

## VEGETAZIONE DELL'ALPE MOLA E SUA RELAZIONE CON L'ATTIVITÀ PASTORALE (BRESCIA, LOMBARDIA)\*

FAUSTO GUSMEROLI<sup>1</sup> E MARIA LUISA POZZOLI<sup>2</sup>

*Parole chiave* – Biodiversità, attività pastorale, Alpi Orobie Bresciane.

*Riassunto* – Negli anni 1997 e 1998 furono eseguiti 41 rilievi floristici e 15 rilievi produttivi nelle praterie e negli arbusteti della malga Mola (1600-2300 m s.l.m.), nelle Alpi Orobie Bresciane. Scopo dell'indagine era di caratterizzare la vegetazione dell'alpe, studiarne il determinismo ecologico e le relazioni tra la biodiversità e l'attività pastorale.

Sono state individuate 192 specie di piante vascolari e sei raggruppamenti fitosociologici. La distribuzione della vegetazione è risultata governata da numerosi fattori pedoclimatici, topografici e zoogeni.

L'erborivoria ha causato effetti contrastanti sulla biodiversità: positivi in termini di diversificazione floristica e vegetazionale dell'ambiente e di complessità specifica dei popolamenti, negativi in termini di ricchezza di forme biologiche entro i popolamenti stessi.

Mentre la biodiversità specifica ha beneficiato soprattutto di carichi animali tendenzialmente leggeri, i rendimenti produttivi e il valore foraggero delle fitocenosi hanno mostrato i valori massimi ad elevati livelli di pressione pastorale. Una gestione prevalentemente estensiva delle praterie sembra quindi rappresentare il migliore compromesso tra esigenze agronomiche e necessità di salvaguardia ecologica.

*Key words* – Biodiversity, pastoral activity, Orobian Alps of Brescia.

*Abstract* – *Vegetation of Alpe Mola and its relationship with pastoral utilization (Brescia, Lombardia)*. During the years 1997 and 1998, 41 floristic relieves and 15 relieves of productivity were sampled in grasslands and shrublands of the Malga Mola (1600-2300 m s.l.m.), in the Orobian Alps of Brescia. The aim of the research was the characterization of the vegetation, the study of the ecological determinism and the relationship between biodiversity and pastoral activity. 192 species of vascular plants were found and six phytosociological groups were identified. The distribution of the vegetation appears to be ruled by many pedoclimatic, topographic and zoogenic factors. Grazing causes contrasting effects on biodiversity: positive ones in terms of floristical and vegetational diversification of the environment and specific complexity of populations, negative ones in terms of richness of biological forms within the populations. While specific diversity is favoured by rather light grazing, the efficiency of productivity and the fodder value of the phytocenoses show maximum values at high levels of grazing pressure. A prevalently extensive management of the pastures therefore seems to be the best compromise between agronomic needs and the necessity for ecological protection.

### INTRODUZIONE

La colonizzazione delle Alpi da parte dell'uomo ha determinato profonde trasformazioni nel paesaggio e nell'ambiente naturale. Negli orizzonti bioclimatici montano superiore, subalpino e alpino l'effetto antropico è riconducibile essenzialmente alla pratica alpicolturale, allo sfruttamento cioè delle risorse foragge-

re con il bestiame domestico. Essendo tali fasce dominate spontaneamente da vegetazione arborea ed arbustiva, l'uomo si vide costretto ad interventi di deforestazione e decespugliamento che consentissero di ampliare la base alimentare. Il paesaggio vegetale, da chiuso che era divenne così aperto, arricchendosi di fitocenosi zoogene ed assumendo quella fisionomia affermatasi nell'immaginario collettivo.

\*Parte di questo studio è stato realizzato nell'ambito del progetto MIPA *Produttività e caratteristiche qualitative dei pascoli in quota delle Alpi Centrali e relative prestazioni zootecniche in funzione del sistema di pascolamento*, il cui responsabile è il Prof. Giuseppe Succì dell'Istituto di Zootecnia Generale della Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano. Detta parte è già stata oggetto di una prima sintetica pubblicazione (GUSMEROLI F., POZZOLI M.L., AROSIO G. e TAMBURINI A., 2000. Caratterizzazione floristica ed ecologica della vegetazione pascoliva dell'Alpe Mola (Edolo-BS). *Rivista di Agronomia*, I suppl.:149-154).

<sup>1</sup> Fondazione Fojanini di Studi Superiori di Sondrio

<sup>2</sup> Società Ecosfera, Lissone (MI)

Con la crisi della pratica alpestre degli ultimi decenni ed il conseguente abbandono o sottoutilizzo dei pascoli si assiste, per la prima volta dopo il Medioevo nella storia della montagna alpina, ad un processo di rinaturalizzazione dell'ambiente che, a fianco di elementi d'indubbia positività, nasconde qualche preoccupazione.

Alle praterie d'altitudine e all'attività pastorale che in esse si svolge sono, infatti, unanimemente riconosciute molteplici funzioni (BORNARD e COZIC, 1998; LAMBERTIN, 1992).

### Funzione produttiva

In molti sistemi zootecnici montani i pascoli forniscono un contributo insostituibile per l'alimentazione estiva del bestiame domestico, di quello bovino in particolare, concorrendo ad abbattere i consumi energetici e i costi per la produzione di carne e latte. Il foraggio è di qualità assai elevata, tale da coprire, nelle circostanze più favorevoli, quota non trascurabile dei fabbisogni nutritivi di bovine con livelli lattiferi apprezzabili.

La funzione produttiva coinvolge anche i prodotti di trasformazione che con le loro prerogative organolettiche uniche e inimitabili ampliano e qualificano l'offerta di alimenti tipici, assicurando ritorni economici e d'immagine estremamente interessanti.

### Funzione turistica

L'alpicoltura mantiene aperto e ordinato lo spazio, contrastando l'avanzata del bosco e della brughiera. Ne derivano benefici in termini di fruibilità turistica, in virtù dell'aumento del valore estetico del paesaggio, della durata dell'innervamento utile ai fini sciistici e delle opportunità per attività escursionistico-ricreative estive. Queste ultime agevolate e promosse anche dalle strutture recettive e dal richiamo esercitato da una realtà ricca di fascino come la malga.

### Funzione ecologica

Lo sfruttamento dei pascoli amplia il mosaico delle specie e delle comunità che costituiscono il sistema vegetale montano e va ad interferire positivamente con la presenza di avifauna selvatica.

### Funzione di protezione

Il manto erboso pascolato trattiene meglio di una co-

tica indisturbata la coltre nevosa, riducendo i rischi di slavine, sempre elevati su pendii scoscesi. Anche i piccoli movimenti superficiali di terra sono ostacolati da talune opere di regimazione delle acque, comunemente attuate in alpe (drenaggi e canalizzazioni).

L'esplicazione di questa multifunzionalità dello spazio alpestre dipende ovviamente dalle modalità con le quali esso è gestito. Idealmente, occorrerebbe pervenire ad una situazione d'equilibrio tale da conservare inalterata la risorsa pascolo e trasmetterla così alle generazioni future. Un intento che, a fianco di iniziative di sensibilizzazione e di sostegno da attuarsi nell'ambito di una sorta di patto sociale tra agricoltori e società, esige la conoscenza dettagliata della vegetazione pascoliva, nei suoi contenuti agronomici ed ecologici.

È appunto questo l'obiettivo del presente studio effettuato in Alpe Mola.

## INQUADRAMENTO FISIOGRAFICO

La malga Mola è ubicata in Valle Camonica, in comune di Edolo (BS) (Fig. 1). Si sviluppa tra i 1600 e i 2300 m di altitudine s.l.m., entro quindi gli orizzonti montano superiore, subalpino e alpino inferiore, su di una superficie pascoliva ed arbustiva di 286 ha esposta in gran parte a Sud, Sud-Est. La malga è utilizzata con bestiame bovino da latte, nel periodo che

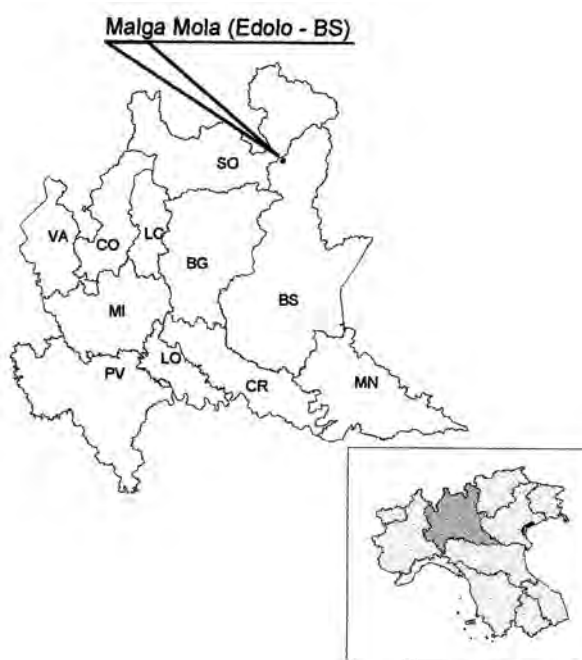


Fig. 1 – Posizione geografica della Malga Mola.

va dalla metà di giugno alla metà di settembre, con un carico di 140 UBA. La parte più pianeggiante e comoda, circostante i ricoveri, è riservata al bestiame in produzione, mentre le sezioni più periferiche sono frequentate dai soggetti in asciutta e in accrescimento.

I substrati pedologici giacciono su matrici litologiche cristalline e nelle sezioni inferiori sono prevalentemente del tipo *Cambic Podzols*. Superiormente hanno il sopravvento forme podzoliche più evolute o leptosuoli sottili e immaturi (D'ALESSIO e PREVITALI, 1989). Il clima è di tipo intermedio, senza stagioni aride, con decorso quindi umido per tutto l'anno e regime pluviometrico subequinoziale, con picchi nei mesi di giugno e settembre (CAVALLERO *et al.*, 1989).

Oltre ai pascoli, l'alpe comprende anche parecchi ettari d'improduttivo, in maggior parte cespuglieti più o meno arborati con larice (87 ha) e marginalmente zone di erosione (calanchi). Nelle sezioni più impervie e inaccessibili la vegetazione arbustiva non ha verosimilmente subito il disturbo della presenza antropica e va quindi ritenuta preesistente; nelle aree

meno acclivi va, invece, considerato un classico esempio di rinaturalizzazione dell'ambiente susseguente alla sospensione o all'attenuazione dello sfruttamento zootecnico. Il processo di ricostituzione della primordiale popolazione climacica è osservabile in vari stadi evolutivi, segnalati dal diverso grado di chiusura della copertura arbustiva sull'erbacea. Quest'ultima, in talune sezioni, residua ancora in piccole nicchie, mentre in altre appare definitivamente compromessa.

### METODOLOGIA D'INDAGINE E TRATTAMENTO DATI

Ad una prima ricognizione visiva sono stati individuati su base fisionomica e topografica 41 siti di rilevamento della vegetazione, rappresentativi di altrettante aree omogenee (Fig. 2). Ogni sito è stato caratterizzato per mezzo di altitudine, inclinazione ed esposizione.

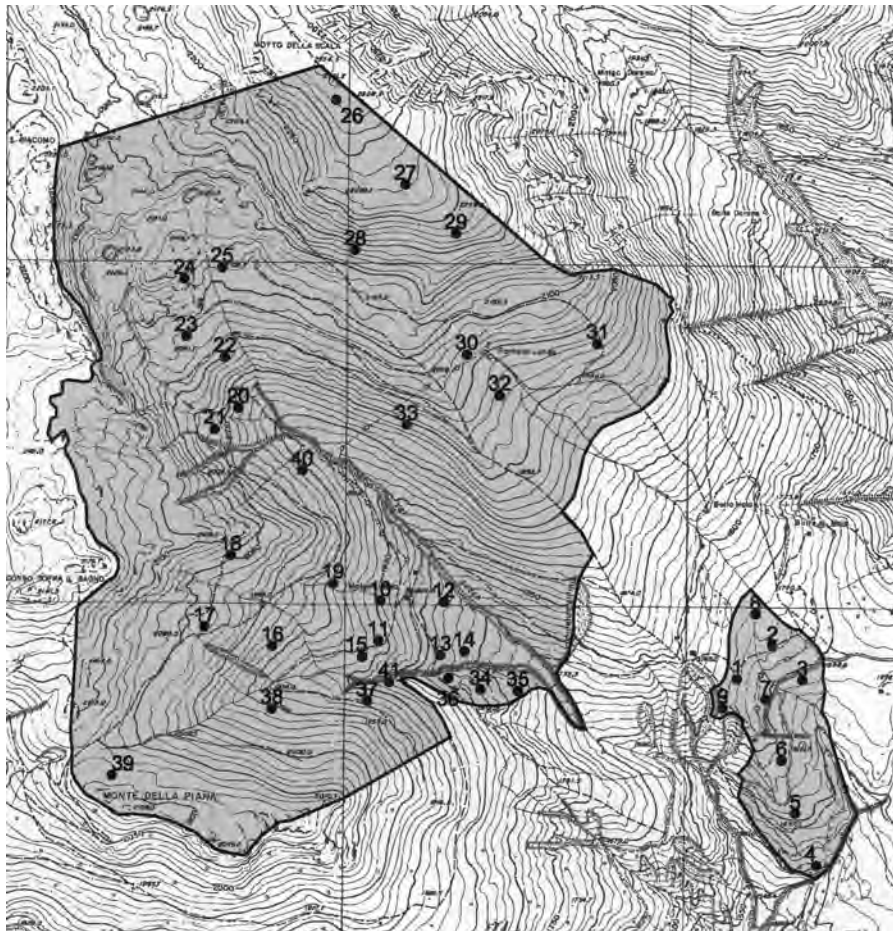


Fig. 2 – Dislocazione dei rilievi floristici.

I rilievi floristici sono consistiti nell'inventario di tutte le specie cormofite in aree di saggio di 100 m<sup>2</sup>, secondo il metodo fitosociologico classico di Braun-Blanquet, stimando però la copertura con percentuali a vista, anziché con gli indici della scala di Pignatti comunemente utilizzati. I rilievi sono stati eseguiti negli anni 1997-1998, in fase di massima fioritura delle specie, e completati con un successivo sopralluogo che consentisse di censire anche le piante più tardive. La flora è stata identificata e caratterizzata nella corologia, nelle forme biologiche di Raunkiaer, nella fenologia e nella frequenza nel territorio nazionale, con riferimento alle indicazioni di PIGNATTI (1982).

Alla matrice di somiglianza tra i rilievi, costruita sui coefficienti di correlazione, è stata applicata la cluster analysis gerarchica, aggregando i gruppi secondo l'algoritmo del legame medio. I clusters sono stati classificati secondo OBERDORFER (1983) e caratterizzati sotto il profilo bioecologico per mezzo dello spettro biologico, degli indici di LANDOLT (1977) e di tre indici di biodiversità: la ricchezza floristica (RF = numero di specie), l'indice di SHANNON (1949) ( $H = -\sum p_i \log_2 p_i$ , con  $p_i$  ricoprimento della  $i$ -esima specie) e l'Equitability o indice di equipartizione ( $J = H / \log_2 RF$ ) (LEGENDRE et LEGENDRE, 1979). Questi tre indici sono serviti per descrivere sia la biodiversità specifica, sia la biodiversità funzionale (FLEURY, 1995) rispetto alle forme biologiche di Raunkiaer, ossia alle strategie adattative messe in atto dalle piante per superare la stagione avversa.

Allo scopo di evidenziare ed interpretare i rapporti dinamici tra le cenosi, nonché di individuare i fattori ecologici responsabili della distribuzione della vegetazione, è stata altresì eseguita un'analisi multivariata indiretta di gradiente (WHITTAKER, 1967). Si è fatto ricorso all'analisi fattoriale delle corrispondenze, correlando per mezzo di procedure di regressione lineare i primi due assi con i dati stazionali e gli indici di Landolt. Tutte le elaborazioni sono state eseguite con programma Syn-tax 5.0 (PODANI, 1993).

Le prerogative agronomiche dei popolamenti sono state valutate tramite l'indice di valore foraggero di Klapp-Staehlin (Archivio WERNER e PAULISSEN, 1987), adattato per alcune specie alla realtà locale e stimato ex-novo per quelle non considerate dai due autori. L'indice, che varia da -1 a 8 passando dalle specie dannose al bestiame (-1), a quelle prive di interesse pastorale (0) e a pabularità crescente (1-8), è stato ponderato sulle percentuali di ricoprimento delle specie. La produzione di biomassa è stata rilevata

in 15 punti, prelevando con tosaerba sei strisce di pascolo della superficie di 1,5 m<sup>2</sup> ciascuna (15 m x 0,10 m). L'erba è stata pesata sul posto, campionata ed essiccata in stufa a 65°C per la determinazione della sostanza secca. Applicando il metodo proposto da BERNARD BRUNET e COZIC in Francia (1987) e da ORLANDI *et al.* in Italia (1997), le rese sono state corrette in funzione delle fasi fenologiche delle specie, ricavando così la produzione primaria netta, ossia la massima teorica.

## BREVI NOTE SULLA FLORA

La flora censita comprende 192 specie di piante vascolari, per la gran parte erbacee. Sebbene la finalità dello studio non contemplasse la ricognizione floristica completa, il campione va ritenuto numericamente sufficiente per formulare considerazioni di validità più generale in merito alla corologia e alla biologia della flora delle praterie e delle lande arbustive dell'area (Fig. 3).

La struttura corologica evidenzia una predominanza di orofite (31%), costituite per la quasi totalità dall'elemento orofita S-Europeo che comprende le piante montane e alpine dei rilievi dell'Europa meridionale. Con una percentuale pressoché analoga (30%) seguono le specie del contingente boreale, nel quale sono stati inclusi gli elementi circumboreali, articoalpini e eurosiberiani il cui areale gravita attorno alle zone fredde e temperato fredde dell'Europa, Asia e Nord-America, alle zone artiche dell'Eurasia e alle alte montagne della fascia temperata. Il contingente eurasiatico, che raccoglie un insieme di specie che condividono un ampio dominio, comprende il 23% delle unità osservate. Le specie endemiche, infine, coprono una porzione piuttosto rilevante (8%), anche se si tratta, per la maggior parte, di entità distribuite su tutta la catena alpina (endemiche alpine) e non limitate ad areali più ristretti.

L'attribuzione delle specie censite alle categorie biologiche di Raunkiaer, espressione delle strategie adottate dalle piante per superare la stagione avversa, evidenzia la netta prevalenza delle emicriptofite (77%), specie perenni con le gemme a livello del suolo; tale distribuzione è attesa, trattandosi di adattamenti tipici dei climi freddi di altitudine. Le emicriptofite sono rappresentate per la massima parte dalle scapose (circa il 33% del totale), mentre le ceptose, in particolare *Festuca scabriculmis*, *F. nigrescens*, *Nardus stricta* e *Poa alpina*, contribuiscono

no in maniera preponderante alla fisionomia delle vegetazioni erbacee. Discretamente diffuse sono le geofite (piante perenni con gemme portate da organi ipogei) e le camefite (piante perenni legnose con gemme svernanti a meno di 20-30 cm dal suolo), mentre le altre forme sono scarsamente rappresentate.

In merito alle famiglie, queste sono 38, le più numerose delle quali sono, nell'ordine, le *Asteraceae*, le *Gramineae* (*Poaceae*) e le *Cyperaceae*.

In ordine, infine, alla rarità nel territorio nazionale, due specie (*Polygala serpyllifolia* e *Euphrasia minima*) sono ritenute rarissime e 32 rare, tra le quali *Cardamine amara*, *Parnassia palustris*, *Primula farinosa*, *Gentiana punctata*, *Gentianella ramosa*, *Achillea moschata*, *Senecio abrotanifolius ssp. tyroliensis* e *S. incanus*.

Il repertorio floristico, con i riferimenti alla biologia, fenologia, corologia e diffusione in Italia secondo PIGNATTI (1982), è riportato in tabella I.

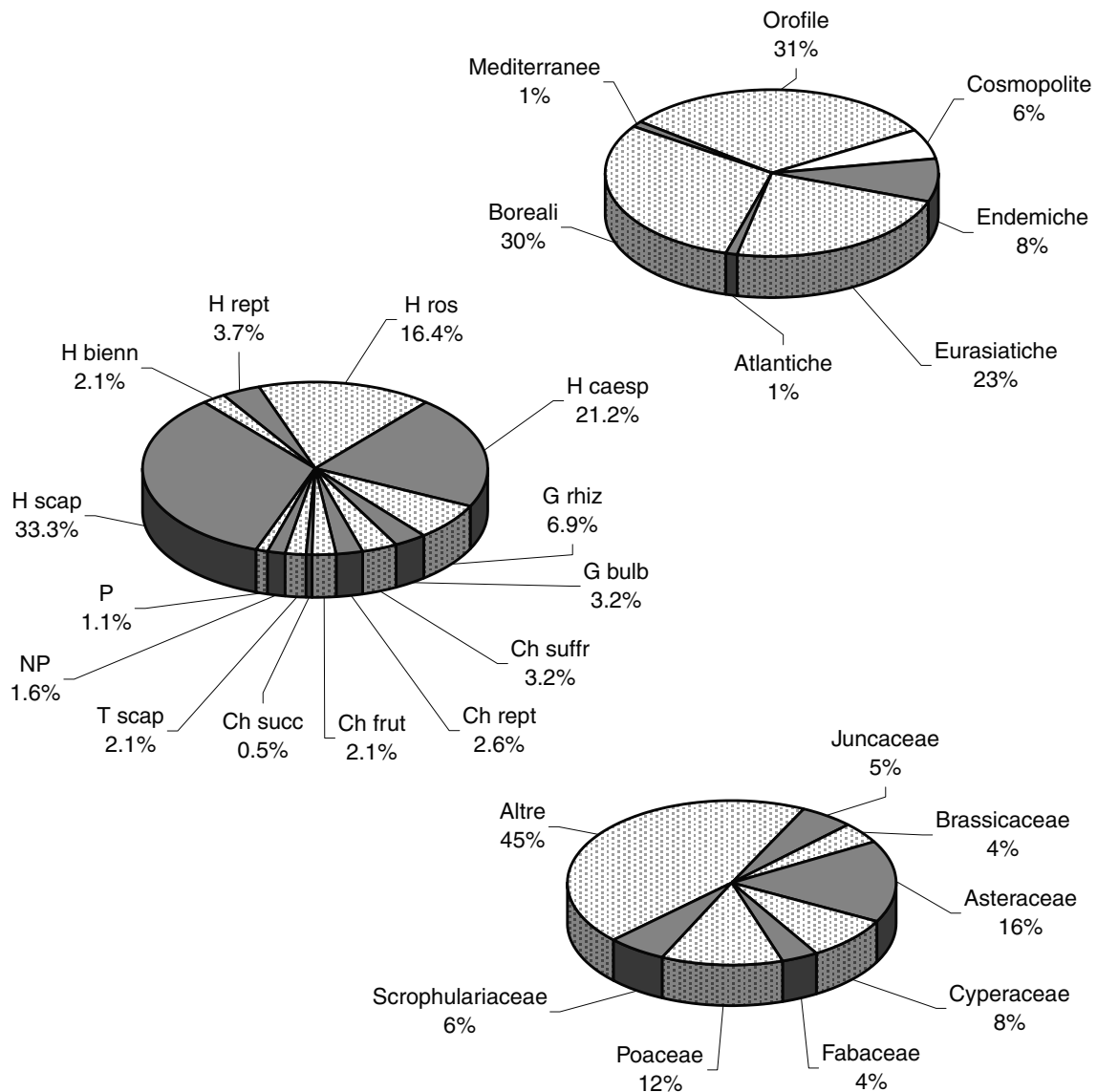


Fig. 3 – Spettri corologico, biologico e familiare della flora.

Tabella 1 – Repertorio floristico

Taxa	Forma biol.	Fioritura	Tipo corologico	Indice di rarità
<b>LYCOPODIACEAE</b>				
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Ch rept	VI-VIII	Circumbor.	R
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Ch rept	VII-IX	Subcosmop.	C
<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh.	Ch rept	VII-IX	Subcosmop.	C
<b>OPHIOGLOSSACEAE</b>				
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Swartz	G rhiz	VI-VIII	Orof.-subcosmop.	C
<b>ATHYRIACEAE</b>				
<i>Athyrium filix-foemina</i> (L.) Roth	H ros	VII-IX	Subcosmop.	C
<b>PINACEAE</b>				
<i>Larix decidua</i> Miller	P scap	IV-VI	Orof.-Centroeurop.	C
<b>CUPRESSACEAE</b>				
<i>Juniperus nana</i> Willd.	NP	V-VII	Artico-Alp. (Eurasiat.)	C
<b>BETULACEAE</b>				
<i>Alnus viridis</i> (Chaix) DL	P caesp	V-VI	(Circumbor.) Artico-Alp.	C
<b>URTICACEAE</b>				
<i>Urtica dioica</i> L.	H scap	V-XI	Subcosmop.	C
<b>POLYGONACEAE</b>				
<i>Polygonum bistorta</i> L.	G rhiz	VII-IX	Circumbor.	C
<i>Polygonum viviparum</i> L.	G rhiz	VIII-IX	(Circumbor.) Artico-Alp.	C
<i>Rumex acetosa</i> L.	H scap	V-VIII	Circumbor.	C
<i>Rumex alpestris</i> Jacq.	H scap	VII-VIII	Eurasiat.	C
<i>Rumex alpinus</i> L.	H scap	VII-VIII	Orof. Europ.-Caucas.	C
<b>CHENOPODIACEAE</b>				
<i>Chenopodium bonus-henricus</i> L.	H scap	VIII-IX	Circumbor.	C
<b>CARYOPHYLLACEAE</b>				
<i>Cerastium holosteoides</i> Fries	H scap	IV-X	Eurasiat.	C
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	H scap	VI-VIII	Paleotemp.	C
<i>Silene nutans</i> L.	H ros	V-VIII	Paleotemp.	C
<i>Silene rupestris</i> W. et K.	H bienn/H scap	VI-VIII	Orof. SE-Europ.	C
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	H scap	III-VIII	Paleotemp. div. Subcosmop.	C
<i>Stellaria alsine</i> Grimm	H scap	V-VII	Circumbor.	R
<i>Stellaria graminea</i> L.	H scap	V-VIII	Eurasiat.	C
<b>RANUNCULACEAE</b>				
<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delarbre	H scap	VI VII	Orof. S-Europ.	C
<i>Ranunculus acris</i> L.	H scap	V-VII	Subcosmop.	CC
<i>Ranunculus grenieranus</i> Jordan ssp. <i>villarsi</i>	H scap	VI-VIII	Endem. Alpica	C
<i>Ranunculus montanus</i> Willd. s.s.	H scap	VI-VIII	Endem. Alpica	C
<i>Ranunculus nemorosus</i> DC.	H scap	V-VIII	S Europ.-S Sib.	C
<i>Ranunculus pyrenaicus</i> L.	H scap	V-VI	Orof. SW-Europ.	C
<i>Ranunculus repens</i> L.	H rept	III-VIII	Paleotemp. div. Subcosmop.	CC
<i>Trollius europaeus</i> L.	H scap	VI-VIII	Artico-Alp. (Euro-Americ.)	C

## BRASSICACEAE

<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medicus	H bienn	I-XII	Cosmop.	CC
<i>Cardamine amara</i> L.	H scap	V-VIII	Eurasiat.	R
<i>Cardamine resedifolia</i> L.	H scap	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C

## CRASSULACEAE

<i>Sempervivum montanum</i> L.	Ch succ	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
--------------------------------	---------	----------	----------------	---

## SAXIFRAGACEAE

<i>Parnassia palustris</i> L.	H scap	VI-VIII	Eurosib.	R
<i>Saxifraga stellaris</i> L.	H ros	VII-VIII	(Circumbor.) Artico-Alp.	C

## ROSACEAE

<i>Alchemilla gr. vulgaris</i> L. sensu Sch. et K.		H ros		
<i>Geum montanum</i> L.	H ros	VI-VII	Orof. S-Europ.	C
<i>Geum reptans</i> L.	H rept	VII-VIII	Orof. SE-Europ.	R
<i>Potentilla aurea</i> L.	H scap	VI-VII	Orof. S-Europ.	C
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausche	H scap	V-VIII	Eurasiat.	C
<i>Rubus idaeus</i> L.	NP	V-VI	Circumbor.	C

## FABACEAE

<i>Lathyrus niger</i> Bernh.	G rhiz	V-VI	Europ.Caucas.	C
<i>Lotus alpinus</i> (DC) Schleicher	H scap	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Lotus corniculatus</i> L. s.s.	H scap	IV-IX	Paleotemp. div. Cosmop.	CC
<i>Trifolium alpinum</i> L.	H ros	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Trifolium badium</i> Schreber	H scap	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Trifolium pratense</i> L. ssp. <i>nivale</i>	H scap	I-XII	Eurosib. div. Subcosmop.	R
<i>Trifolium repens</i> L.	H rept	IV-X	Paleotemp. div. Subcosmop.	CC

## OXALIDACEAE

<i>Oxalis acetosella</i> L.	G rhiz	IV-VI	Circumbor.	C
-----------------------------	--------	-------	------------	---

## POLYGALACEAE

<i>Polygala alpestris</i> Rchb.	H scap	VI-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Polygala alpina</i> (Poiret) Steudel	H ros	VI-VIII	Orof. SW-Europ.	R
<i>Polygala chamaebuxus</i> L.	Ch suffr/NP	III-VI	Orof. S-Europ.	C
<i>Polygala serpyllifolia</i> Hose	H scap	V-IX	Centro-Europ. (Subatl.)	RR
<i>Polygala vulgaris</i> L.	H scap	V-VII	Eurasiat.	C

## THYMELAEACEAE

<i>Daphne striata</i> Tratt.	Ch suffr	VI-VIII	Endem. Alpica	C
------------------------------	----------	---------	---------------	---

## VIOLACEAE

<i>Viola biflora</i> L.	H scap	IV-VIII	Circumbor.	C
<i>Viola canina</i> L.	H scap	IV-VII	Eurasiat.	R
<i>Viola tricolor</i> L.	T scap	V-VII	Eurasiat. (?)	C

## APIACEAE

<i>Astrantia minor</i> L.	H scap	VII-VIII	Orof. SW-Europ.	C
<i>Bupleurum stellatum</i> L.	H scap	VII-VIII	Endem. Alpico-Cors.	R
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.	H scap	VI-VIII	Orof. S-Europ.-Caucas.	C
<i>Ligusticum mutellina</i> (L.) Crantz	H scap	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C

## ERICACEAE

<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Sprengel	Ch suffr	VI-VII	Circumbor. Artico-Alp.	R
<i>Calluna vulgaris</i> L.	Ch frut (NP)	VIII-IX	Circumbor. Euro-Americ.	C
<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv	Ch rept	VII	Circumbor. Artico-Alp.	R
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	NP	VI-VII	Orof. Alpina-Pir.	C
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Ch frut	VI-VII	Circumbor.	C
<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	Ch frut	VI-VII	Circumbor.	C
<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	Ch frut	VI-VII	Circumbor.	C

## PRIMULACEAE

<i>Primula daonensis</i> Leybold	H ros	VI-VII	Endem.	C ma localizzata
<i>Primula farinosa</i> L.	H ros	IV-VII	Subcosmop.	R
<i>Soldanella alpina</i> L.	H ros	V-VII	Orof. S-Europ.	C

## GENTIANACEAE

<i>Gentiana kochiana</i> Perr et Song	H ros	VII	Orofita S-Europea	C
<i>Gentiana nivalis</i> L.	T scap	VI-IX	Artico-Alp. Euro-Americ.	C
<i>Gentiana punctata</i> L.	H scap	VII-VIII	Orof. Centro-Europ.	R
<i>Gentiana verna</i> L.	H ros	IV-VI	Orof. Eurasiat.	C
<i>Gentianella ramosa</i> Dostal	H bienn	VII-IX	Subendem.	R

## RUBIACEAE

<i>Galium anisophyllum</i> Vill.	H scap	VII-VIII	Orof. Centro e S-Europ.	C
<i>Galium pumilum</i> Murray	H scap	VI-VIII	Subatl. Centroeurop.	R

## BORAGINACEAE

<i>Myosotis alpestris</i> Schmidt	H scap	VI-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	H scap	VI-IX	Europ. W-Asiat.	C

## LAMIACEAE

<i>Ajuga pyramidalis</i> L.	H scap	V-VII	Europ.-Caucas. (Subatl.)	C
<i>Prunella vulgaris</i> L.	H scap	IV-X	Circumbor.	CC
<i>Thymus serpyllum</i> L.	Ch rept		N e Centroeurop.	

## SCROPHULARIACEAE

<i>Bartsia alpina</i> L.	H scap	VI-VIII	Artico-Alp. (Euro-Americ.)	C
<i>Euphrasia minima</i> Jacq. ex DC.	T scap	VII-IX	Orof. Centro e S-Europ.	RR
<i>Euphrasia roskoviana</i> Hayne	T scap	V-X	Circumbor.	C
<i>Pedicularis kernerii</i> D. Torre	H ros	VII-VIII	Orof. Alpico-Pir.	R
<i>Pedicularis tuberosa</i> L.	H ros	VI-VIII	Orof. SW-Europ.	R
<i>Veronica beccabunga</i> L.	H rept	IV-IX	Eurasiat.	C
<i>Veronica bellidioides</i> L.	H rept	VI-VII	Orof. Centro e S-Europ.	C
<i>Veronica chamaedris</i> L.	H scap	IV-VI	Eurosib.	C
<i>Veronica fruticans</i> Jacq.	Ch suffr	VI-VIII	Artico-Alp. (Europ.)	R
<i>Veronica officinalis</i> L.	H rept	V-VII	Eurasiat.-montana (-Americ.)	C
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	H rept	V-X	Circumbor. div. Subcosmop.	C

## LENTIBULARIACEAE

<i>Pinguicula vulgaris</i> L.	H ros	V-VII	Europ.	C
-------------------------------	-------	-------	--------	---

## PLANTAGINACEAE

<i>Plantago major</i> L.	H ros	V-IX	Eurasiat. div. Subcosmop.	CC
<i>Plantago media</i> L.	H ros	V-VIII	Eurasiat.	C



## CAMPANULACEAE

<i>Campanula barbata</i> L.	H scap	VII-VIII	Alpica	C
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	H scap	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Phyteuma betonicifolium</i> Vill.	H scap	VI-VIII	Endem. Alpica	C
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.	H scap	VII-VIII	Orof. SW-Europ.	C
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	H scap	VI-VIII	Orof. S-Europ.	C

## ASTERACEAE

<i>Achillea millefolium</i> L.	H scap	V-IX	Eurosibir.	C
<i>Achillea moschata</i> Wulfen	Ch suffr	VII-VIII	Endem. Alpica	R
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertner	Ch rept	VI-VIII	Circumbor.	C
<i>Arnica montana</i> L.	H ros	VI-VIII	Orof. Centro-Europ.	C
<i>Aster alpinus</i> L.	H scap	VII-VIII	Orof. Circumbor.	C
<i>Carduus nutans</i> L.	H bienn	VI-VIII	W-Europ.	C
<i>Carlina acaulis</i> L.	H ros	VI-IX	Centro-Europ.	C
<i>Centaurea nervosa</i> Willd.	H scap	VII-VIII	Orof. SE-Europ.	C
<i>Centaurea nigrescens</i> Willd	H scap	VI-VIII	Europ. W-Asiat.	C
<i>Centaurea transalpina</i> Schleich	H scap	VI-VIII	Alpica	R
<i>Cirsium acaule</i> (L.) Scop.	H ros	V-VIII	Europ. W-Asiat. (Subatl.)	C
<i>Cirsium spinosissimum</i> (L.) Scop.	H scap	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Crepis aurea</i> (L.) Cass.	H ros	VI-VIII	Orof. SE-Europ.	C
<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L. ssp. <i>alpestre</i>	H scap	VI-IX	Circumbor.	C
<i>Hieracium auricula</i> Lam. et DC	H ros	VI-VII	Eurosib.	C
<i>Hieracium glaciale</i> Reyner	H ros	VII-VIII	Endem. Alpica	R
<i>Hieracium glanduliferum</i> Hoppe	H ros	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Hieracium intybaceum</i> (Wulfen) Jacq.	H scap	VII-VIII	Endem. Alpica	R
<i>Hieracium pilosella</i> L.	H ros	V-X	Europ.-Caucas. (Subatl.)	C
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	H ros	V-VII	Orof. Centro-Europ.	C
<i>Hypochoeris uniflora</i> Vill.	H ros	VII-VIII	Orof. Alpico-Carpat.	C
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	H ros	VI-XI	Paleotemp.	C
<i>Leontodon helveticus</i> Merat	H ros	VII-VIII	Orof. SW-Europ.	C
<i>Leontodon hispidus</i> L.	H ros	VI-X	Europ.	CC
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (L.) Heyw. var. <i>alpina</i>	H scap	VII-IX	Orof. SW-Europ.	C
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	H scap	V-X	Eurosibir.	C
<i>Senecio abrotanifolius</i> L. ssp. <i>tyroliensis</i>	Ch suffr	VII-IX	Endem. E-Alpica-Dinar.	R
<i>Senecio incanus</i> L.	H scap	VI-VII	Endem. Alpica	R
<i>Solidago virgaurea</i> L. ssp. <i>virgaurea</i>	H scap	VII-X	Circumbor.	C
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	H scap	VII-IX	Eurasiat.	C
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	H ros	II-V (I-XII)	Circumbor.	CC

## LILIACEAE

<i>Anthericum liliago</i> L.	G bulb	V-VI	Submedit.-Subatl.	R
<i>Maianthemum bifolium</i> Schmidt	G rhiz	VI-VII	Circumbor.	C
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	G bulb	IV-V	Euri-Medit.	C
<i>Veratrum album</i> L.	G rhiz	VI-VIII	Eurasiat. temp.	C

## IRIDACEAE

<i>Crocus albiflorus</i> Kit	G bulb	IV-VI	Orof. SE-Europ.	C
------------------------------	--------	-------	-----------------	---

## JUNCACEAE

<i>Juncus filiformis</i> L.	G rhiz	VI-VIII	Circumbor. Artico-Alp.	C
<i>Juncus jacquinii</i> L.	H caesp	VI-VIII	Orof. SE-Europ.	C
<i>Luzula alpino-pilosa</i> (Chaix) Breistr.	H scap	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Luzula campestris</i> DC.	H caesp		Europ.-Caucas.	C

<i>Luzula lutea</i> (All.) Lam. et DC.	H caesp	VII-VIII	Orof. SW-Europ.	R
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	H caesp	IV-VI	Anfiadr. (Circumb. Euro-Amer.)	C
<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam et DC	H caesp	V-VII	Orof. SW-Europ.	C
<i>Luzula sieberi</i> Tausch	H caesp	VI-VII	Orof. S-Europ. (Alpico-Appen.)	C
<i>Luzula spicata</i> (L.) DC. ssp. <i>mutabilis</i>	H caesp	VI-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Luzula sudetica</i> (Willd.) DC.	H caesp	VII-VIII	Artico-Alp. (Europ.)	C

## POACEAE

<i>Agrostis rupestris</i> All.	H caesp	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	H caesp	VI-VIII	Circumbor.	C
<i>Anthoxanthum alpinum</i> Love et Love	H caesp	VII-VIII	Artico-Alp. (Eurasiat.)	C
<i>Avenella flexuosa</i> Parl.	H caesp	VI-VIII	Subcosmop.-temp.	C
<i>Avenula versicolor</i> (Vill.) Lainz	H caesp	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Briza media</i> L.	H caesp	V-VIII	Eurosibir.	C
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	H caesp	V-VI	Europ.	R
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.	H caesp	VI-VIII	Subcosmop. temp.	C
<i>Festuca halleri</i> All.	H caesp	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Festuca nigrescens</i> Lam.	H caesp	VI-VIII	Circumbor. (?)	C
<i>Festuca</i> gr. <i>ovina</i>	H caesp			
<i>Festuca pratensis</i> Hudson	H caesp	V-VIII	Eurasiat.	C
<i>Festuca rubra</i> L.	H caesp	V-X	Circumbor. Subcosmop.	C
<i>Festuca scabriculumis</i> (Hackel) Richter ssp. <i>luedii</i>	H caesp	VI-VIII	Endem. SW-Alpica	R
<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench.	H caesp	VII-IX	Circumbor.	C
<i>Nardus stricta</i> L.	H caesp	VI-VIII	Eurosib.	C
<i>Phleum alpinum</i> L.	H caesp	VI-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Poa alpina</i> L.	H caesp	V-VIII	Circumbor.	C
<i>Poa hybrida</i> Gaudin	H caesp	VI-VIII	Orof. S-Europ.-Caucas.	R
<i>Poa pratensis</i> L.	H caesp	V-IX	Circumbor.	C
<i>Poa supina</i> Schrader	H caesp	VII-VIII	Circumbor. Artico-Alp.	C
<i>Poa trivialis</i> L.	H caesp	V-IX	Eurasiat.	C
<i>Poa violacea</i> Bellardi	H caesp	VII-VIII	Orof. S-Europ.	R

## CYPERACEAE

<i>Carex canescens</i> L.	H caesp	V-VII	Cosmop. temp.	C
<i>Carex capillaris</i> L.	H caesp	VI-VII	Circumbor. Artico-Alp.	C
<i>Carex caryophyllea</i> La Tourr.	H scap	III-V	Eurasiat.	C
<i>Carex curvula</i> All.	H caesp	VII-VIII	Orof. S-Europ.	C
<i>Carex fusca</i> All.	G rhiz	V-VII	Subcosmop.	C
<i>Carex irrigua</i> Wahlenb.	G rhiz	VI-VII	Eurosib.	R
<i>Carex leporina</i> L.	H caesp	V-VII	Eurosib.	C
<i>Carex oederi</i> Retz.	H caesp	V-VIII	Eurasiat.	C
<i>Carex ornithopoda</i> Willd.	H caesp	V-VII	Europ.-Caucas.	C
<i>Carex pallescens</i> L.	H caesp	VI-VII	Circumbor.	C
<i>Carex panicea</i> L.	G rhiz	IV-VII	Eurosib.	C
<i>Carex pilulifera</i> L.	H caesp	V-VII	Europ.	C
<i>Carex sempervirens</i> Vill.	H caesp	VI-VII	Orof. S-Europ.	C
<i>Carex stellulata</i> Good	H caesp	V-VII	Euroameric. (Anfiatl.)	C
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honckeny	G rhiz	VI-VIII	Circumbor.	R
<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	G rhiz	VII-VIII	Circumbor.-Artico-Alp.	C

## ORCHIDACEAE

<i>Leucorchis albida</i> (L.) E. Meyer	G bulb	VI-VIII	Artico-Alp. (Europ.)	C
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	G bulb	V-VIII	Eurasiat. temp.	C
<i>Nigritella nigra</i> (L.) Rchb.	G bulb	VII-VIII	Artico-Alp. (Europ.)	C

## LA VEGETAZIONE

### Tipologie vegetazionali e loro prerogative bioagronomiche

Le tipologie vegetazionali sono state ottenute a partire anzitutto dalla cluster analysis dei 41 rilievi. Come si può osservare nel dendrogramma di figura 4, i rilievi si aggregano in sei gruppi principali, sufficientemente omogenei al loro interno e sufficientemente diversi tra loro, sotto il profilo floristico ed ecologico, per costituire altrettante tipologie vegetazionali. Classificazione, estensione e prerogative ecologiche, agronomiche e biologiche delle fitocenosi sono illustrate in figura 4, mentre la tabella II e la figura 5 descrivono rispettivamente le composizioni floristiche dei rilievi e la distribuzione geografica delle fitocenosi.

cientemente omogenei al loro interno e sufficientemente diversi tra loro, sotto il profilo floristico ed ecologico, per costituire altrettante tipologie vegetazionali. Classificazione, estensione e prerogative ecologiche, agronomiche e biologiche delle fitocenosi sono illustrate in figura 4, mentre la tabella II e la figura 5 descrivono rispettivamente le composizioni floristiche dei rilievi e la distribuzione geografica delle fitocenosi.

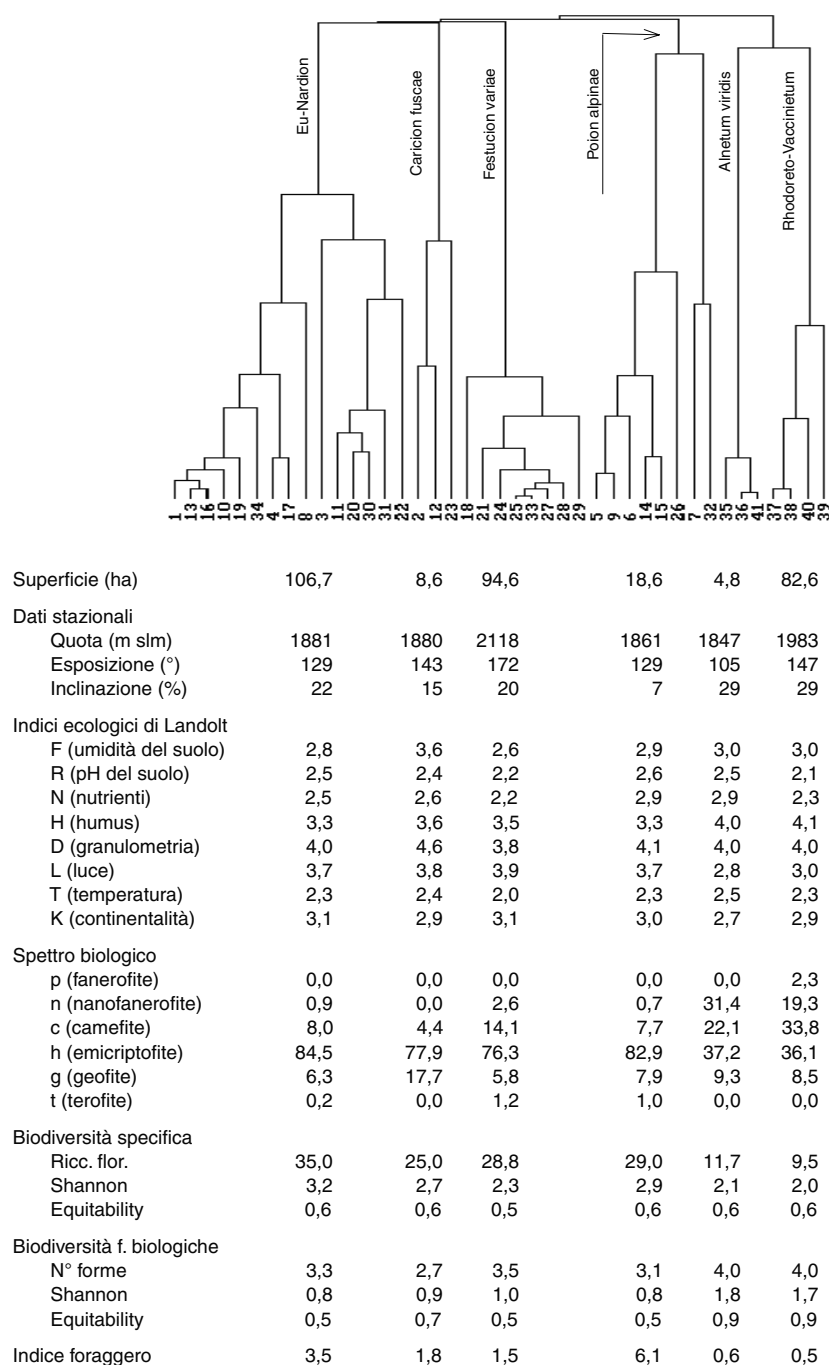


Fig. 4 – Clustering dei rilievi floristici, gruppi tipologici, caratterizzazione ecologica, biologica e agronomica.









• *Festucion variae*

*Festucion variae* è, unitamente a *Eu-Nardion* e a *Rhododendro-Vaccinietum*, il consorzio vegetale più diffuso in Alpe Mola. Tipico dei pendii ben esposti dell'orizzonte alpino e subalpino, *Festucion variae* è concentrato nella parte sommitale della malga, ove le condizioni climatiche rivelano i livelli minimi di temperatura e massimi di luminosità, relativamente alle altre tipologie vegetazionali osservate nell'area di studio. Le matrici pedologiche sono mediamente le più acide, grossolane (sabbiose), secche e povere di nutrienti.

Diversamente da altre realtà della montagna alpina, nelle quali normalmente questa cotica ricopre i versanti più scoscesi e più o meno rocciosi, formando una caratteristica struttura a cespi piuttosto frammentata (ANDREIS e RINALDI, 1989), si osserva qui in tappeti regolari su declivi relativamente dolci. Il profilo botanico è dominato da *Festuca scabriculum* ssp. *luedii* (gr. *Festuca varia*) (coperture dal 32 al 79%) e contempla specie di *Festucion variae* (*Festuca sca-*

*briculum*, *Pedicularis tuberosa*, *Hypochoeris uniflora*, *Phyteuma hemisphaericum*), e di *Caricetalia curvulae* (Br.-Bl. 26) quali ad esempio *Avenula versicolor*, *Luzula lutea*, *Silene rupestris*, *Leontodon helveticus*. Il rilievo n° 21 identifica facies di regressione verso *Eu-Nardion*, entro un dinamismo regolato essenzialmente dal pascolamento, attraverso lo sfruttamento selettivo delle specie, l'azione di calpestio e le restituzioni organiche. In altre sezioni, *Festucion variae* si trova in competizione con *Rhododendro-Vaccinietum*: entrambe le formazioni sono da ritenersi stabili in questi areali.

Il forte ricoprimento di *Festuca scabriculum* ssp. *luedii* priva queste praterie d'interesse pastorale per il bestiame bovino e ne compromette la ricchezza floristica. La stessa produzione di biomassa appare piuttosto modesta. Lo spettro biologico vede la netta prevalenza delle emicriptofite: rispetto agli altri consorzi erbacei si coglie tuttavia una più massiccia presenza di camefite e nanofanerofite.

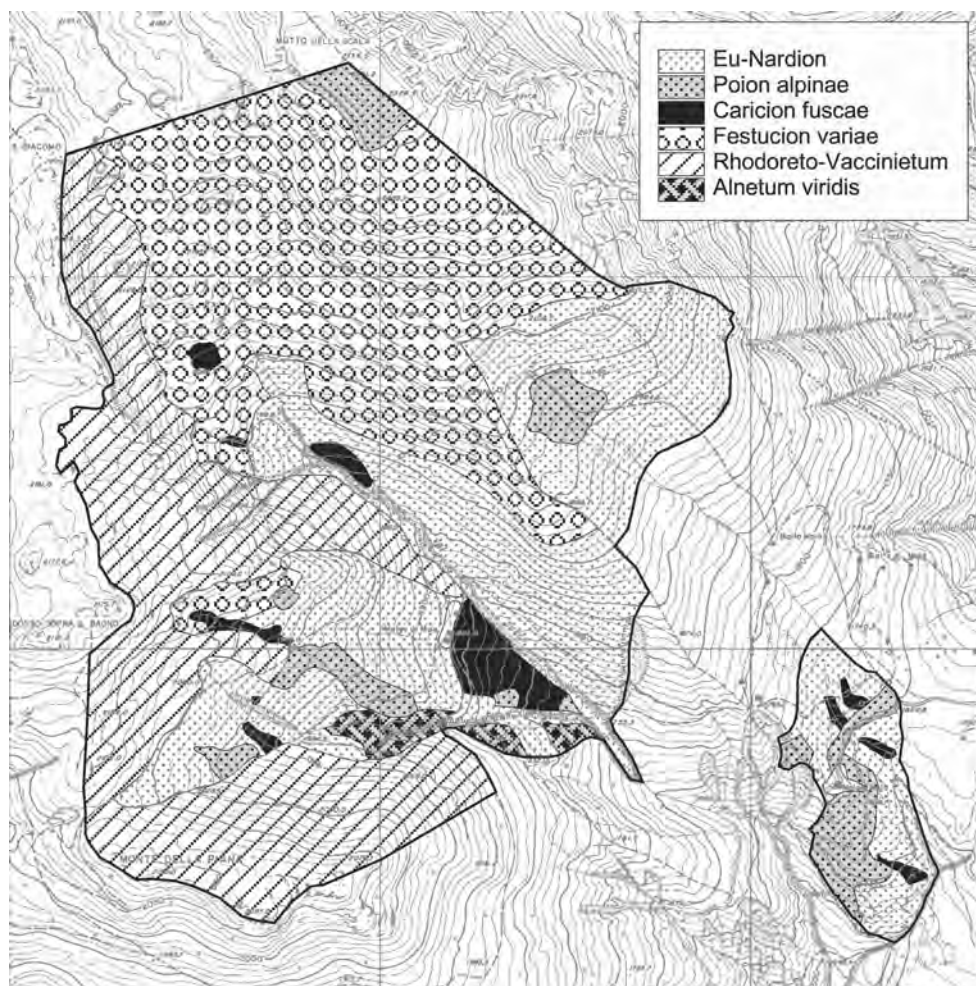


Fig. 5 – Carta della vegetazione.



• *Eu-Nardion*

I pascoli dell'alleanza *Eu-Nardion* sono dislocati nei distretti centrali ed inferiori dell'alpe, in habitat mediamente più caldi e meno illuminati di quelli di *Festucion variae*, su substrati meno acidi e meno asciutti, più dotati in nutrienti e a tessitura più minuta (sabbia fine).

Elemento principale è *Nardus stricta*, la cui incidenza quantitativa oscilla da un minimo del 20% ad un massimo del 46%; altre specie caratteristiche di *Eu-Nardion*, come *Carex pilulifera*, *Gentiana kochiana* e *Arnica montana*, compaiono con elevate frequenze. Il corteggio floristico è consistente, prerogativa abbastanza comune nei nardeti (ANDREIS e RODONDI, 1984) dove, agli elementi di *Caricetalia curvulae* e di *Caricetea curvulae*, si associano di frequente quelli di *Vaccinio-Piceetea* e di *Molinio-Arrhenatheretea*. Molto abbondanti sono, nel caso in esame, le graminoidi, che ricorrono in misura alquanto variabile nei rilievi che compongono il raggruppamento.

La genesi di queste comunità è chiaramente secondaria, riconducibile in parte al pascolamento e, verosimilmente, in parte ad interventi di decespugliamento e deforestazione. I caratteri ecologici si avvicinano, infatti, a quelli dei consorzi più naturali del *Festucion variae* e del *Rhododendro-Vaccinietum*, con i quali, del resto, condividono lunghi tratti di confine. L'equilibrato carico animale applicato quantomeno negli anni più recenti le pone per altro più in relazione dinamica con i pascoli pingui che non con le formazioni sopra citate. Limitata è infatti la diffusione di piante arbustive ed anche di specie tipiche di *Festucion variae*, mentre molti rilievi lasciano intravedere intrusioni significative di specie tipiche di *Poion alpinae*, quali *Phleum alpinum* e *Poa alpina* (rilievi n° 4, 8 e 17).

In merito al valore agronomico, la produttività e l'indice foraggero risultano mediamente superiori a quelli di *Festucion variae*, ma inferiori ad altre fitocenosi erbacee.

• *Poion alpinae*

Le praterie del *Poion alpinae* si rinvencono in aree non molto ampie, localizzate anzitutto in zone pianeggianti, ove il bestiame sosta con più frequenza. I suoli sono contraddistinti da umidità e ricchezza in nutrienti moderate, tessitura minutamente sabbiosa e acidità meno accentuata che altrove.

Le maggiori restituzioni di fertilità operate qui dal bestiame tendono ad appiattare la complessità floristi-

ca del pabulum, favorendo le specie che meglio sanno usufruire dell'azoto, graminacee foraggere in primis. Ciò mortifica da un lato la diversità specifica che diviene mediamente inferiore a quella di *Eu-Nardion*; dall'altro migliora risolutamente la produttività e la qualità pastorale della fitomassa.

Tra le graminacee foraggere spiccano soprattutto *Poa alpina* e *Phleum alpinum*, con *Trifolium pratense* ssp. *nivale* le principali specie caratteristiche di alleanza. Secondaria è l'incidenza di piante caratteristiche di altre alleanze ed in particolare di *Eu-Nardion*, rispetto alla quale sussiste, come accennato, una forte tensione competitiva denunciata dalla presenza in questa di esponenti propri di *Poion alpinae*. Fa eccezione *Festuca nigrescens* che in alcuni rilievi pareggia o supera le percentuali di ricoprimento delle citate graminacee, senza tuttavia mettere in discussione la classificazione dei rilievi stessi nell'ambito dell'alleanza del *Poion alpinae*.

I rilievi n° 7 e 32 si scostano dal resto dell'aggruppamento per l'elevato ricoprimento di *Anthoxanthum alpinum*. Anche l'unità n° 26 descrive una situazione abbastanza unica, dove alla flora tipica dei pascoli fertili, favorita in passato nel suo insediamento da una forte pressione pascoliva, si sovrappone una flora tipica dei dossi ventosi di quota, il cui ritorno è conseguito al quasi totale abbandono dell'area.

Lo spettro biologico è del tutto affine a quello delle altre praterie precedentemente descritte.

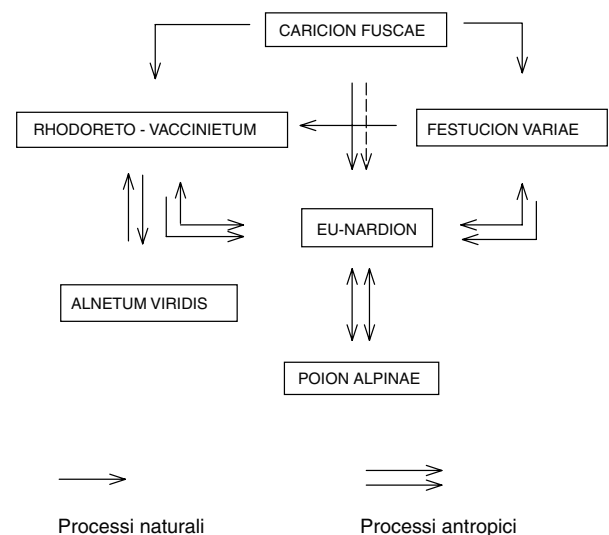


Fig. 6 – Schema dinamico reale della vegetazione.

• *Caricion fuscae*

Anche i pascoli palustri ascrivibili al *Caricion fuscae* si presentano in numerose piccole areole, localizzate qua e là nell'alpe in corrispondenza di avvallamenti e compluvi. Gli indici di Landolt ne documentano le condizioni edafiche di maggiore umidità e torbosità, circostanze notoriamente propizie per lo sviluppo di specie igrofile quali i Carici.

La combinazione di diverse specie di questo genere e di graminacee come *Nardus stricta*, *Anthoxanthum alpinum* e *Deschampsia caespitosa*, differenzia i tre rilievi del gruppo. Il rilievo n° 23, ricco di *Carex stellulata*, ostenta in particolare un più marcato carattere di igrofilia che lo viene a collocare in posizione più primitiva nella serie evolutiva che, attraverso deposizioni di torba e conseguente innalzamento del fondo del terreno, porta a *Caricetum fuscae* e successivamente ad associazioni più xeriche. Nella catena, il rilievo n° 2 sembra posizionarsi nella parte più prossima a questi ultimi popolamenti, contemplando nel corredo floristico *Molinia coerulea* ed altri esponenti tipici di *Molinion*, alleanza ecologicamente meno collegata di *Caricion fuscae* alla presenza di acqua nel suolo.

Alla maggior igrofilia si accompagnano banalizzazioni del quadro floristico e deterioramento delle prerogative agronomiche. Il rilievo n° 23 mostra così, nell'ambito delle comunità erbacee, i valori in assoluto peggiori di ricchezza specifica e indice foraggero, mentre gli altri due rilievi oltrepassano in tutti i parametri *Festucion variae*. Lo spettro biologico segnala nell'insieme una percentuale maggiore di geofite, piante chiaramente collegate all'elevata umidità del substrato.

• *Rhododendro-Vaccinietum*

Notevole, come detto, è l'estensione della brughiera ad arbusti contorti, osservabile qui soprattutto nella forma che Braun-Blanquet definisce extrasilvatica, ossia priva della componente arborea, limitata ad isolati esemplari di *Larix decidua* che, in un solo rilievo (n° 39), raggiungono soglie di copertura apprezzabili (10%).

Associazione climatogena dei versanti freschi e innevati dell'orizzonte alpino inferiore e, con l'aggiunta dello strato arboreo di conifere, anche di quello subalpino, il *Rhododendro-Vaccinietum* possiede nel complesso scarso significato pastorale, causa la bassa frequenza e il modesto ricoprimento di specie erbacee. Poiché anche il contingente floristico dello strato arbustivo è piuttosto immiserito,

dominato com'è da *Rhododendron ferrugineum* e *Vaccinium myrtillus*, la complessità specifica del popolamento è mediocre.

Lo spettro biologico appare, ovviamente, alquanto diverso da quello delle praterie, contraddistinguendosi per l'abbondanza di nanofanerofite e camefite e la minore percentuale di emicriptofite.

• *Alnetum viridis*

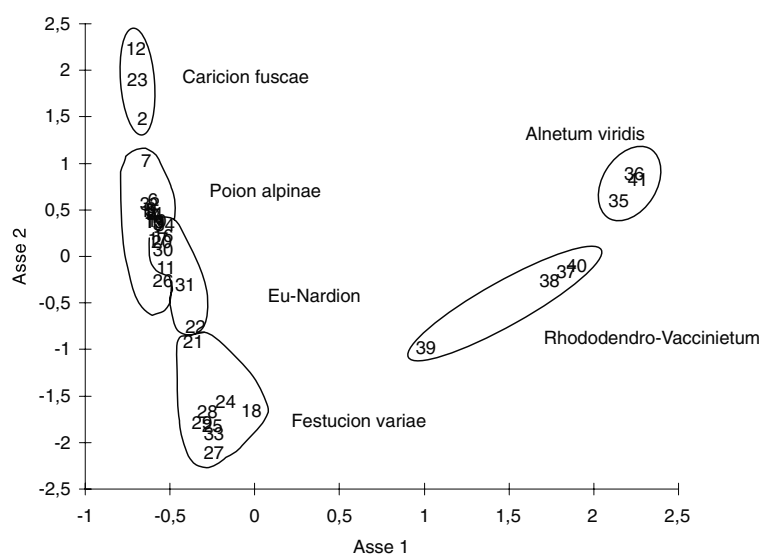
L'arbusteto ad *Alnus viridis* occupa le aree di maggior compluvio interessate da scorrimenti ed accumuli nevosi. Grazie all'elevata elasticità del legno e alla ramificazione aperta, l'arbusto possiede spiccata resistenza ai carichi nevosi e alle slavine, che gli consente di insediarsi laddove il bosco o le piccole conifere non potrebbero sopravvivere. In tali circostanze si formano tipiche comunità azonali con carattere di stabilità. In condizioni di maggiore xericità, come nel caso del rilievo n° 35, *Alnus viridis* subisce invece la concorrenza di Rododendro e Mirtillo e il popolamento diviene meno tipico.

Lo strato arbustivo svolge azione di soffocamento sulla vegetazione erbacea, compromettendo valore agronomico e ricchezza floristica. Lo spettro biologico non si scosta molto da quello del *Rhododendro-Vaccinietum*, se non per un diverso rapporto tra nanofanerofite e camefite.

### Dinamismi e determinismo ecologico

Uno schema interpretativo sintetico delle relazioni dinamiche tra le tipologie vegetazionali è proposto in figura 6. È messa in risalto anzitutto la linea evolutiva che dalle compagini umide a *Carex fusca* può condurre alle formazioni più xeriche di *Eu-Nardion*. Tra queste e le altre formazioni xeriche del *Rhododendro-Vaccinietum* e del *Festucion variae* esistono rapporti dinamici regolati da fattori naturali e antropici. L'intensità di pascolamento, in particolare, governa l'evoluzione di *Eu-Nardion*, indirizzandola verso le tipologie più naturali laddove i carichi sono molto blandi o verso derive più artificiali nel caso in cui la pressione animale sia più elevata.

L'ordinamento dei rilievi nello spazio dei primi due assi dell'analisi delle corrispondenze (Fig. 7) ribadisce nelle linee essenziali gli esiti del clustering, rendendo significativo lo studio del determinismo ecologico per mezzo dell'analisi indiretta di gradiente. Le comunità arbustive del *Rhododendro-Vaccinietum* e dell'*Alnetum viridis* e le praterie a *Caricion fuscae* e a *Festucion variae* si separano distintamente, mentre tra



	Asse 1			Asse 2		
	Segno	R <sup>2</sup>	P	Segno	R <sup>2</sup>	P
Altitudine				-	0,40	***
Inclinazione	+	0,21	**			
Umidità del suolo (F)				+	0,62	***
Luce(L)	-	0,75	***			
Temperatura (T)				+	0,44	***
Continentalità (K)	-	0,61	***	-	0,15	*
pH del suolo (R)	-	0,27	*	+	0,28	***
Nutrienti (N)				+	0,49	***
Granulometria (D)				+	0,66	***
Humus (H)	+	0,70	***			

Fig. 7 – Ordinamento dei rilievi nello spazio dei primi due assi dell'analisi di corrispondenza e regressione lineare sugli indici ecologici e stazionali.

le alleanze *Eu-Nardion* e *Poion alpinae* affiorano contatti e sovrapposizioni. Anche i rilievi di transizione o meno caratterizzati floristicamente (n° 2, 7, 21, 22, 35 e 39) tendono a collocarsi ai margini dei gruppi o in prossimità delle linee di demarcazione.

Il primo asse discrimina soprattutto tra praterie e brughiere, il secondo all'interno delle due categorie fisionomiche. Sul primo asse si contrastano gli indici di Landolt luce, continentalità e pH, da una parte, con l'inclinazione e il contenuto in humus del suolo dall'altra, gli uni crescenti nel senso dell'asse, gli altri in senso opposto. Sul secondo asse la variabilità si pone in relazione positiva con la temperatura e i parametri pedologici (umidità, contenuto in nutrienti, granulometria e pH), negativa con l'altitudine e la continen-

talità. La differenziazione ecologica tra consorzi arbustivi ed erbacei poggia dunque principalmente su gradienti di dotazione organica dei substrati e di luminosità, come del resto espresso anche dai valori medi assunti dai parametri nei popolamenti (Fig. 4). Le brughiere esibiscono maggiore affinità per le aree meno esposte alla luce e i suoli più scoscesi e maturi: *Alnetum viridis* sembra prediligere, rispetto a *Rhododendro-Vaccinietum*, siti a maggiore acclività e fertilità dei substrati, minore altimetria e clima tendenzialmente più mite. Le praterie rispondono invece ad un determinismo essenzialmente edafico basato sullo stato idrico e sulla proporzione di particelle fini. All'aumento degli indici corrisponde la successione *Festucion variae*, *Eu-Nardion*, *Poion alpinae* e *Caricion fuscae*. Per *Eu-Nardion* e *Poion alpinae* l'ecologia appare piuttosto simile, se si eccettua una fertilità chimica leggermente superiore nelle matrici pedologiche della compagine pingue.

### Biodiversità

Anche in termini di biodiversità (Fig. 4) emerge una chiara contrapposizione tra le praterie e i cespuglieti. La complessità specifica descritta dagli indici di ricchezza floristica e di Shannon si rivela mediamente superiore nelle cotiche erbose, mentre l'equitabilità si mostra piuttosto stabile. A livello di biodiversità funzionale sono invece proprio le brughiere a registrare i picchi massimi in tutti e tre gli indicatori.

Se, dunque, nelle fitocenosi erbacee, un numero elevato di specie ha normalmente la possibilità di convivere, dando luogo a comunità floristicamente ricche, nelle formazioni arbustive l'aggressività di poche piante cespugliose specializzate banalizza il sistema. Tuttavia, la presenza qui di una maggiore stratificazione, oltre a migliorare l'utilizzazione dello spazio ed incrementare la sintesi di biomassa, amplia

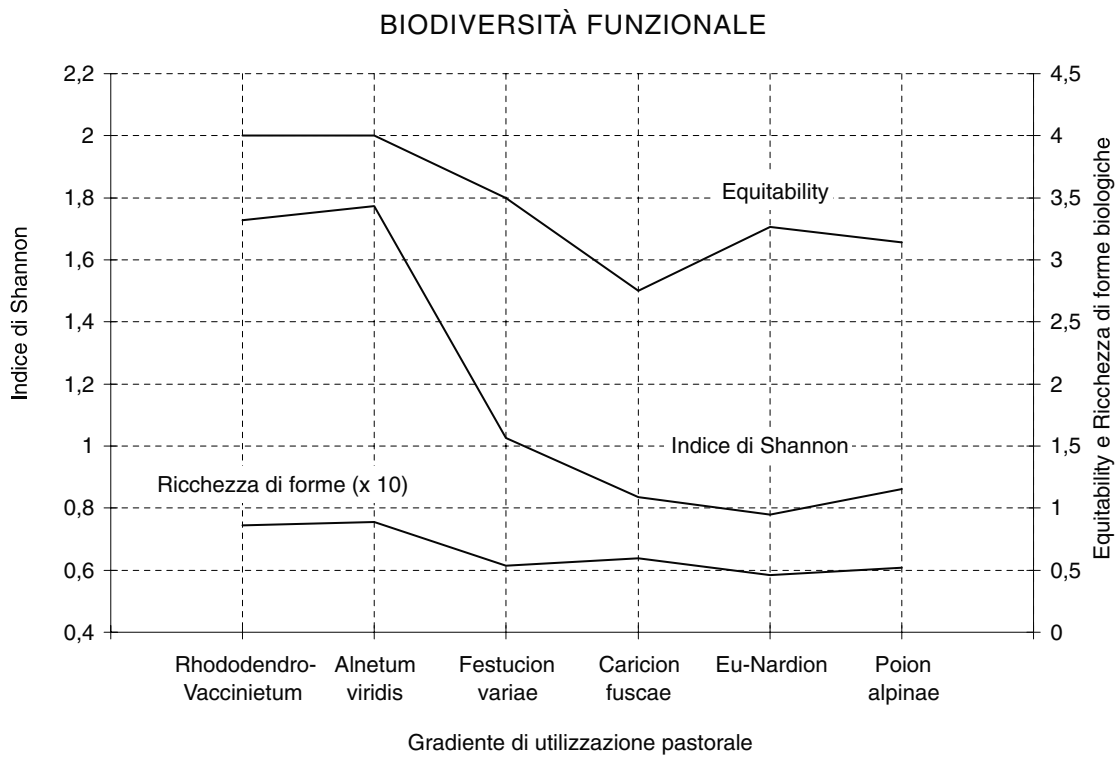
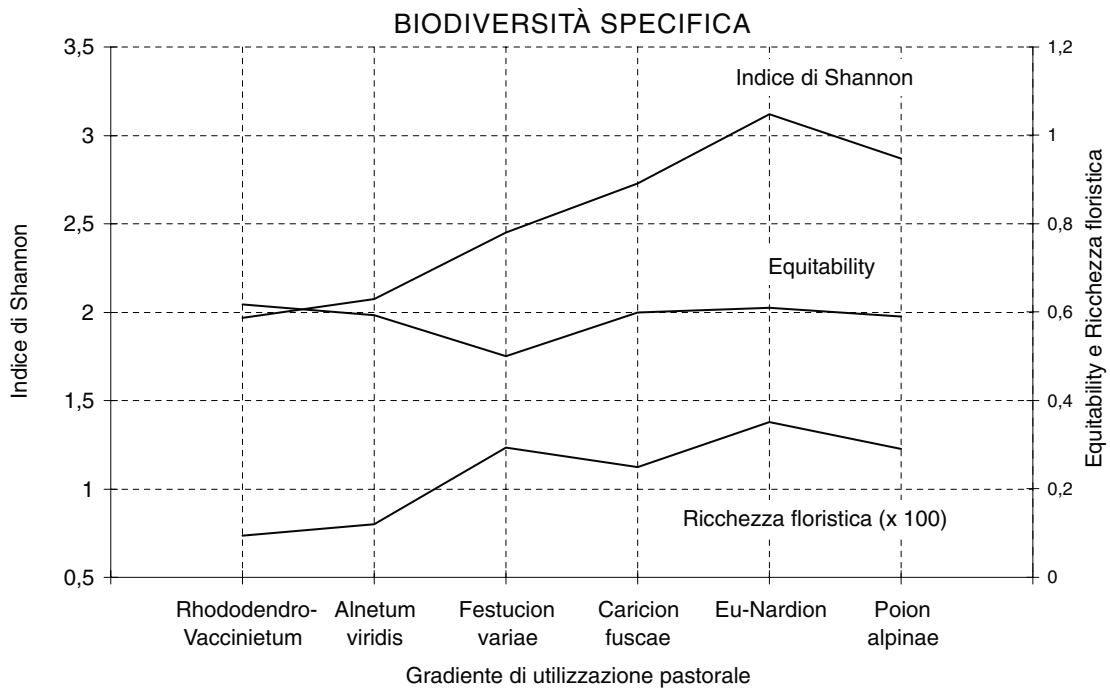


Fig. 8 – Relazione tra biodiversità specifica e funzionale e gradiente di utilizzazione pastorale.

la strategia adattativa della cenosi, quantomeno nei confronti della struttura biologica.

Ordinando i gruppi vegetazionali in funzione del disturbo arrecato dall'attività pastorale, definito in base ai carichi animali dichiarati dai pastori e verificati contando le mete, si definisce la relazione tra antropizzazione e biodiversità (Fig. 8). Sotto il profilo della complessità specifica la situazione più favorevole si manifesta nelle circostanze di sfruttamento tendenzialmente estensivo delle cotiche. Fruizioni pesanti o troppo blande sono motivo d'impoverimento, riflesso in un caso dell'azione selettiva esercitata dal bestiame attraverso l'attività alimentare, il calpestio e le restituzioni organiche, nell'altro del ritorno della vegetazione naturale. Esiti analoghi sono riferiti anche da altri autori per altri ambienti alpini (BORNARD *et al.*, 1995). Diametralmente opposto è l'andamento della biodiversità funzionale, sebbene nell'ambito dei raggruppamenti erbacei il responso dei tre indicatori non appaia così univoco.

Oltre che con la pressione pastorale, la biodiversità varia con i fattori naturali. L'analisi di regressione semplice sui rilievi (Tab. III) ne identifica cinque in particolare che, in coerenza con i contrastanti andamenti avanti segnalati, agiscono in senso opposto sulla biodiversità specifica e su quella funzionale. Per

l'acclività e il tasso unico del suolo è legittimo pensare, senza per altro poter escludere effetti più diretti, a qualche legame, per il primo parametro, con le frequentazioni degli animali e, per il secondo, con il fatto che le matrici pedologiche più mature sono ricoperte dai cespuglieti. Gli altri fattori suggeriscono come condizioni climatiche meno rigide e minore acidità del terreno si risolvano in aumenti di complessità floristica e riduzioni di forme biologiche, processi da ritenersi ecologicamente verosimili.

Indagando la variabilità all'interno dei raggruppamenti, obiettivo realizzabile con immediatezza riportando gli indici di biodiversità lungo l'ordinamento dei rilievi sul primo asse dell'analisi di corrispondenza (Figg. 9 e 10), si ravvisano nell'insieme ampie dispersioni e conseguenti sovrapposizioni tra i popolamenti. Per la biodiversità specifica la variabilità è riferibile fondamentalmente alla copertura delle specie dominanti. Al loro crescere si viene a determinare una banalizzazione floristica del pabulum, evidenziata da correlazioni negative strettissime con l'indice di Shannon e l'equitabilità. Ciò è osservabile in *Festucion variae* rispetto a *Festuca varia* ( $r = -0.97^{***}$  e  $-0.96^{***}$ ), in *Rhododendro-Vaccinietum* rispetto a *Rhododendron ferrugineum* ( $r = -0.97^{**}$  e  $-0.98^{**}$ ) e in *Eu-Nardion* rispetto a *Nardus stricta* ( $r = -0.67^{**}$  e

		BIODIVERSITÀ SPECIFICA			BIODIVERSITÀ FUNZIONALE		
		Ricc. flor.	Shannon	Equitability	N. forme	Shannon	Equitability
<i>Inclinazione</i>	Segno				+	+	+
	R <sup>2</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	0.34	0.47	0.42
	P				*	**	**
<i>Luce (L)</i>	Segno	+	+		-	-	-
	R <sup>2</sup>	0.57	0.42	n.s.	0.42	0.72	0.65
	P	***	**		**	***	***
<i>Continentalità (K)</i>	Segno	+				-	-
	R <sup>2</sup>	0.51	n.s.	n.s.	n.s.	0.48	0.48
	P	***				**	**
<i>pH del suolo (R)</i>	Segno	+				-	-
	R <sup>2</sup>	0.31	n.s.	n.s.	n.s.	0.39	0.4
	P	**				*	**
<i>Humus (H)</i>	Segno	-	-		+	+	+
	R <sup>2</sup>	0.63	0.49	n.s.	0.41	0.76	0.73
	P	***	**		**	***	***

Tab. III – Regressioni lineari degli indici di biodiversità sugli indici ecologici e stagionali.

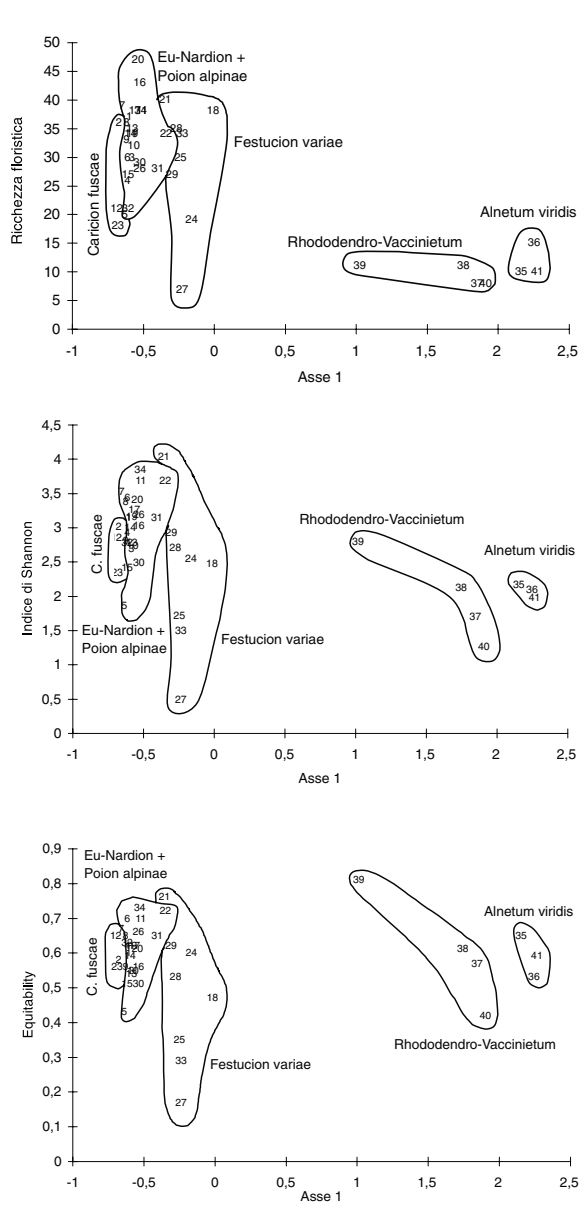


Fig. 9 – Indici di biodiversità specifica e dispersione dei rilievi lungo il primo asse dell'analisi di corrispondenza.

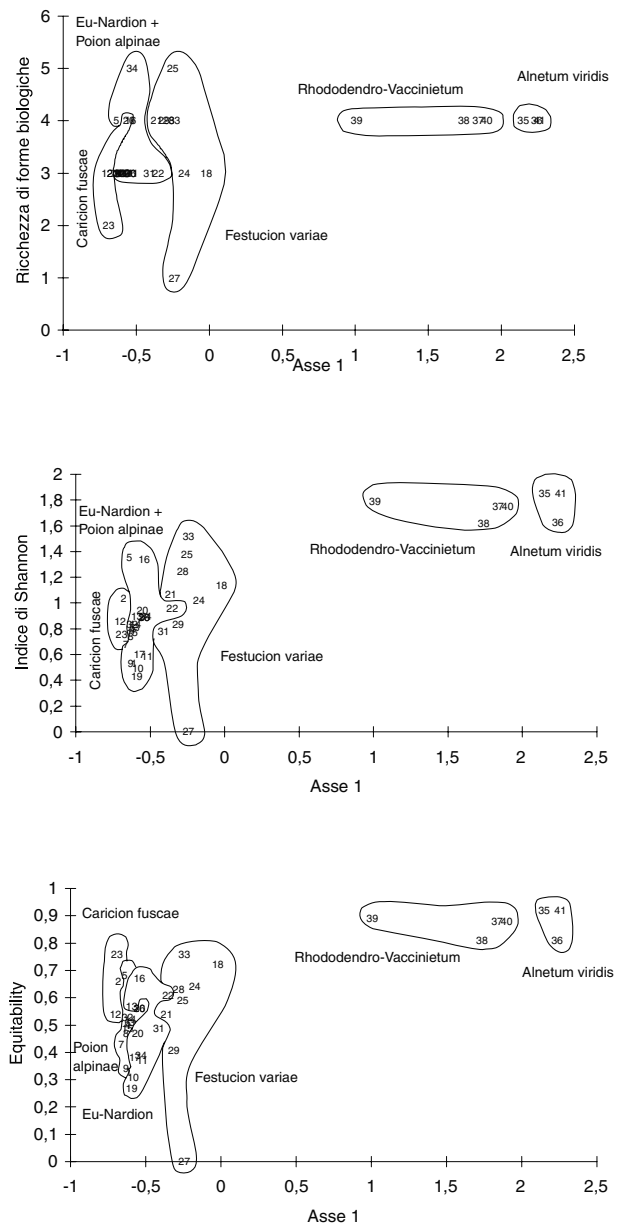


Fig. 10 – Indici di biodiversità funzionale e dispersione dei rilievi lungo il primo asse dell'analisi di corrispondenza.

-0.79\*\*\*). Le compagini del *Poion alpinae*, del *Caricion fuscae* e dell'*Alnetum viridis* non propongono, invece, relazioni significative con le rispettive specie prevalenti (*Poa alpina*, *Carex fusca* e *Alnus viridis*).

Nessuna significatività emerge né nei confronti della ricchezza floristica, né dei tre indicatori di biodiversità funzionale.

### Indice foraggero

Il posizionamento dei valori medi dell'indice forag-

gero lungo il gradiente di pressione pastorale della vegetazione (Fig. 11) delinea una funzione incrementale, in particolare passando da *Caricion fuscae* a *Eu-Nardion* e da questo a *Poion alpinae*. Nell'intervallo esplorato, il parametro segue, quindi, l'intensità di pascolamento, salvo, come noto, crollare allorché l'eccessivo sfruttamento apre la cotica all'invasione di flora nitro-ammoniacale o comunque di piante prive di valore zootecnico.

Poiché anche la produttività tende a salire lungo il gradiente, l'interesse produttivo entra in evidente

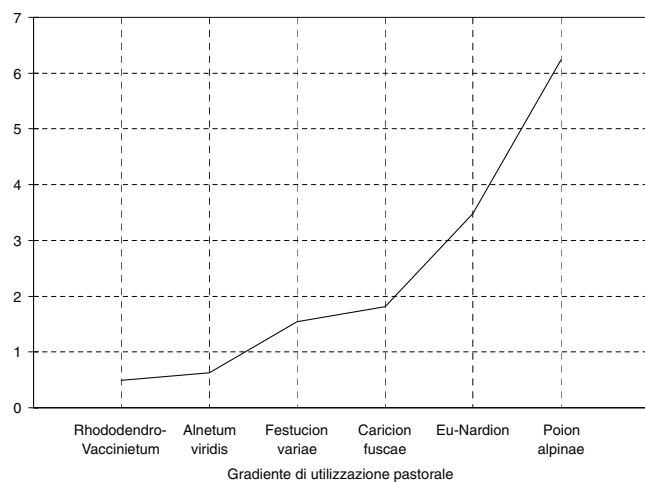


Fig. 11 – Relazione tra indice foraggero e utilizzazione pastorale.

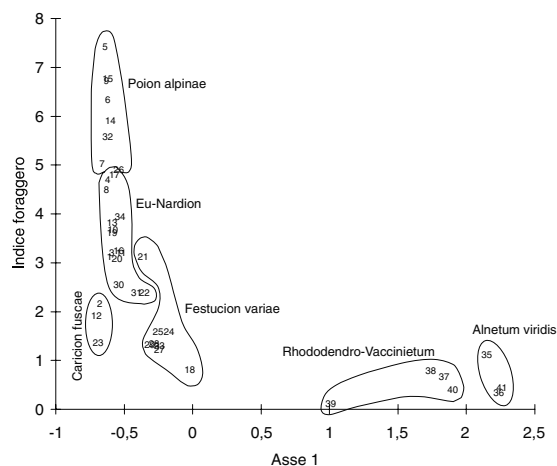


Fig. 12 – Indice foraggero e dispersione dei rilievi lungo il primo asse dell'analisi di corrispondenza.

conflitto con la tutela della biodiversità funzionale, coniugandosi invece perfettamente con quella specifica, che viene, almeno fino ad un certo punto, potenziata dall'erbivoria. Quest'ambivalenza è postulata anche da correlazioni positive del parametro con la ricchezza floristica e l'indice di Shannon di diversità specifica ( $r = 0.44^{**}$  e  $0.42^{**}$ ) e negative con gli indici di Shannon e di equipartizione per le forme biologiche ( $r = 0.51^{***}$  e  $0.48^{**}$ ).

A differenza della biodiversità, l'indice foraggero si mantiene piuttosto stabile entro i raggruppamenti, specialmente in quelli più naturali, consentendo una buona caratterizzazione (Fig. 12). I rilievi del *Poion alpinae* ostentano tutti valori di vertice piuttosto elevati, grazie in particolare all'abbondanza di buone graminacee foraggere. Anche i rilievi di *Eu-Nardion* formano un insieme ben tipizzato, con indice intermedio e una sola sovrapposizione con *Festucion variaie* (rilievo n° 21, facies di transizione tra le due alleanze). Le compagini di quest'ultima alleanza e di quella del *Caricion fuscae* si confondono invece l'una con l'altra, posizionandosi ai limiti inferiori delle praterie, ma distinguendosi dalle due comunità arbustive, a loro volta confuse tra loro.

Numerosi parametri ecologici e stazionali (Tab. IV) spiegano questa variabilità. Nell'insieme essi segnalano come al miglioramento delle condizioni ambientali (edafiche, topografiche e climatiche) corrisponda una propensione al miglioramento della qualità pabulare, se si esclude il tenore in humus del suolo che, come visto, è superiore nelle formazioni cespugliose di minore pregio agronomico.

## CONCLUSIONI

L'indagine floristica sui pascoli e le brughiere dell'Alpe Mola, oltre a consentire la stesura di un primo repertorio floristico e della carta della vegetazione, ha fornito interessanti informazioni riguardo alle relazioni tra ecologia e uso pastorale del territorio.

Delle sei principali aggregazioni fitosociologiche osservate, almeno due, ossia *Poion alpinae* ed *Eu-Nardion*, vanno ritenute tipicamente zoogene. Il loro dominio è il medesimo dei popolamenti naturali o seminaturali di *Rhododendro-Vaccinietum*, *Alnetum viridis*, *Festucion variaie* e *Caricion fuscae*, con i quali intrattengono rapporti di competizione regolati essenzialmente dalla pressione di pascolamento. Rispetto dunque alla biodiversità  $\beta$  (diversità di comunità nell'ambito di un habitat) (WHITTAKER, 1972), si conferma la funzione benefica dell'attività pastorale, che arricchisce l'ambiente di specie e di popolamenti, rompendo quella monotonia che contraddistingue la vegetazione climatogena o durevole delle fasce altitudinali alpina e subalpina e conservando in tal modo più aperto e fruibile lo spazio.

In ordine alla biodiversità  $\alpha$  (diversità di specie nell'ambito di una comunità) si evidenzia invece un effetto ambivalente: all'incremento di complessità specifica con il pascolamento fa riscontro una semplificazione nella strategia adattativa messa in atto dalle piante per superare la stagione avversa. Mentre, tuttavia, il primo fattore risente negativamente di un utilizzo intensivo delle cotiche, la biodiversità funzionale non palesa mutamenti rilevanti entro i popola-

menti zoogeni. Naturalmente, un approccio esaustivo al tema avrebbe richiesto di indagare, in contiguità con quella che è l'organizzazione gerarchica della vegetazione (ALLEN and STARR, 1982), anche la diversità intraspecifica o genetica, nonché diverse strategie adattative, la rarità e vulnerabilità delle specie (PEETERS, 1995). Ciò non toglie che, per gli aspetti osservati, uno sfruttamento preferenzialmente estensivo delle cotiche sembra rivendicare sicuri vantaggi per la salvaguardia della biodiversità specifica, mentre la biodiversità funzionale parrebbe giovare di condizioni di maggiore naturalità.

Dato che, entro certi limiti, rendimenti produttivi e valore foraggero del pabulum migliorano progressivamente con la pressione animale, una gestione sufficientemente estensiva sembra altresì rappresentare, perlomeno nel contesto esaminato, il giusto compromesso tra esigenze agronomiche ed ecologiche: le

prime imporrebbero, infatti, carichi piuttosto elevati, tali da selezionare opportunamente la flora pabulare; le seconde reclamerebbero condizioni meno pregiudizievoli per la sopravvivenza delle specie più spontanee.

	<i>Segno</i>	$R^2$	<i>P</i>
Altitudine	-	0.18	**
Inclinazione (%)	-	0.39	***
Luce	+	0.13	*
pH	+	0.34	***
Nutrienti	+	0.32	***
Humus	-	0.48	***

Tab. IV – Regressione lineare dell'indice foraggero sugli indici stazionali e ecologici.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLEN T.F.H. and STARR T.B., 1982. Hierarchy: perspectives for ecological complexity. University Chicago Press éd., 310 pp.
- ANDREIS C. e RINALDI G., 1989. Contributo alla conoscenza delle praterie a *Festuca scabriculum* ssp. *luedii* dei versanti meridionali delle Alpi Orobie. *Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. "E. Caffi" di Bergamo*, 14, 81-98.
- ANDREIS C. e RODONDI G., 1984. I pascoli delle Alpi Orobie Orientali: note vegetazionali per un catasto. *Convegno attività silvo pastorali ed aree protette*, 85-127.
- BERNARD BRUNET J. et COZIC P., 1987. Prise en compte de la diversité spécifique dans l'analyse et la modélisation des effets du climat sur la croissance de l'herbe dans les étages alpin et subalpin. *Les Colloques de l'INRA*, 39: 407-430.
- BORNARD A., COZIC P. et BRAUN-NOGUÉ C., 1995. Diversité spécifique et écologique des végétations des alpages laitiers des Alpes françaises du Nord. FAO Regional Office for Europe. Mountain grassland: biodiversity and agricultural value. *REU Technical Series*, 39: 21-34.
- BORNARD A. et COZIC P., 1998. Milieux pâturés d'altitude. II- Intérêts multiples de ces milieux gérés par le pâturage domestique. *Fourrages*, 153: 69-79.
- CAVALLERO A., GRIGNANI C. e REYNERI A., 1989. Caratterizzazione delle risorse foraggere in alta Valle Camonica e studio della loro utilizzazione integrata. Sistemi agricoli marginali, scenario Valle Camonica. A cura di MARIO POLELLI. *CNR - Progetto finalizzato IPRA*, 129-183.
- D'ALESSIO D. e PREVITALI F., 1989. Assetto geomorfopedologico del bacino del Fiume Oglio a nord di Darfo (Valli Camonica e di Scalve). Sistemi agricoli marginali, scenario Valle Camonica. A cura di MARIO POLELLI. *CNR-Progetto finalizzato IPRA*, 187-203.
- FLEURY P., 1995. Les différentes composantes de la biodiversité spécifique dans les prairies: diversité intraspécifique, diversité spécifique et diversité fonctionnelle. Exemples dans les Alpes du Nord françaises. FAO Regional Office for Europe. Mountain grassland: biodiversity and agricultural value. *REU Technical Series*, 39: 39-49.
- LAMBERTIN M., 1992. L'espace naturel d'altitude pâturé par des ongulés domestiques. Approche méthodologique de la charge admissible. Cas d'un alpage laitier en Vallée d'Aoste. *Annales de l'Institut Agricole Régional*, I: 3-24.
- LANDOLT E., 1977. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Eidg. Techn. Hochschule Stiftung Rübel*, Heft 64, Zürich.
- LEGENDRE L. et LEGENDRE P., 1979. Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris, 197 pp.
- OBERDORFER E., 1983. Pflanzensoziologische ExcurSIONflora. Verlag Eugene Ulmer, Stuttgart.
- ORLANDI D., CLEMENTEL F. e BEZZI A., 1997. Modelli di calcolo della produttività di pascoli alpini. *Comunicazioni di ricerca dell'Istituto Sperimentale per l'Assesamento Forestale e per l'Alpicoltura di Villazzano*, Trento, 96/2: 5-13.



- PEETERS A., 1995. Réflexions générales sur la biodiversité des prairies de montagne. FAO Regional Office for Europe. Mountain grassland: biodiversity and agricultural value. *REU Technical Series*, 39: 11-17.
- PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. Edagricole, Bologna, I- II e III.
- PODANI J., 1993. Syn-tax-pc. Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics. Department of Plant Taxonomy and Ecology, L. Eötvös University Budapest, 104 pp.
- SHANNON C.E., 1949. The mathematical theory of communication. Illinois University Press, Urbana, 29-125.
- WERNER W. e PAULISSEN D. 1987. Archivio Programma Veg-Base. Istituto di Fisiologia Vegetale, Dipartimento di Geobotanica Università di Dusseldorf, 21 pp.
- WHITTAKER R.H., 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 42: 207-264.
- WHITTAKER R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.