

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

La dinamica della vegetazione periglaciale nella Valle della Ventina (Val Malenco, Lombardia) in relazione ai processi fluvioglaciali

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/6w51g67p>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 26(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Pirola, Augusto
Parolo, Gilberto
Credaro, Vera
et al.

Publication Date

2005

DOI

10.21426/B626110534

Peer reviewed

La dinamica della vegetazione periglaciale nella Valle della Ventina (Val Malenco, Lombardia) in relazione ai processi fluvioglaciali

AUGUSTO PIROLA*, GILBERTO PAROLO*, VERA CREDARO*
e MANUELA PELFINI**

* *Università di Pavia, Dipartimento di Ecologia del Territorio,
via S. Epifanio 14, I-27100 Pavia
e-mail: pirola@et.unipv.it*

** *Università di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra,
via Mangiagalli 34, I-20133 Milano
e-mail: manuela.pelfini@unimi.it*

Key words: pioneer communities, biodiversity, periglacial vegetation, glacier forelands, fluvioglacial processes.

SUMMARY

Periglacial vegetation dynamic in the Ventina Valley (Malenco Valley, Lombardy), in relation to fluvioglacial processes. The aim of this work is to describe the plant communities belonging to the Ventina glacier forelands (Disgrazia group) and their relationships with the age of the glacial deposits and the fluvioglacial processes. The vegetation complexes of the glacier forelands, placed during front variations of the Ventina glacier, are composed mainly of stress-tolerant, microthermic and oligotrophic communities, collocated in the primary succession of the colonization series. Two plant communities, new for the Alps, are described: *Salix breviserrata* community (*Rhododendro-Vaccinion*) and *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum* community (*Androsacion alpinae*). In the Ventina glacier forelands two morainic arcs are partially submerged by fluvioglacial deposits; these two arcs are covered by subalpine vegetation with relatively mature soil respect to the nearest alluvial substrata, colonized by pioneer vegetation, typical of the gravely alluvial and scree habitats. The morainic arcs located to the higher altitude, attributable to the more recent periods (end of '800 and between 1915 and 1923) are covered by typical nival vegetation. In spite of the episodic nature of the colluvial processes, if the sedimentation should go on, the morainic arcs will be totally submerged, with the gradual disappearance of the more evolutes plant communities.

INTRODUZIONE

La dinamica della vegetazione in aree periglaciali rappresenta una tematica molto esplorata sin dagli inizi del XX secolo e ancora attuale. Questi ambienti, caratterizzati da climi freddi, accompagnati non di rado da processi crionivali o

da eventi geomorfologici improvvisi e intensi, si rivelano ostili alla colonizzazione da parte delle specie vegetali. I processi erosivi della roccia madre, i fenomeni gravitativi, la sedimentazione a opera di acqua, neve e vento costituiscono i principali vettori di accumulo locale di polveri e sedimenti fini, importanti nel fornire un primo substrato colonizzabile dalle specie vegetali (Körner, 1999). Ne deriva, soprattutto nelle fasi iniziali, un'estrema eterogeneità della vegetazione discontinua, che ha spesso portato, in questi ambienti, allo sviluppo di studi di carattere dinamico, basati sulla presenza/assenza, tempi di ingresso e autoecologia delle singole specie vegetali (Caccianiga e Andreis, 2004), valutati nel divenire del tempo in aree estese (Richard, 1973, 1987; Burga, 1999; Gandini, 2003) o in aree permanenti, di limitata estensione (Hofer, 1992; Pirola e Credaro, 1994; Burga et al., 2004). Nelle aree proglaciali, la complessità della vegetazione è spiegabile non solo in termini di età del deposito, cui corrisponde un maggiore o minore grado di maturità del suolo, ma anche considerando la meso- e microtopografia (Parolo, 2003), le condizioni ambientali locali e, più in generale, il mesoclima e la fascia vegetazionale di riferimento (Matthews, 1992). Variazioni repentine di distribuzione delle comunità vegetali, anche su scala ridotta, sono da imputare alla presenza di particolari microhabitat (Parolo et al., 2005), definibili a livello locale in base alla durata della copertura nevosa, alla morfologia del substrato, all'età dei depositi e all'eventuale manifestarsi di fenomeni crionivali (Pirola, 1958, 1959; Pirola e Credaro, 1994; Rossi et al., 2000). Specie o comunità vegetali, in equilibrio con determinate condizioni ambientali, subiranno variazioni distributive o di composizione floristica qualora tali condizioni dovessero alterarsi, come nel caso di un incremento di temperatura (Körner, 1999); inoltre, le risposte biologiche saranno tanto più intense se l'entità del cambiamento è correlata a variazioni meso-ambientali dovute al manifestarsi periodico o occasionale di eventi geomorfologici degradativi, quali quelli documentati per la nostra area di studio (Casartelli et al., 1992; Pelfini e Smiraglia, 1994).

L'area oggetto del presente studio è ubicata nel gruppo del Monte Disgrazia (3.678 m s.l.m.), nel vallone glaciale della Ventina (Fig. 1), ove l'omonimo ghiacciaio ha depositato una serie di argini morenici sui quali si sono successivamente avviati processi di colonizzazione da parte delle specie vegetali. Tra gli argini morenici si estendono pianori prevalentemente ghiaioso-sabbiosi più o meno ampi, messi in posto dall'azione delle acque e della gravità. In questo contesto geomorfologico si è determinata la formazione di due differenti ecotopi, caratterizzati dalle diverse condizioni ambientali presenti sui cordoni morenici e nelle piane intramoreniche. I primi, costituiti da materiale eterogeneo, si rivelano tendenzialmente più aridi e sottoposti a condizioni ambientali più rigide, da imputare a una precoce fusione del manto nevoso e al verificarsi di fenomeni erosivi legati a intensi eventi piovosi (*splash erosion*); le piane intermoreniche, invece, pur avendo una maggiore disponibilità idrica,

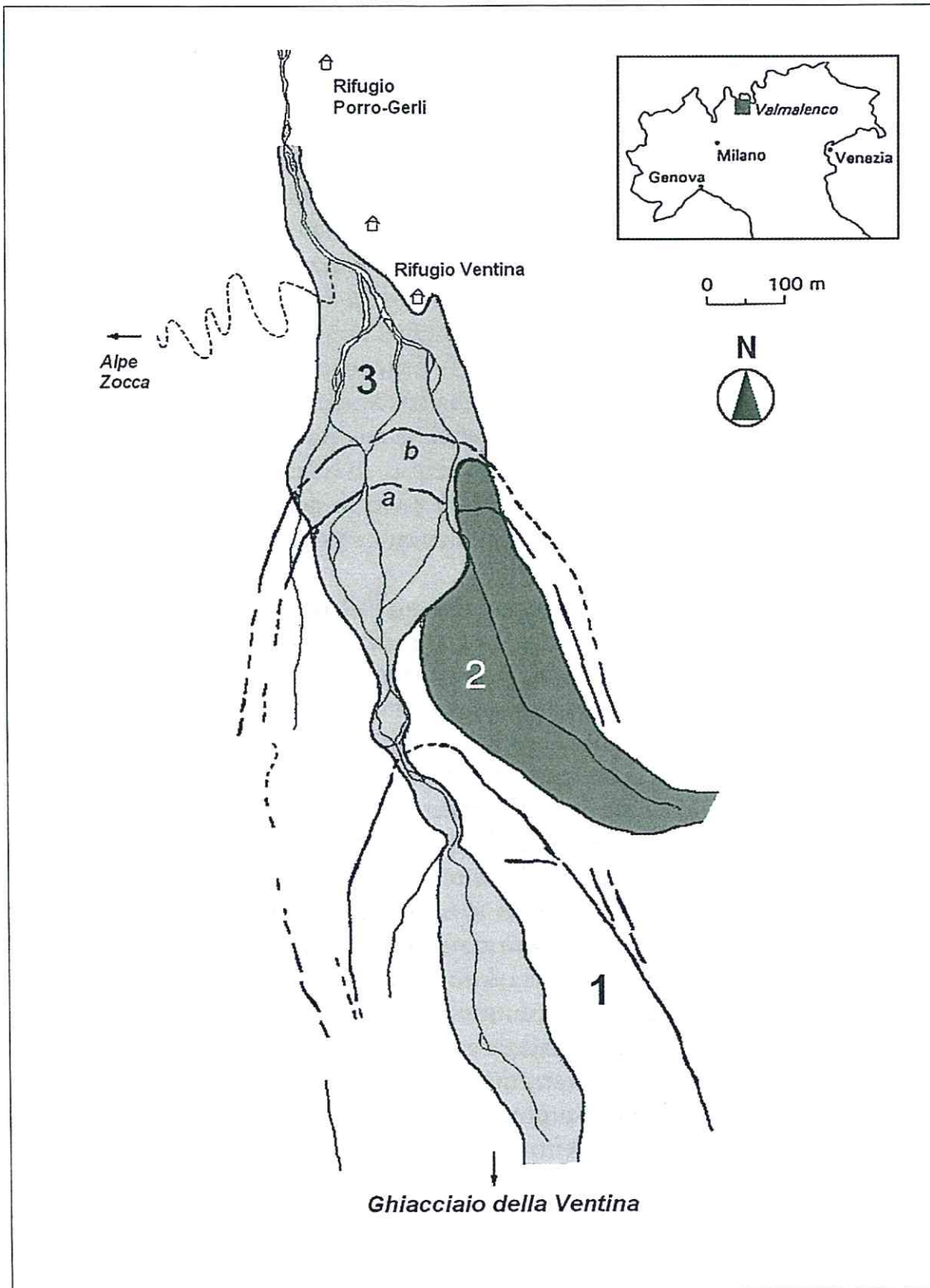


Fig. 1 - La Valle della Ventina (da Pelfini e Smiraglia, 1994, modificata). Con *a* e *b* sono indicati i due argini morenici citati nel lavoro. 1- area di affioramento dei depositi glaciali; 2- area interessata da fenomeni di tipo *debris flows*. 3- area dominata da processi di tipo torrentizio.

subiscono processi di ringiovanimento durante le esondazioni delle numerose aste torrentizie presenti, mantenendo la vegetazione in stadi discontinui pionieri. Nel caso specifico i due argini morenici oggetto di studio (a e b di Fig. 1) testimoniano alcune fasi glaciali tra quelle attualmente documentate nella valle della Ventina. La loro espressione morfologica risulta scarsamente evidente in confronto a quella degli argini ubicati più a monte anche in relazione al fatto che appaiono più o meno profondamente “affogati” da detriti di diversa genesi. Orombelli (1987) sulla base di osservazioni preliminari sullo studio dei licheni, ipotizza che la morena più interna delle due risalga alla prima metà del XIX secolo, e quella più settentrionale, la più esterna, almeno al XVII secolo. In uno studio più recente (Pelfini e Smiraglia, 1994), viene segnalata nell’area compresa tra la morena olocenica più esterna e quella retrostante, la presenza di un ceppo di larice *in situ*, la cui datazione collocherebbe la nascita dell’albero tra il 1180 e il 1295. Tale ritrovamento rimetterebbe in discussione l’attribuzione cronologica al XVII secolo dell’argine più esterno in quanto se l’albero fosse nato dopo la messa in posto della morena esterna, quest’ultima dovrebbe essere stata deposta prima del XII secolo.

Gli argini morenici in questione appaiono affogati da ciottoli e blocchi serpentinitici sub arrotondati (con diametro da centimetrico a pluridecimetrico, talora immersi in una matrice sabbioso limosa), provenienti dallo smantellamento dei depositi glaciali retrostanti e di versante. I primi appartengono a un apparato morenico latero-frontale che prende origine circa 300 metri più a monte degli argini e che si sviluppa per quasi un chilometro e mezzo verso sud; i secondi vengono rimobilizzati all’interno di un modesto solco vallivo che si individua tra la parte terminale della vistosa morena laterale destra del Ghiacciaio del Ventina e uno spuntone roccioso. I detriti sono messi in posto da fenomeni impulsivi di tipo *debris flows* e dalle esondazioni delle aste torrentizie, alcune delle quali abbozzano piatti conoidi. L’area retrostante ai due argini e, in minor misura, quella tra loro racchiusa, è soggetta a notevoli modificazioni morfologiche per l’accumularsi di lobi di *debris flows* e per l’azione dei torrenti che, nella piana proglaciale a monte del rifugio Ventina, subiscono nel corso dell’anno consistenti variazioni di percorso. L’alluvione del 1987, ad esempio, ha deposto sui depositi precedenti uno strato di detriti di almeno 40 cm (Pelfini e Smiraglia, 1994). Mentre il ricoprimento verso monte degli argini è connesso alla normale attività di sedimentazione dei processi fluvio-glaciali e di versante, il seppellimento del lato a valle dell’argine morenico più esterno è verosimilmente imputabile a un fenomeno di sovralluvionamento a fronte di un possibile sbarramento, suggerito da una serie di indizi, verificatosi in prossimità del gradino di quota 1960 presso il Rifugio Porro. Il seppellimento di forme e depositi antichi, da parte degli attuali processi di degradazione, è un fatto comune e frequente nell’ambito dell’evoluzione di un qualsiasi paesaggio.

Tuttavia va sottolineato che nell'ambiente alpino d'alta quota, gli episodi di sedimentazione determinano accumuli ingenti, anche di spessore molto diverso tra loro, in tempi relativamente brevi per la grande disponibilità di detriti già presenti nelle vicinanze (depositi di versante e soprattutto glaciali), facilmente mobilizzabili dalla gravità e dalle acque che agiscono e scorrono su aree con elevata energia di rilievo. Nel caso oggetto del presente studio, i detriti che "affogano" gli argini morenici in questione provengono per la maggior parte dallo smantellamento della estesa coltre di depositi glaciali, abbandonati a seguito del recente ritiro avvenuto dalla fine della Piccola Età Glaciale a oggi, in tempi particolarmente accelerati in relazione anche alla tipologia degli eventi climatici (precipitazioni brevi e intense, alti valori di precipitazione) e ai pronunciati fenomeni di ablazione glaciale con conseguente maggior disponibilità di acqua nelle aste torrentizie. La vegetazione che si sviluppa sui due archi morenici in questione è di tipo subalpino con suolo relativamente evoluto rispetto ai substrati alluvionali circostanti, colonizzati invece da vegetazione pioniera, propria dei suoli iniziali, in parte anche percorsi da acque superficiali. L'accumulo di detriti sta lentamente causando la sommersione dei due cordoni morenici *a* e *b* di Fig. 1, portando alla graduale perdita di uno dei due ecotipi. Gli archi morenici posti a quote superiori, attribuiti a periodi più recenti (fine '800 e tra gli anni 1915-1923) sono occupati da un'enclave di vegetazione tipicamente alpino-nivale.

Quali scenari evolutivi si possono ipotizzare nella copertura vegetale se la sommersione dei due archi morenici dovesse portarsi a compimento? Il presente contributo ha lo scopo di evidenziare gli effetti di tali variazioni in atto e di prevedere i possibili cambiamenti nel paesaggio vegetale del vallone della Ventina.

METODI

Il rilevamento della vegetazione è stato eseguito secondo l'approccio sociologico della scuola di Zurigo-Montpellier (Braun-Blanquet, 1964), riferendosi a superfici significative diverse in funzione dell'area minima della vegetazione rilevata. I dati originali sono stati trasformati nella scala di van der Maarel (1980) per l'elaborazione statistica; la matrice numerica ottenuta è stata rielaborata con il programma Syn-Tax (Podani, 2001). Sia i rilievi che le specie sono stati sottoposti a classificazione gerarchica utilizzando come misura di somiglianza la *similarity ratio* (Westhoff e van der Maarel, 1978) e come criterio agglomerativo il legame medio. Per la nomenclatura dei *taxa* si è fatto riferimento ad Aeschmann et al. (2004). Nell'ottica di evidenziare il comportamento delle comunità rilevate in relazione al grado di humus presente nei suoli è stato esaminato per ogni rilievo il valore indicatore H di Landolt (1977) ponderato sulle coperture percentuali delle singole specie nei rilievi.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le elaborazioni statistiche effettuate sui rilievi fitosociologici mettono in evidenza la presenza di due differenti comunità vegetali discrete (dissimilarità $\sim 0,8$), corrispondenti ai gruppi I e II della *cluster* di Fig. 2, caratterizzate, e comprovate, da gruppi di specie elettive (rispettivamente gruppi 1a e 5 di Fig. 3).

Sulle cerchie moreniche si trova una comunità dominata da salici e larici isolati o a piccoli gruppi (Tab. I), afferente all'alleanza *Rhododendro-Vaccinion* per la

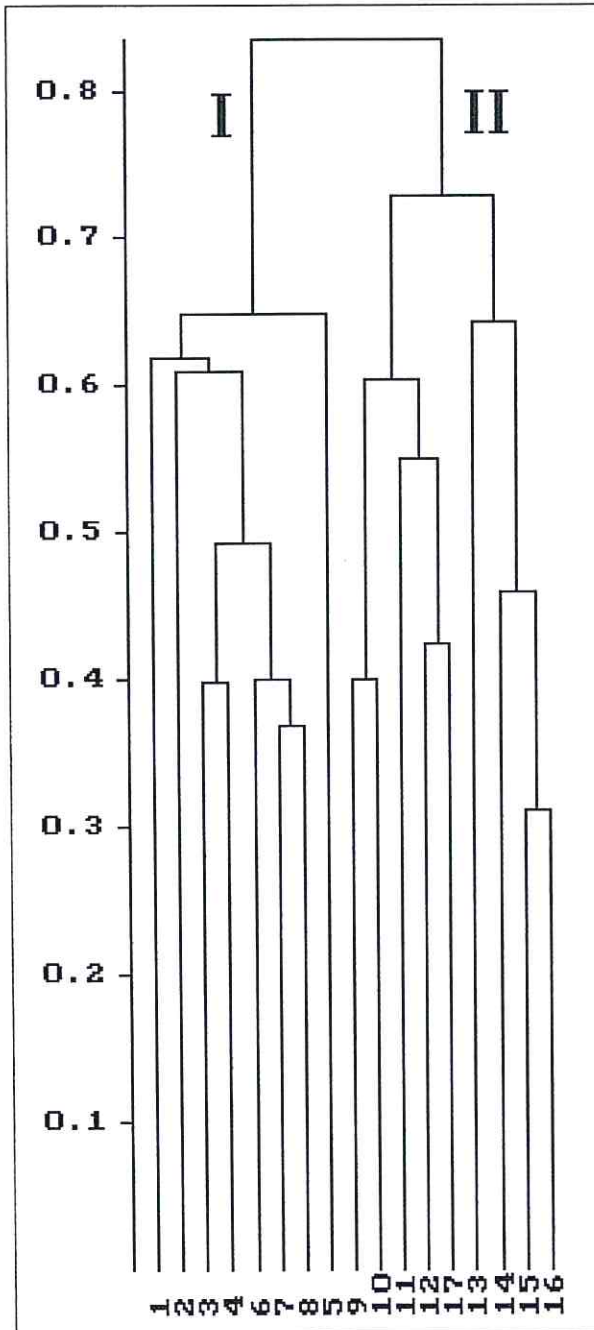


Fig. 2 - Classificazione gerarchica dei rilievi fitosociologici.

presenza di ericacee e di altre specie tipiche di questo *syntaxon* e delle unità superiori. La copertura è relativamente bassa per la disposizione dei salici a macchie separate da detriti occupati da specie erbacee di prateria e, in minore misura, da specie pioniere delle pietraie. In questo ambito si distingue una componente di specie basifile o neutrofile, favorite negli stadi meno evoluti, ma contrastate dal gruppo delle acidofile che si insediano nelle zolle dei salici. In relazione al basso numero di rilievi a disposizione e al non riscontro, da parte nostra, di situazioni simili già descritte per le Alpi riteniamo di indicare la comunità che occupa le cerchie moreniche con il nome provvisorio di "aggruppamento a *Salix breviserrata*". Sui substrati litoidi, dei pianori intermoreniche, con varie proporzioni di scheletro e materiale fine, si insedia invece una comunità caratterizzata da *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum*, *Poa laxa*, *Linaria alpina* e *Cerastium uniflorum*, ossia da specie colonizzatrici di substrati litoidi sciolti (Tab. II). Il corteggio delle specie alpine si ripartisce in due o tre gruppi che possono differenziare situazioni edafiche diverse per la quantità di sostanza organica accumulata e la

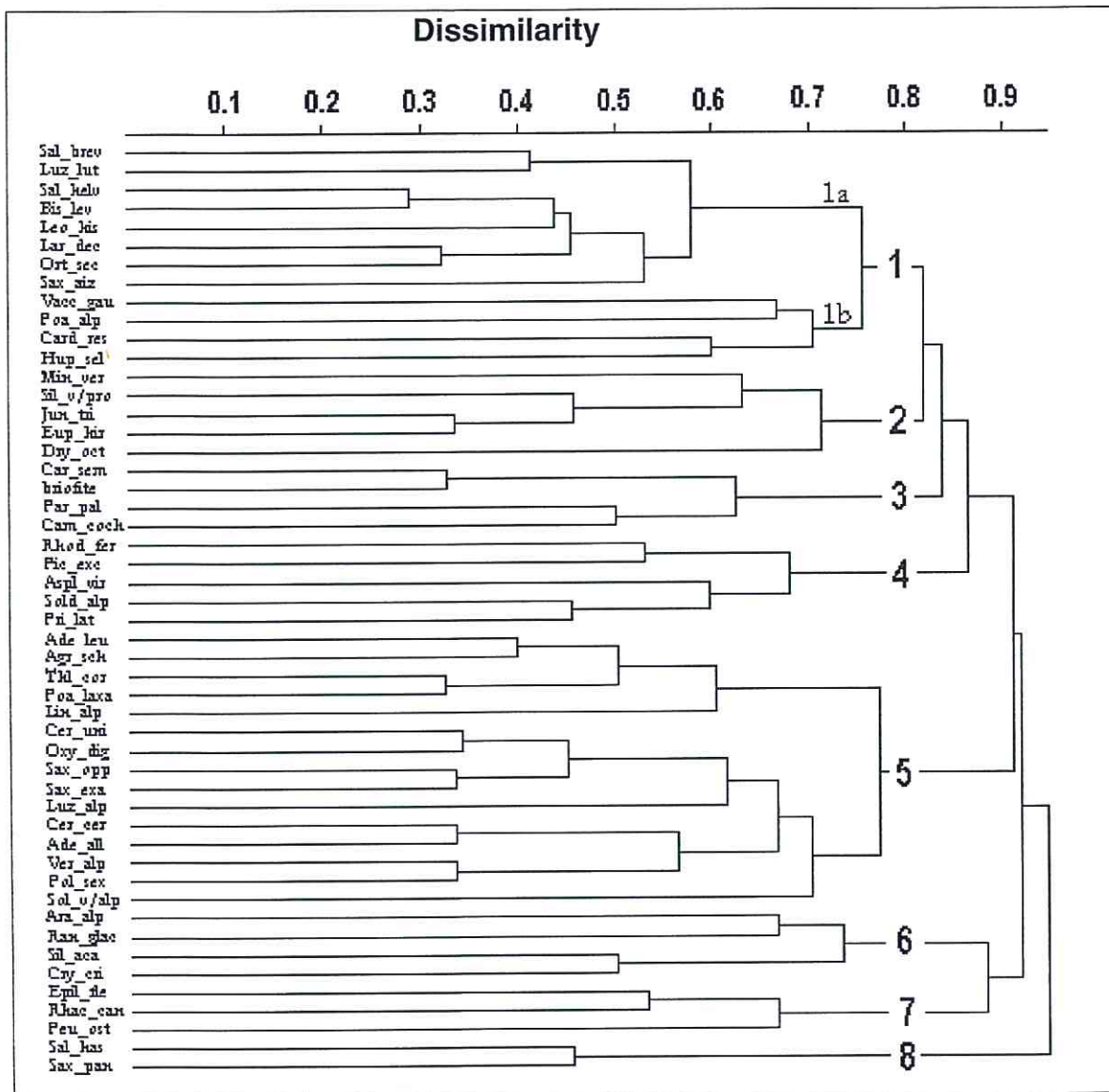


Fig. 3 - Classificazione gerarchica delle specie vegetali.

disponibilità di nutrienti. Si tratta quindi di una tipica comunità pioniera costituita da specie suscettibili di modificare in misura diversa il substrato nelle immediate vicinanze della rizosfera. La relativa eterogeneità della comunità a *Thlaspi* deve essere ulteriormente studiata per puntualizzare la sua posizione sintassonomica, ma già dai dati disponibili possiamo riconoscerne l'autonomia come "aggruppamento a *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum*", appartenente all'alleanza *Androsacion alpinae*. Altre situazioni, in cui però il *Thlaspi* ha un ruolo subordinato, sono descritte per le Alpi Occidentali, su substrati ofiolitici in alta Val di Cogne (Richard, 1991) e nel Parco Naturale dell'Argentera su depositi glaciali a tessitura fine (Barbero e Bono, 1967); in entrambi i casi, e in analogia con quanto da noi riscontrato, la specie è tipica di substrati litoidi incoerenti, caratterizzati da pH tendente al neutro, come testimoniato dalla presenza sia di *Achillea nana* sia di

Linaria alpina. Tuttavia, nel nostro caso, il corteggio di specie afferenti all'alleanza *Androsacion alpinae* indica una progressiva acidificazione dei substrati.

Sempre sui pianori intermorenici, in prossimità dei canali di ruscellamento diffuso, è presente una comunità a *Epilobium fleischeri*, frammentata e di estensione ridotta, potenzialmente ascrivibile all'*Epilobietum fleischeri*.

Nonostante l'elettività dei due aggruppamenti di Tabb. I e II per i cordoni morenici e i pianori fluvioglaciali, l'aggruppamento a *Thlaspi* mostra una maggiore ampiezza ecologica, potendolo ritrovare anche su cordoni morenici che abbiano subito processi di erosione a opera delle acque piovane. Il diagramma di Fig. 4 mostra infatti una maggiore stabilità per la comunità a salici, contraddistinta da specie indicatrici di suoli con un buon grado di humus (valori 3, 4 e 5); l'aggruppamento a *Thlaspi*, invece, può essere suddiviso in tre aspetti, che sono espressione di diverse condizioni stazionali: uno stadio iniziale (ril. 13) paucispecifico e ricco di litofite, uno stadio evoluto (ril. 9, 10, 11, 12 e 17) diretto verso la comunità a *Salix breviserrata* e uno stadio soggetto a prolungato innevamento (ril. 14, 15 e 16), in cui emerge la presenza di specie dei *Salicetea herbaceae* e caratteristiche di suoli microtermi e discretamente umificati.

I processi fluvioglaciali, particolarmente attivi nel Vallone della Ventina, stanno seriamente compromettendo i saliceti presenti sui cordoni morenici, che vengono gradualmente sepolti da detriti provenienti da monte; le comunità detriticole a *Epilobium fleischeri* e a *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum* stanno invece andando incontro a un ampliamento della loro estensione, e la presenza soprattutto del *Thlaspi* sui cordoni morenici testimonia l'attiva dinamica regressiva cui questi sono sottoposti.

CONCLUSIONI

Nel Vallone glaciale della Ventina la vegetazione mostra una scala di variabilità relazionabile alle diverse condizioni microambientali presenti; in accordo con Bütler e Domergue (1997) il microrilievo può essere, infatti, la causa di un improvviso cambiamento di approvvigionamento di acqua e di un colluviamento di particelle fini, che può provocare un arricchimento locale in elementi nutritivi. Inoltre è stato osservato come sugli archi morenici la vegetazione possa mantenersi in uno stadio pioniero o regredire da stadi più stabilizzati dal punto di vista edafico, quando sia esposta a tensioni dovute all'erosione da parte delle acque piovane o, più in generale, alla progressiva sommersione dovuta a eventi di alluvionamento.

Le somiglianze floristiche osservabili tra le due comunità lasciano ipotizzare probabili rapporti dinamici, in analogia alle fasi fisionomico-ecologiche riscontrate da Richard (1987) per i depositi del ghiacciaio d'Aletsch, anch'essi

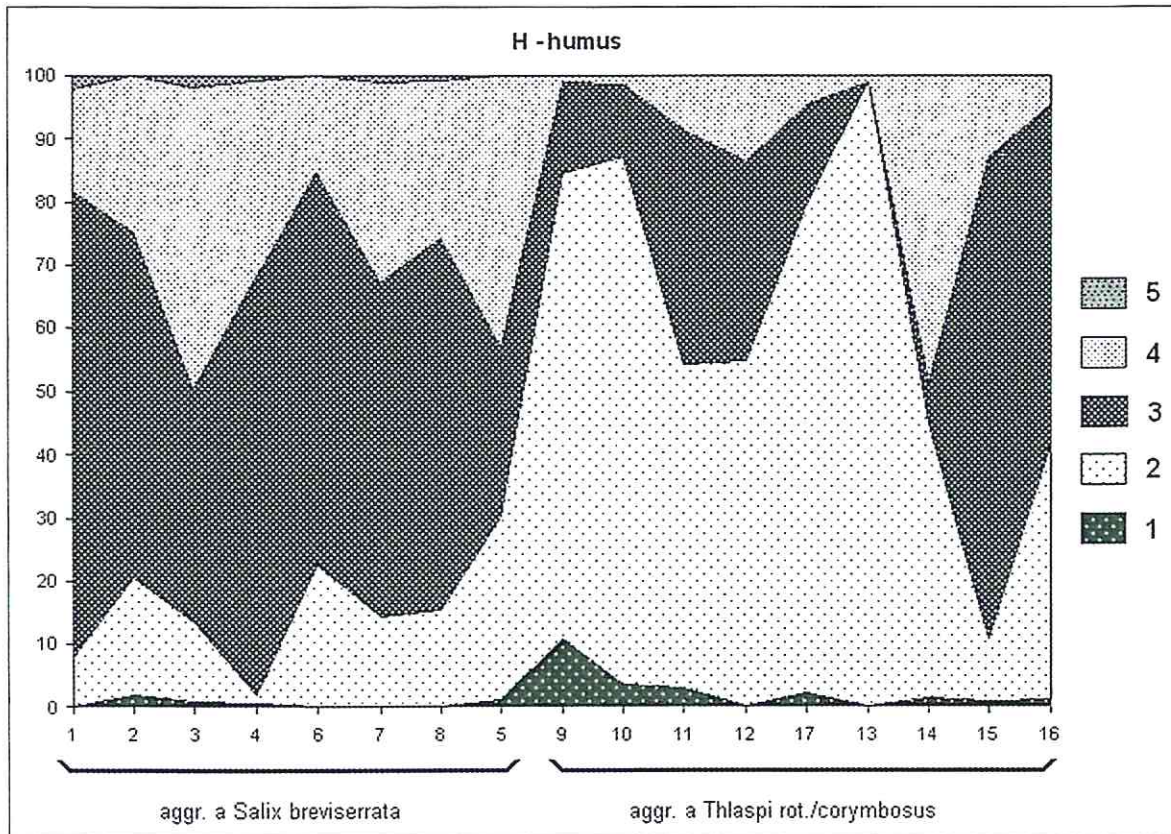


Fig. 4 - Valore indicatore H (humus) di Landolt (1977), ponderato sulle coperture percentuali delle singole specie nei rilievi. Nell'aggr. a *Salix breviserrata* prevalgono i valori 3, 4 e 5, indicatori di un buon grado di ricchezza di humus, mentre nell'aggr. a *Thlaspi* è decisamente dominante il valore 2, corrispondente a suoli ancora poveri in elementi organici. I rilievi 14, 15 e 16, maggiormente ricchi in humus, rappresentano uno stadio soggetto a prolungato innevamento.

posti al di sotto del limite superiore del bosco. Almeno per quanto riguarda le aree di contatto tra i due ecotipi possiamo supporre che la vegetazione pioniera a *Thlaspi*, con prevalenza delle specie dei suoli iniziali (*Androsacion alpinae*), evolverebbe verso lo stadio maturo di questo aggruppamento con *Salix breviserrata* e *Agrostis schraderiana*, che rappresenta una transizione verso il saliceto; infine, un progressivo arricchimento in humus, derivante da una stabilizzazione dei substrati, porterebbe alla formazione di un saliceto con conifere ed ericacee.

Nell'interno di quest'ultimo stadio si possono riconoscere almeno due fasi distinte dalla dominanza dei salici o dalla maggiore importanza delle specie forestali. Queste due unità sono però intercalate a mosaico e spesso interessate da sommersione con detriti colluviati, con conseguente regressione dinamica. Nonostante tali processi siano episodici, indicano la precarietà dello svolgimento della serie dinamica, fatto che induce a pensare che, se la sedimentazione dei detriti fluvioglaciali e di *debris flows* continuasse nel tempo fino a sommergere completamente gli archi morenici, gli stadi di vegetazione più evoluta potrebbero scomparire.

Infine si deve sottolineare il valore biogeografico del sito studiato per *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum*, un'entità di ancora incerta definizione tassonomica estesa dalle Alpi Marittime alla linea Alpi Bergamasche (M.te Barellino)-Alpi Valtellinesi. Secondo Pignatti (1982) questa entità in svizzera presenta tipi intermedi con *Th. rotundifolium* subsp. *rotundifolium*, esteso su calcari, dolomie e calcescisti delle Alpi Orientali.

Da parte nostra non è stata rilevata tale variabilità anche per l'assenza dell'entità orientale. Tuttavia una verifica puntuale dei caratteri differenziali della sottospecie *corymbosum* per il Vallone della Ventina, con riferimento ai dati disponibili per la Svizzera, risulterebbe interessante per le connessioni spaziali tra le stazioni poste nella Alpi Retiche e quelle occidentali.

SCHEMA SINTASSONOMICO

- Cl. *THLASPIETEA ROTUNDIFOLII* Br.-Bl. 1948
Ord. *Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926
All. *Androsacion alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926
aggruppamento a *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum*
Ord. *Epilobietalia fleischeri* Moor 1958
All. *Epilobion fleischeri* Br.-Bl. In J. u. G. Br.-Bl. 1931
Epilobietum fleischeri Frey 1922
- Cl. *VACCINIO-PICEETEA* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939
Ord. *Loiseleurio-Vaccinietalia* Eggler 1952
All. *Rhododendro-Vaccinion* Schnyder 1930
aggruppamento a *Salix breviserrata*

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare sentitamente il prof. A. Carton del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia per la collaborazione nella stesura della parte geomorfologica.

BIBLIOGRAFIA

- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D.M., THEURILLAT J.-P. 2004 - Flora Alpina. Zanichelli, Bologna.
BARBERO M., BONO G. 1967 - Groupements des rochers et éboulis siliceux du Mercantour-Argentera et de la chaîne ligure. *Webbia* 22: 437-467
BRAUN-BLANQUET J. 1964 - *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien.
BURGA C.A. 1999 - Vegetationsdynamik in Gletschervorfeldern der Schweizer Zentralalpen am Beispiel von Morteratsch (Pontresina, Graubünden, Schweiz). *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 11: 267-277. Hannover.
BURGA C.A., WALTER G.-R., BEIGNER S. 2004 - Florenwandel in der alpinen Stufe des Berninagebiets - ein Klimasignal? *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 16: 57-66.
BÜTLER R., DOMERGUE F.-L. 1997 - Valeurs indicatrices de la végétation et des sols d'une moraine granitique de l'étage subalpin. *Rev. Ecol. Alp. Grenoble*, 4: 1-12.

- CACCIANIGA M., ANDREIS C. 2004 - Pioneer herbaceous vegetation on glacier forelands in the Italian Alps. *Phytocoenologia* 34: 55-89.
- CASARTELLI G., CATASTA G., SMIRAGLIA C., STELLA G. 1992 - Il sentiero glaciologico "Vittorio Sella" al Ghiacciaio della Ventina. Servizio Glaciologico Lombardo. Melograno Ediz. pp. 32. Milano.
- GANDINI M. 2003 - Studio floristico dell'area del Rifugio Marinelli-Bombardieri (Alpi Retiche, Italia). Primi riscontri dell'effetto dei cambiamenti climatici. Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Pavia.
- HOFER H.R. 1992 - Veränderungen in der Vegetation von 14 Gipfeln des Berninagebietes zwischen 1905 und 1985. *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 58: 39-54.
- KÖRNER C. 1999 - Alpine plant life. Springer-Verlag, Berlin.
- LANDOLT E. 1977 - Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 64.
- MAAREL E. VAN DER 1980 - Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. In: *Advance in vegetation science, 1: data-processing in phytosociology*, Boston, pp. 133-150.
- MATTHEWS J.A. 1992 - The ecology of recently deglaciated terrain. A geocological approach to glacier forelands and primary succession. Cambridge Uni. Press, Cambridge.
- OROMBELLI G. 1987 - Aspetti geomorfologici e paleoglaciologici della Val Malenco. *Atti Conv. "Valmalenco Natura 1"*, Valmalenco, 199-204.
- PAROLO G. 2003 - Rapporti causali tra vegetazione e geofirme in paesaggi alpino-nivali nell'area del P.zo Scalino (Val Malenco, provincia di Sondrio)". Tesi di Dottorato in Geobotanica ed Ecologia Sperimentale, XVI Ciclo. Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli studi di Pavia.
- PAROLO G., CARTON A., PIROLA A. 2005 - Studio integrato fito-geomorfologico di un sistema di rocce montonate di natura serpentinitica (Campagneda, Alpi Retiche, Sondrio). *Il Quaternario* 18 (2): 69-86.
- PELFINI M., SMIRAGLIA C. 1994 - Nuove ipotesi sulla massima espansione olocenica del Ghiacciaio della Ventina (Valtellina, Alpi Retiche). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 17: 103-105.
- PIGNATTI S. (1982) - Flora d'Italia. UTET, Torino.
- PIROLA A. 1958 - I fenomeni crionivali come fattori limitanti lo sviluppo della vegetazione in altitudine. *Boll. Istit. Bot. Univ. Catania II (I) (1957)*: 47-54.
- PIROLA A. 1959 - Flora e vegetazione periglaciale sul versante meridionale del Bernina. *Flora et Vegetatio Italica*, 1. Sondrio.
- PIROLA A., CREDARO V. 1994 - Osservazioni sul dinamismo della vegetazione di morena recente nel Gruppo del Bernina. *Fitosociologia*, 27: 139-149.
- PODANI J. 2001 - Syn-tax 2000 Computer program for data analysis in ecology and systematics. Scienza Publishing. Budapest.
- RICHARD J.-L. 1973 - Dynamique de la végétation au bord du grand glacier d'Aletsch (Alpes suisse). *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 83 (3): 159-174.
- RICHARD J.-L. 1987 - Dynamique de la végétation sur les marges glaciaires récentes de la réserve d'Aletsch (Alpes valaisannes, Suisse). 15 ans d'observations dans les placettes-témoin (1971-1986). *Botanica Helvetica* 97/2 : 265-275.
- RICHARD J.-L. 1992 - La vallée de Cogne (Gran Paradiso, Italie) mérite-t-elle l'étiquette que lui donnait L. Vaccari en 1911: "Una esuberanza di flora che ha del fantastico e che supera probabilmente quella di qualsiasi altra valle delle Alpi occidentali, forse eccettuata la valle di Zermatt"? *Bahuinia* 10: 115-132.
- ROSSI G., PIROLA A., ZURLI M. 2000 - Relazioni vegetazione-suolo nel paesaggio periglaciale alpino: i cuscinetti erbosi al Passo d'Eira, Livigno (Alpi Retiche). *Arch. Geobot.* 4 (2) 1998: 193-200.
- WESTHOFF V., VAN DER MAAREL E. 1978 - The Braun-Blanquet approach. In Whittaker R.H. (ed.) *Classification of plant communities*. Junk, The Hague, 289-374.

APPENDICE

Tab. I - Aggruppamento a *Salix breviserrata* (*Rhododendro-Vaccinion*).

n. rilievo altitudine	1 1980	2 1980	3 1920	4 1920	6 1980	7 2000	8 2000	5 1980	pres.
car. e diff. di aggruppamento									
<i>Salix breviserrata</i>	2	1	2	3	3	2	3	1	8
<i>Salix helvetica</i>	1	+	1	1	1	1	+	2	8
<i>Saxifraga aizoides</i>	+	+	.	.	1	+	1	1	6
car. <i>Rhododendro-Vaccinion</i>									
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	+	.	+	+	.	.	+	.	4
car. e diff. <i>Piceetalia</i> e <i>Vaccinio-Piceetea</i>									
<i>Larix decidua</i>	1	+	1	.	r	1	1	+	7
<i>Orthilia secunda</i>	1	.	+	+	1	1	1	.	6
<i>Huperzia selago</i>	+	.	+	.	.	+	+	.	4
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	+	.	+	.	.	+	.	.	3
<i>Picea excelsa</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	2
trasgr. <i>Thlaspietea rotundifolii</i>									
<i>Linaria alpina</i>	.	+	+	+	.	.	.	.	3
<i>Thlaspi corymbosum</i>	.	.	.	.	1	.	+	+	3
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>prostrata</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	2
<i>Campanula cochlearifolia</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	2
<i>Cardamine resedifolia</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	2
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Adenostyles leucophylla</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1
<i>Poa laxa</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1
<i>Epilobium fleischeri</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Saxifraga exarata</i> subsp. <i>exarata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1
compagne									
<i>Luzula lutea</i>	+	1	2	2	+	1	1	+	8
<i>Biscutella levigata</i>	.	+	+	+	1	1	+	1	7
<i>Leontodon hispidus</i>	+	+	+	1	.	+	+	+	7
<i>Minuartia verna</i>	.	+	+	+	.	+	.	+	5
<i>Agrostis schraderiana</i>	+	.	.	.	+	+	+	.	4
<i>Juncus trifidus</i>	.	+	+	.	.	.	.	+	3
<i>Poa alpina</i>	+	.	.	.	+	+	.	.	3
<i>Asplenium viride</i>	r	.	.	.	.	+	+	.	3
<i>Carex sempervirens</i>	3	1	+	.	.	.	.	.	3
<i>Euphrasia hirtella</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	2
<i>Dryas octopetala</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	2
<i>Parnassia palustris</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	2
<i>Rhacomitrium canescens</i>	.	.	+	.	.	.	.	2	2
<i>Peucedanum ostruthium</i>	r	.	.	.	.	.	.	+	2
<i>Saxifraga paniculata</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	2
<i>Solidago virga-aurea</i> subsp. <i>alpestris</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	2
<i>Soldanella alpina</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Primula latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1
<i>Silene acaulis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Salix hastata</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1
Briofite	2	.	.	.	.	.	.	.	1

Tab. II - Aggruppamento a *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum* (*Androsacion alpinae*)

n. rilievo	9	10	11	12	17	13	14	15	16	
altitudine	1990	1990	2050	2050	2300	2300	2300	2300	2300	pres
<i>specie diagnostica</i>										
<i>Thlaspi rotundifolium</i> subsp. <i>corymbosum</i>	2	1	1	+	1	2	1	+	1	9
<i>car. Androsacion alpinae</i>										
<i>Poa laxa</i>	1	+	.	+	1	+	+	+	+	8
<i>Adenostyles leucophylla</i>	1	+	+	2	1	.	.	+	+	7
<i>Oxyria digyna</i>	+	.	.	.	+	2	1	+	+	5
<i>car. Androsacetalia alpinae e Thlaspietea rotundifolii</i>										
<i>Linaria alpina</i>	1	+	+	.	+	.	+	+	+	7
<i>Cerastium uniflorum</i>	.	.	+	+	+	1	+	+	1	7
<i>Cardamine resedifolia</i>	.	.	+	+	+	.	.	+	.	4
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	.	.	.	.	.	+	1	+	1	4
<i>Saxifraga exarata</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	4
<i>Arabis alpina</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	2
<i>Cryptogramma crispa</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	2
<i>Epilobium fleischeri</i>	+	r	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Ranunculus glacialis</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	2
<i>trasgr. aggr. a Salix breviserrata</i>										
<i>Salix breviserrata</i>	1	+	+	+	+	.	.	.	+	6
<i>Agrostis schraderiana</i>	+	+	1	1	+	.	.	.	.	5
<i>Biscutella levigata</i>	+	.	.	+	+	.	.	.	.	3
<i>Saxifraga aizoides</i>	1	1	+	.	.	.	.	.	.	3
<i>Salix helvetica</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>compagne</i>										
<i>Luzula lutea</i>	.	.	+	1	+	.	2	1	+	6
<i>Luzula alpinopilosa</i>	+	.	.	1	+	.	+	3	2	6
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>alpestris</i>	.	r	.	.	+	.	+	.	1	4
<i>Huperzia selago</i>	.	.	+	.	.	+	.	+	+	4
<i>Silene acaulis</i>	.	.	+	.	+	.	+	.	.	3
<i>Veronica alpina</i>	.	.	.	.	+	.	+	+	.	3
<i>Adenostyles alliariae</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	3
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>prostrata</i>	r	.	+	.	.	.	.	.	.	2
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	2
<i>Poa alpina</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	2
<i>Polytrichum sexangulare</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	2
<i>Cerastium cerastioides</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	2
<i>Campanula cochlearifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2
<i>Peucedanum ostruthium</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Minuartia verna</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Picea excelsa</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Primula latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Rhacomitrium canescens</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1

Ubicazione dei rilievi e dati stazionali

1 - 94083001 m 1980; 2 - 94083002 m 1980 (substrato più sassoso); 3 - 91082201 morena laterale m 1920; 4 - 91082202 morena laterale m 1920 (presso il precedente); 5 - 78081101 1980 m, sotto la soglia morenica più recente cop. 40% m² 100 ciottoli grossi e piccoli pianeggiante; 6 - 78080303 ds. or. del torrente 100 m prima della soglia morenica che dà sul vallone alluvionale, massi grandi che poggiano su materiale vario cementato da limo, NW incl. 10° cop. 70% alt veg. 20-25 cm 100 m²; 7 - 78081103 2000 m, sulla soglia morenica incl. 15° N str. arbor. 10% cm 150 (300) arbust. 60 % erb. 25 % 100 m²; 8 - 71062706 oltre la Porro NE incl. 20° cop. 60% str. arb. 250 cm arbust. 20 cm erb. 100 m²; 9 - 78080302 morena laterale bassa incl. 30° W cop. 20% m² 200 preval. materiale minuto e grossi massi; 10 - 78080301

morena laterale bassa incl. 35° W cop. 10% m² 500 massi grossi su materiale grosso-medio cementato da sabbia; 11 - 78081105 morena lat. ds, sotto il P.zo Rachele; 12 - 78081104 morena laterale ds. vedi schema; 13 - 85082103 can. Vergine 2300 m W incl. 10° alt. veg. 5 cm cop. 10% 10 m²; 14 - 85082102 can. Vergine 2300 m N incl. 30° cop. 40% grossi massi con pietrame medio-piccolo e terriccio non affiorante 100 m²; 15 - 85082104 can. Vergine 2300 m N incl. 35° cop. 60% alt. veg. 10-25 cm 50 m²; 16 - 85082105 can. Vergine 2300 m N incl. 30° cop. 20% alt. veg. 10-25 cm 50 m²; 17 - 78090401 morena sin. or. m 2300 NE cop. 30% incl. 25° 100 m².

Specie sporadiche:

Ril. 1: *Loiseleuria procumbens* (+), *Campanula barbata* (+), *Vaccinium myrtillus* (+), *Astrantia minor* (+), *Avenella flexuosa* (r); Ril. 2: *Pinguicula alpina* (+), *Minuartia sedoides* (+), *Festuca quadriflora* (+), *Carex ornithopoda* (+); Ril. 3: *Gymnadenia conopsea* (+), *Cladonia pyxidata* (+); Ril. 4: *Tortula* sp. (+); Ril. 5: *Geum reptans* (+), *Rumex scutatus* (+), *Alnus viridis* (+); Ril. 6: *Salix* sp. (+); Ril. 7: *Carex fimbriata* (+), *Aster bellidiastrum* (+); Ril. 8: *Daphne striata* (+); Ril. 10: *Epilobium alpinum* (r), *Salix* sp. (r); Ril. 14: *Armeria alpina* (+), *Thymus alpigenus* (+); Ril. 15: *Saxifraga bryoides* (+), *Sedum alpestre* (+); Ril. 16: *Salix serpyllifolia* (+); Ril. 17: *Hutchinsia alpina* (+).