Trobio, nel tratto ove esso riceveva abbondanti detriti crioclastici dalle alte rupi del Pizzo Recastello.

I maggiori ghiacciai del versante valtellinese delle Orobie, situati in differenti condizioni morfologiche, sono provvisti di imponenti apparati morenici di età storica (in particolare i ghiacciai di Porola, delle Fascere e di Cagamei). D'altro canto, anche piccoli corpi glaciali orobici, impostati allo sbocco di corridoi di valanga, sono chiusi entro alti cordoni di età storica (Ghiacciai di Valmorta e del Pizzo del Salto).

Lo studio della dinamica vegetazionale sulle morene del XIX e XX secolo ha messo in evidenza un grado evolutivo generalmente modesto: le cenosi più complesse (aggruppamenti a pulvinate con gruppi di *Poa alpina* e *Luzula alpino-pilosa*) sono situate unicamente nelle aree più ripide sul fianco meridionale delle morene della fase 1, ove l'innevamento è meno limitante per la durata della stagione vegetativa.

Anche in queste condizioni, comunque, non sono state rilevate vegetazioni continue.

Lo studio comparativo del fattore tempo nella dinamica della vegetazione nelle Alpi su differenti apparati della Piccola Età Glaciale è attualmente in corso (cfr. ANDREIS *et al.*, 1992). In via preliminare possiamo osservare che la velocità della colonizzazione è marcatamente influenzata dalla disposizione altimetrica dei piani altitudinali, a parità di altre condizioni ecologiche. Nel caso dell'apparato morenico del Ghiacciaio del Trobio, situato ben al di sopra del limite potenziale della vegetazione arborea, la dinamica vegetazionale appare molto lenta.

Rispetto a quanto noto per i ghiacciai del versante settentrionale delle Alpi Orobie (CREDARO e PIROLA, 1977) si può rilevare una complessiva affinità sul piano floristico, in particolare per quanto riguarda la specie endemiche o comunque a ridotta distribuzione che differenziano gli ambienti proglaciali orobici da quelli centroalpini (CREDARO e PIROLA, 1975, 1977) come *Viola comollia*, *Rhodiola rosea*, *Corydalis lutea*. È inoltre possibile un'omologazione delle cenosi riconosciute in Valle del Trobio con quelle descritte per il versante orobico settentrionale. Sembrano tuttavia evidenziarsi alcune differenze fondamentali quali la mancanza di una vera e propria vegetazione dei greti e la presenza di una transazione graduale tra le cenosi pioniere della piana proglaciale e quelle più evolute delle successive cerchie moreniche, come pure tra le vegetazioni delle morene e quelle legate alla permanenza del manto nevoso (qui rappresentate dal *Luzuletum alpino-pilosae*).

Queste differenze possono in gran parte spiegarsi con fattori morfologici: mentre i ghiacciai del versante valtellinese (soprattutto quelli afferenti al gruppo Scais-Coca) si trovano in valloni stretti ed estremamente ripidi, l'alta Valle del Trobio, con la sua morfologia più dolce, presenta ampi spazi subpianeggianti che permettono una migliore espressione dei gradienti ecologici.



## RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano il prof. G. Orombelli, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano, promotore della ricerca, per i consigli e l'incoraggiamento, nonché per la revisione del manoscritto; il prof. C. Andreis, del Dipartimento di Biologia, Sezione di Botanica Sistemática dell'Università degli Studi di Milano, per i consigli e la rilettura critica del testo ed il prof. F. Forcella, del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDREIS C. e RINALDI G., 1989 - *Contributo alla conoscenza delle praterie a Festuca scabriculum subsp. luedii del versante meridionale delle Alpi Orobie*. Riv. Mus. civ. Sc. Nat. «E. Caffi», 14: 81-98.
- ANDREIS C., CERABOLINI B. e RAVAZZI C., 1991 - *Rapporti tra vegetazione di Vaccinio-Piceetea, evoluzione geomorfologica e podzolizzazione in alta Val Brembana (Alpi Orobie)*. Giorn. Bot. It., 125 (3): 417.
- ANDREIS C., CERABOLINI B. e RAVAZZI C., 1992 - *Colonizzazione delle aree proglaciali del Ghiacciaio del Lys liberate dopo la Piccola Glaciazione*. Giorn. Bot. It., 126 (2): 439.
- AZZONI A. e ZANCHI A., 1989 - *Itinerari geologici in Val Seriana*. CAI, Itinerari naturalistici e geografici attraverso le montagne italiane. Tamari, Bologna.
- BARONI C. e CARTON A., 1990a - *Variazioni oloceniche della Vedretta della Lobbia (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 13: 105-119.
- BARONI C. e CARTON A., 1990b - *Variazioni glaciali oloceniche nel gruppo del M. Adamello*. Mem. Soc. Geol. It., 45: 877-882.
- BARONI C. e CARTON A., 1991 - *Vedretta di Pisgana (Gruppo dell'Adamello). Geomorfologia e variazioni oloceniche della fronte*. Natura Bresciana, 26: 5-34.
- BELLONI S. e PELFINI M., 1990 - *La nevosità in Lombardia nel periodo 1964-1973*. Natura Bresciana, 25: 63-108.
- BUTTI M., 1986a - *Ghiacciaio di Marovin. Relazione della campagna glaciologica 1984. Ghiacciai del Gruppo Orobie*. Boll. Com. Glac. It., 9 (1): 30.
- BUTTI M., 1986b - *Ghiacciaio di Marovin. Relazione della campagna glaciologica 1985. Ghiacciai del Gruppo Orobie*. Boll. Com. Glac. It., 9 (2): 123.
- BUTTI M., 1992 - *Ghiacciaio di Marovin*. In: GALLUCCIO A. e CATASTA G. (ed.) - *Ghiacciai in Lombardia*. Bolis, Bergamo: 330-331.
- CANTÙ G., 1956-1968 - *Relazioni sulle campagne glaciologiche. Alpi Orobie*. Boll. Com. Glac. It., s. II, 7 (1956): 101, 10 (1961): 186-187; 11 (1962): 120-122; 12 (1962): 123-124; 13 (1966): 107-110; 14 (1964): 187-188; 15 (1965): 168-170; 16 (1968): 20-21.
- CASATI P., 1969 - *Strutture nella Formazione di Collio (Permiano inferiore) nelle Alpi Orobie*. Natura, 60 (4): 301-312.
- CASATI P., 1971 - *Lineamenti strutturali delle Alpi Meridionali. Il Sedimentario Subalpino ad Ovest della Val Camonica*. In: *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 19 - Tirano*. Servizio Geologico d'Italia, Roma: 91-94.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE - COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1961 - *Catasto dei ghiacciai italiani: anno geofisico 1957-58. III: Ghiacciai della Lombardia e dell'Ortles-Cevedale*. Torino: 388 pp.
- CREDARO V. e PIROLA A., 1975 - *La vegetazione della Provincia di Sondrio*. Amministrazione Provinciale di Sondrio, Sondrio: 104 pp.
- CREDARO V. e PIROLA A., 1977 - *Esempi di vegetazione nivale sulle Alpi Orobie (gruppo Scais-Coca)*. Atti Accad. Scienze Ist. di Bologna. Cl. Sc. Fis. anno 265, rendiconti n. s., 13, t. 4: 87-101.
- DE SITTER L. U., 1963 - *La structure des Alpes Lombardes*. Livre à la mémoire du Prof. Paul Fallot, Paris 2: 245-256.
- GAETANI M. e JADOUL F., 1979 - *The structure of the Bergamasc Alps*. Rend. Acc. Naz. Lincei, 8, 66 (5): 411-416.
- GALLUCCIO A. e CATASTA G. (ed.), 1992 - *Ghiacciai in Lombardia*. Ed. Bolis, Bergamo.

- KUROWSKY L., 1889 - *Die vertheilung der vergletscherlung in den Ostalpen*. Bericht über das XV Vereinjahr der Verein der Geogr. a. d., Univ., Wien.
- LASEN C., 1982 - *Vegetazione nivale a Luzula alpino-pilosa nelle Alpi Feltrine*. St. Trent. Sc. Nat., 59 Act. Biol.: 31-40.
- LASEN C., 1983 - *La vegetazione di Erera-Brendal-Compotorondo*. Studia Geobotanica, 3: 127-169.
- LUGARESÌ C., 1991 - *Relazioni della campagna glaciologica 1989. Ghiacciai del Gruppo Orobic 567. Ghiacciaio Occidentale del Trobio od Occidentale del Gleno*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 13 (1990) (2): 230.
- LUGARESÌ C., 1992 - *Il versante meridionale delle Orobic*. In: GALLUCCIO A. e CATASTA G. (ed.) - *Ghiacciai in Lombardia*. Bolis, Bergamo: 347-361.
- LUGARESÌ C. e RAVAZZI C., 1992 - *Relazioni della campagna glaciologica 1990. Ghiacciai del Gruppo Orobic: 567. Ghiacciaio Occidentale del Trobio*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14 (1991) (2): 297.
- MAIRONI DA PONTE G., 1808 - *Sulla montagna del Barbellino nel distretto del Serio*. Verona.
- MARCONI C., 1969-1973 - *Relazioni sulle campagne glaciologiche Valle Seriana (Gruppo: Orobic)*. Boll. Com. Glac. It., 17 (1969): 78-79; 18 (1970): 122-126; 19 (1971): 147-149; 20 (1972): 172; 21 (1973): 123-126.
- NANGERONI G., 1931 - *Osservazioni sulla tettonica delle Alpi Orobic Orientali*. Boll. Soc. Geol. It., L (2): 249-253.
- NANGERONI G., 1932 - *Il glacialismo attuale sulle Alpi Orobic*. Boll. Com. Glac. It., 12: 227-267.
- NANGERONI G., 1938 - *Morfologia del gruppo del Sella e della regione Barbellino*. Pubbl. Univ. Cattolica S. Cuore, Milano: 35-62.
- NANGERONI G., 1930-1945 - *Relazioni sulle campagne glaciologiche alpi Retiche. Gruppo Alpi Orobic*. Boll. Com. Glac. It., 10 (1930): 14-15; 14 (1934): 274-277; 15 (1935): 229-231; 16 (1936): 284; 19 (1939): 221; 21 (1941): 189-190; 23 (1945): 130-132.
- OBERDORFER E., 1977 - *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Teil I, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- OROMBELLI G. e PELFINI M., 1985 - *Una fase di avanzata glaciale nell'Olocene superiore, precedente alla Piccola Glaciazione, nelle Alpi Centrali*. Rend. Soc. Geol. It., 8: 17-20.
- OTTONE C. e ROSSETTI R., 1980 - *Condizioni termo-pluviometriche della Lombardia*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, XXIX: 27-48.
- PARISI B., 1976-1983 - *Relazioni sulle campagne glaciologiche. Ghiacciai del Gruppo Orobic*. Boll. Com. Glac. It., 24 (1976): 143-144; 25 (1977): 130-131. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1 (1978) (1): 94; 2 (1979) (2): 151-152; 3 (1980) (2): 113-114; 4 (1981) (2): 176-177; 6 (1983) (1): 91-92.
- PARISI B., LUGARESÌ C. e RAVAZZI C., 1987-1989 - *Ghiacciaio occidentale del Trobio o del Gleno o dei Tre Confini. Relazione della campagna glaciologica 1986 e 1987, Ghiacciai del Gruppo Orobic*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 10 (1987): 263-265; 11 (1988): 160; 12 (1989) (2): 192.
- PELFINI M., 1988 - *Contributo alla conoscenza delle fluttuazioni glaciali oloceniche del Ghiacciaio dei Forni (Gruppo Ortles-Cevedale, Sondrio)*. Natura Bresciana, 24: 237-257.
- PELFINI M., 1989 - *Morfogenesi glaciale olocenica in alcune valli del gruppo Ortles-Cevedale*. Mem. Soc. Geol. It., 42: 381-390.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna, 3 voll.
- PIROLA A., 1982 - *Aspetti peculiari della vegetazione delle Orobic*. Atti Conv. «Attività silvo-pastorali e aree protette». 26-27 giugno. Corteno Golgi (BS). Quaderni Camuni, Nadro di Ceto: 57-84.
- PORRO C., 1925 - *Elenco dei ghiacciai italiani (monografia statistica)*. Parma.
- RICCI L., 1911 - *Prime osservazioni fisiche sul Ghiacciaio del Trobio (Alpi Bergamasche)*. Riv. Geogr. It., 5: 267-278.
- RICCI L., 1921 - *Sui tipi di ghiacciai delle Alpi Orobic*. Atti VIII Congr. Geogr. It.: 1-7.
- RICCI L., 1922 - *Osservazioni geografiche sulla catena orobica*. Universo, v. III.
- STRADA E., 1988 - *Le variazioni del Ghiacciaio del Lys dalla «Piccola Glaciazione» ai giorni nostri*. Natura Bresciana, 24: 275-288.
- WORLD GLACIER INVENTORY, 1988 - *Catasto Internazionale dei Ghiacciai*. Zurigo.
- ZANCHI A., CHIESA S., GILLOT P. Y., CHINAGLIA N., ABEBE T., DE TONI S. e BOTTIN R., 1990 - *Tectonic evolution of the Southern Alps in the orobic region: structural analysis and geochronology*. 75° Congr. Soc. Geol. It., Riassunti Posters: 149.

## CARTOGRAFIA

- BACLER D'ALBE L. A., 1792 - *Carta dello Stato Maggiore napoleonico*.  
I.G.M.I., 1885 - *Carta topografica. Quadr. 19 III, scala 1:50.000*.  
I.G.M.I., 1889 - *Carta topografica. Foglio 19 - Tirano, scala 1:75.000*.  
I.G.M.I., 1907 - *Carta topografica. Foglio 19 - Tirano, scala 1:100.000*.  
I.G.M.I., 1934 - *Carta topografica. Tavoletta 19 III SE Schilpario, scala 1:25.000*.  
REGIONE LOMBARDIA, 1980 - *Carta Tecnica Regionale. Sezione D3a4 Lago del Barbellino, scala 1:10.000*.  
STATO MAGGIORE AUSTRIACO, 1883 - *Carta del Regno Lombardo-Veneto. Foglio C3, Scala 1:86.400*.

Indirizzo degli Autori:

MARCO CACCIANIGA e PAOLO ZUBIANI, Dipartimento di Biologia, Sezione di Botanica Sistemati-  
ca, Università degli Studi, via Celoria 26 - 20133 MILANO

CESARE RAVAZZI, Dipartimento di Scienze della Terra, Unità di Bergamo, Piazza Cittadella 4 - 24129  
BERGAMO

APPENDICE 1

RILIEVI FITOSOCIOLOGICI

n. rilievi	Localizzazione	Tipologia	Quota	Esposizione	Copertura
1	Fianco destro della valle del Trobio all'esterno della cerchia morenica olocenica	Curvuleto	2550	NW	70%
2	Morena frontale della Piccola Età Glaciale	Oxyrieto ricco	2340	NW	65%
3	Interno della Morena della Piccola Età Glaciale, su depositi di contatto glaciale poco selezionati	Affine al Ril. 2 ma con dominanza di forme a pulvino	2340	NW	60%
4	Presso il rilievo 3 su depositi fluvioglaciali grossolani	Vegetazione litofila dei greti	2340	NW	50%
5	Piana proglaciale interna alla morena degli anni '20	Vegetazione litofila pioniera ad <i>Androsace alpina</i>	2450	N	10%
6	Ghiaione non consolidato presso il Ghiacciaio Trobio Est	Vegetazione litofila dei detriti di falda	2700	W	20%

1 2 3 4 5 6

THLASPIETEA ROTUNDIFOLII

<i>Linaria alpina</i>	. + r ++ 1
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	. + + + + .
<i>Cerastium uniflorum</i>	. . . + . . .
<i>Campanula cochlearifolia</i>	. + + . . .

THLASPIETALIA ROTUNDIFOLII E THLASPION ROTUNDIFOLII

<i>Arabis alpina</i>	. . + + r 1
<i>Hutchinsia alpina</i>	. . . + . . .
<i>Papaver rhaeticum</i>	. . . + . +
<i>Thlaspi rotundifolium</i>	. . . + . 1

ANDROSACETALIA ALPINAE E ANDROSACION ALPINAE

<i>Cardamine resedifolia</i>	. + . + r r
<i>Saxifraga bryoides</i>	. 1 2 + . .
<i>Achillea nana</i>	. + . . . .
<i>Ranunculus glacialis</i>	. r . + r +
<i>Doronicum grandiflorum</i>	. 1 . . . r
<i>Adenostyles glabra</i>	. . . + . +

ANDROSACETUM ALPINAE

<i>Saxifraga seguieri</i>	. . . + . .
<i>Androsace alpina</i>	. . r + + +

OXYRIETUM DIGYNAE

<i>Oxyria digyna</i>	. + + + r l
<i>Geum reptans</i>	. + r + r l

SALICETEA HERBACEAE

<i>Veronica alpina</i>	. r r + . .
<i>Sedum alpestre</i>	. r . . . r

SALICION HERBACEAE

<i>Leucanthemopsis minima</i>	r r + + r +
<i>Arenaria biflora</i>	. . . + . .
<i>Gnaphalium supinum</i>	r . . . . .
<i>Soldanella pusilla</i>	+ . . . . .
<i>Sibbaldia procumbens</i>	r . . . . .
<i>Salix herbacea</i>	2 + . . . . .

LUZULETUM ALPINO-PILOSAE

<i>Luzula alpino-pilosa</i>	+ 2 + + . +
<i>Doronicum clusii</i>	. + . + . .

CARICETEA CURVULAE

<i>Juncus trifidus</i>	+ r . . . .
<i>Luzula spicata</i>	. + . . . .

CARICETALIA CURVULAE E CARICION CURVULAE

<i>Primula daonensis</i>	+ . . . . .
<i>Senecio incanus</i>	+ + r . . .
<i>Carex curvula</i>	3 . . . . .
<i>Pedicularis kernerii</i>	+ + . . . .
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	. + . . . .
<i>Armeria alpina</i>	. . . . +
<i>Luzula lutea</i>	. . + . . .
<i>Minuartia sedoides</i>	r . . . . .

ALTRE SPECIE

<i>Gentiana kochiana</i>	+ . . . . .
<i>Potentilla aurea</i>	+ . . . . .
<i>Gentiana punctata</i>	l . . . . .
<i>Leontodon helveticus</i>	l . . . . .
<i>Antennaria dioica</i>	. . + . . .
<i>Viola comollia</i>	. + . + . l
<i>Rhodiola rosea</i>	. + . . . .
<i>Erigeron uniflorus</i>	. + + . . .
<i>Artemisia genipi</i>	. + + . . .
<i>Saxifraga aizoides</i>	. r . . r .
<i>Silene quadridentata</i>	. . . + . .
<i>Trifolium thalii</i>	. l . . . .
<i>Poa alpina</i>	. + l + . +
<i>Antennaria carpathica</i>	r + . . . .
<i>Coeloglossum viride</i>	. r . . . .
<i>Salix retusa</i>	. l l . . .
<i>Festuca scabriculumis</i>	+ . . . . .
<i>Potentilla nitida</i>	. + . . . .

<i>Hieracium morisianum</i>	. + . . . .
<i>Euphrasia alpina</i>	. . + . . . .
<i>Ligusticum mutellina</i>	r . . . . .
<i>Saxifraga paniculata</i>	. l + . r .
<i>Myosotis alpestris</i>	. r . + . . .
<i>Taraxacum alpinum</i>	. . + + . . .
<i>Carex sempervirens</i>	l . . . . .
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	r . . . . .
<i>Galium anisophyllum</i>	. . + . . . .
<i>Silene acaulis</i>	+ + 2 + . . .
<i>Cirsium spinosissimum</i>	. . . . . r
<i>Bartsia alpina</i>	+ + . + . . .
<i>Leontodon montanus</i>	r l . . . . .
<i>Saxifraga exarata</i>	. . . r . +
<i>Polygonum viviparum</i>	+ + . . . . .
<i>Vaccinium uliginosum</i>	+ . . . . .
<i>Festuca quadriflora</i>	. + + . . . .
<i>Poa</i> cfr. <i>cenisia</i>	. + . . . . .
<i>Salix</i> sp.	. . + . . . .
<i>Primula latifolia</i>	+ . r . . . .
<i>Homogyne alpina</i>	+ . . . . .

## PROFILI PEDOLOGICI

**Profilo n. 1**

Valle del Trobio, sinistra idrografica, quota 1970 m, UTM 32TNS82350211. Sommità di un modesto cordone morenico orientato lungo la linea di massima pendenza del versante. Il profilo è probabilmente decapitato alla sommità dell'orizzonte Bs.

*Vegetazione:* Arbusteto chiuso a *Rhododendron ferrugineum* e *Vaccinium myrtillus* con sporadici esemplari di Larice ed aree residue di pascolo ad *Agrostis schraderana* ed *Avenella flexuosa*.

*Classificazione proposta* (sistema francese): podzol alpin dégradé.

A <sub>0h</sub>	0-5 (10) cm	lettiera di ericacee.
A <sub>2</sub>	5 (10)-30 cm	sabbioso, grigio chiaro (10 YR 4/2), ricco di radici sottili verticali scarsamente ramificate; aggregazione poliedrica fine debolmente espressa. Limite inferiore abrupto, ondulato.
II B <sub>sp</sub>	30-45 cm	sabbioso limoso, rossastro (5 YR 4/6); scheletro poco abbondante; aggregazione poliedrica fine mediamente espressa; radici come sopra. Limite inferiore chiaro.
II B <sub>spC</sub>	45-55 cm	orizzonte di transizione, caratterizzato da una graduale diminuzione di intensità di rosso ed un aumento dello scheletro.
II C	50-70 cm	diamict a supporto di matrice sabbioso debolmente alterata, pietre fino a decimetriche (metapeliti, argilloscisti), disposte caoticamente. Passa gradualmente a diamict inalterato.

**Profilo n. 2**

Soglia a quota 2390 m alla base della parete nord dei Corni Neri, UTM 32TNS83180185. Pendio debolmente inclinato verso SSE, con rocce montonate affioranti, esterno all'anfiteatro morenico attribuito alla Piccola Età Glaciale. Occasionalmente viene raggiunto dalla caduta di pietre dalla scarpata dei Corni Neri.

*Vegetazione:* Prateria a *Carex curvula*, *Leontodon helveticus*, *Salix herbacea*.

*Classificazione proposta* (sistema francese): sol podzolique humifère (peu évolué).

A <sub>00</sub>	0-2 cm	lettiera (moder).
A <sub>0/A1</sub>	2-14 cm	orizzonte misto, molto humifero, sabbioso-limoso, nero. Aggregazione scarsamente espressa. Limite inferiore chiaro.
B <sub>sp-h</sub>	14-25 cm	sabbioso limoso, scheletro scarso costituito da ciottoli centimetrici di metaarenarie del substrato, alterati in superficie; grigio-bruno molto scuro (10 YR 3/2), con patine rossastre (7.5 YR 4/6) soprattutto sulla superficie dei ciottoli. Limite inferiore chiaro.
BC	25-35 cm	orizzonte di transizione; mostra un graduale incremento del contenuto in scheletro e la diminuzione dell'espressione dell'orizzonte di illuviazione.
C	35-45 cm	ghiaie sabbiose, a clasti centimetrici di medio arrotondamento.
R		metaarenarie. Superficie lisciata dall'abrasione glaciale, scarsamente alterata.

In prossimità delle rocce montonate affioranti si osservano frequentemente lobi di geliflusso che scivolano dai fianchi delle rocce medesime e determinano una ripetizione della parte superiore della pedosequenza. Un profilo aperto in un lobo è risultato composto dai seguenti orizzonti:

A <sub>1</sub>	45 cm	orizzonte misto molto potente, sabbioso-limoso, humifero, grigio-scuro; scheletro scarso; aggregazione debolmente espressa; limite inferiore abrupto.
----------------	-------	---

II A <sub>0</sub>	45-53 cm	orizzonte organico sepolto, sabbioso-limoso, nero; aggregazione assente; limite inferiore chiaro.
II A <sub>2</sub>	53-59 cm	sabbioso, grigio, aggregazione assente; limite inferiore chiaro.
II C	59-70 cm	ghiaie sabbiose, a clasti centimetrici di medio arrotondamento.
R		metaarenarie; superficie lisciata dall'abrasione glaciale.

### Profilo n. 3

Pendio interno della morena costituente l'anfiteatro più esterno, nel settore sulla destra idrografica, quota 2380 m, UTM 32TNS83460182. Profilo rilevato in corrispondenza delle zolle di vegetazione.

*Vegetazione:* Zolle pioniere discontinue a *Cirsium spinosissimum*, *Luzula alpino-pilosa*, *Papaver rhaeticum*.

*Classificazione proposta* (sistema francese): régosol initial.

A <sub>1</sub>	(da 0 a 3 cm)	orizzonte humifero (mull).
AC	0/3-15	diamict fine a supporto di matrice, ricco di radici di <i>Luzula</i> fortemente intrecciate, con modesto contenuto di sostanza organica (base della zolla consolidata dalle radici).
C		diamict a supporto di matrice ghiaiosa fine, clasti centimetrici di argilloscisti.