

INFLUENZA DI ESPOSIZIONE ED ALTITUDINE SULLA DISTRIBUZIONE DELLA VEGETAZIONE SERIALE NELLE ALPI OROBIE (LOMBARDIA, ITALIA)

Elena CASTOLDI* & José A. MOLINA

Departamento de Biología Vegetal II,
Universidad Complutense de Madrid, E-28040 Madrid, España

*Autor para correspondencia: ecastoldi@farm.ucm.es

Recibido el 5 de abril de 2010, aceptado para su publicación el 10 de junio de 2010

RIASSUNTO. *Influenza di esposizione ed altitudine sulla distribuzione della vegetazione seriale nelle Alpi Orobie (Lombardia, Italia).* Il presente lavoro si occupa di indagare gli effetti che l'esposizione e l'altitudine esercitano sulle formazioni erbacee ed arbustive della Val Varrone, valle prealpina orientale del bacino imbrifero del lago di Como. Tramite cluster analysis sono stati caratterizzati 6 aggruppamenti vegetali attribuibili a 6 associazioni fitosociologiche. Gli aggruppamenti sono stati poi caratterizzati dal punto di vista ecologico, d'accordo con i parametri di Landolt. Dall'analisi dell'assolazione, tramite la formula di Bartorelli, le comunità vegetali vengono distribuite spazialmente nel territorio. L'associazione *Centaureo-Arrhenatheretum* è diffusa a basse quote principalmente su versanti con esposizione meridionale. L'associazione *Festucetum variae*, invece, è stata rilevata ad altitudini più elevate, sempre con esposizione sud. In corrispondenza della fascia intermedia, l'associazione *Homogyno alpinae-Nardetum* presenta la maggior ampiezza altitudinale, le associazioni *Rumicetum alpinii* e *Alnetum viridis* prediligono fasce altitudinali meno ampie, mentre l'associazione *Vaccinio-Rhododendretum ferrugineum* cresce su pendii ripidi. La vegetazione seriale delle Alpi Orobie (lato orientale del lago di Como) risulta essere simile a quella dell'Alto Lario Occidentale (lato occidentale).

Parole chiave. Alpi Orobie, altitudine, esposizione, Lago di Como, sintassonomia, vegetazione alpina, vegetazione seriale.

ABSTRACT. *Elevation and exposition influence on vegetation serial distribution in Orobie Alps (Lombardia, Italy).* The aim of this work is to seek the influence of certain geographical factors such as elevation and exposition on herbaceous and shrub vegetation in Val Varrone, a pre-alpine eastern valley of Como Lake drainage basin. Through cluster analysis were identified 6 vegetation groups, referable to 6 phytosociological associations. They were ecologically characterized according to Landolt parameters. Insolation analysis based on Bartorelli formulae revealed that vegetation types are spatially distributed in the area. The *Centaureo-Arrhenatheretum* association occurs at the lower altitudes, mainly on slopes with southern exposure. The *Festucetum variae* association, however, was found at higher altitudes, always facing south. At the mid-range, the *Homogyno alpinae-Nardetum* association presents the widest altitude, both the *Rumicetum alpinii* and *Alnetum viridis* associations prefer altitudinal belts less extensive, and finally the *Vaccinio-Rhododendretum ferrugineum* association grows on steep slopes. The vegetation of serial Orobie Alps (the eastern side of Como Lake) appears to be similar to the Alto Lario (west side).

Key words. Alpine vegetation, Como Lake, elevation, exposition, Orobie Alps, serial vegetation, syntaxonomy.

INTRODUZIONE

L'altitudine e l'esposizione giocano un ruolo fondamentale nella composizione floristica e nella distribuzione delle formazioni vegetali alpine (Giorgi *et al.*, 1996; Wildi & Lutz, 1996; Smith *et al.*, 2009). Da una parte, l'altitudine determina una diminuzione della diversità vegetale dovuta all'abbassamento della temperatura (Guisan & Theurillat, 2000; Theurillat & Guisan, 2001; Vetaas & Grytnes, 2002; Klanderud & Birks, 2003; Thuiller *et al.*, 2004; Becker *et al.*, 2007; Huelber *et al.*, 2007); dall'altra i versanti con diverse esposizioni offrono un rifugio nelle migrazioni altitudinali (Rossi & Parolo, 2005; Erschbamer *et al.*, 2009). La Val Varrone (Lecco, Lombardia, Italia) rappresenta un'area di studio che, per la sua eterogeneità di ambienti e di formazioni vegetali e per il basso grado di antropizzazione rispetto ad altre valli orobiche, si presta allo studio degli effetti dell'altitudine ed esposizione sulla composizione e diversità vegetale. La valle è coinvolta dall'effetto climatico che

esercitano il Lago di Como e i grandi rilievi circostanti: è atteso che il Lago di Como pratichi sulla Val Varrone un importante effetto di mitigazione termica, come descritto per altre grandi masse d'acqua continentali (Smith, 1979; Livingstone & Dokulil, 2001; Arhonditsis *et al.*, 2004; Eccel & Toller, 2004). Nel caso della Val Varrone l'effetto viene parzialmente compensato dalla chiusura che esercitano i grandi rilievi che circondano la valle.

L'obiettivo del lavoro si focalizza sugli effetti dell'altitudine e dell'esposizione sulla composizione e diversità vegetale nelle formazioni seriali (erbacee ed arbustive) della Val Varrone.

MATERIALI E METODI

La Val Varrone si allunga per circa 18 km, ha origine in corrispondenza dell'abitato di Dervio sul Lago di Como ed è orientata in senso est-ovest. La nostra area di studio (fig. 1) presenta un gradiente altitudinale tra 880 e 2220

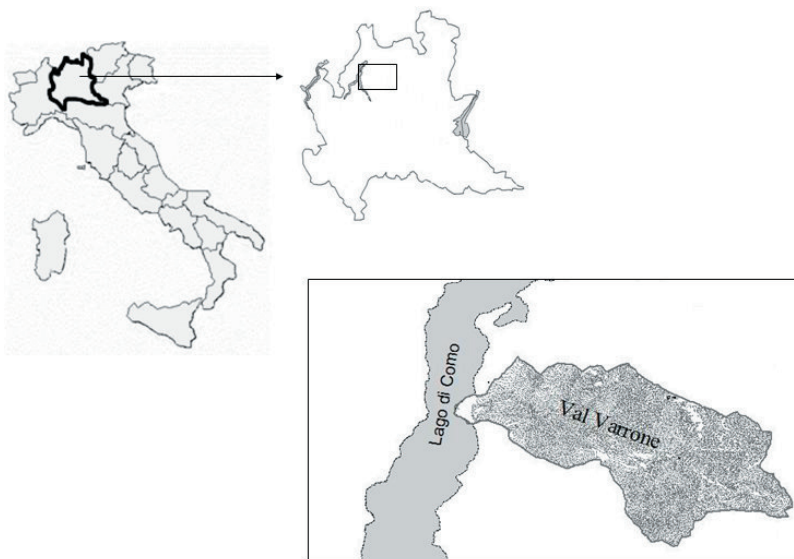


Figura 1. Area di studio. Scala 1: 900.000. Software utilizzato ArcView 3.2. *Study area. Scale 1: 900.000. Software used ArcView 3.2.*

Tabella1: Varieti

<i>Festucetum variae</i> Rübél 1911 corr. Theurillat 1989 (<i>Caricetea curvulae</i> , <i>Caricetalia curvulae</i> , <i>Festucion variae</i>)						
Numero di riferimento rilievo	1	12	13	14	15	16
Quota (1=10 m)	222	147	172	180	170	190
Esposizione	180S	282W	138SE	95E	190S	240SW
Inclinazione %	25	15	25	25	20	20
Caratteristiche di associazione						
<i>Festuca scabriculumis</i>	5	+	5	5	4	5
<i>Carex sempervirens</i>	3	.	1	+	1	2
Caratteristiche di alleanza						
<i>Plantago serpentina</i>	.	+	.	+	+	+
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Laserpitium halleri</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Centaurea nervosa</i>	.	.	.	+	.	.
<i>Festuca rubra</i>	.	.	+	.	.	.
Caratteristiche di ordine						
<i>Nardus stricta</i>	.	2	1	.	.	+
<i>Phyteuma hemisphaericum</i>	+	.	+	+	.	.
<i>Campanula barbata</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Trifolium alpinum</i>	+	.	.	.	.	+
<i>Agrostis rupestris</i>	1	.	.	.	.	.
<i>Gentiana kochiana</i>	+	.	.	.	.	+
<i>Luzula multiflora</i>	.	.	.	.	.	.
Caratteristiche di classe						
<i>Arnica montana</i>	.	.	.	.	+	1
<i>Euphrasia minima</i>	.	.	.	.	.	+
<i>Antennaria dioica</i>	+	.	.	.	+	.
Specie compagne						
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	.	1	2	+	+	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	3	1	+	+	+
<i>Potentilla erecta</i>	+	1	1	+	1	+
<i>Erica carnea</i>	.	2	1	1	3	1
<i>Avenella flexuosa</i>	.	3	+	+	+	1
<i>Astrantia minor</i>	1	2	1	1	2	+

Specie sporadiche: *Achillea millefolium* +, *Anthoxanthum odoratum* +, *Aposeris foetida* +, *Betula pendula* +, *Campanula scheuchzeri* +, *Carlina acaulis* +, *Chaerophyllum hirsutum* +, *Crocus albiflorus* +, *Daphne petraea* 1, *Daphne striata* +, *Gentianella germanica* +, *Geum montanum* +, *Hieracium pilosella* +, *Hypochoeris uniflora* +, *Juniperus nana* 1, *Leucanthemum vulgare* +, *Leucorchis albida* +, *Luzula campestris* +, *Luzula lutea* +, *Luzula multiflora* +, *Molinia arundinacea* +, *Phyteuma scheuchzeri* +, *Polygala alpestris* +, *Soldanella alpina* +. **Coordinate UTM:** **1**, 1531489, 5104652. **12**, 1532961, 5102589. **13**, 1534486, 5101981. **14**, 1533972, 5101607. **15**, 1533040, 5102974. **16**, 1539774, 5097785.

m s.l.m. Dal punto di vista geologico la valle é caratterizzata da una successione sedimentaria di età compresa tra il Carbonifero Superiore e l'Oligo-Miocene, che ricopre il basamento

cristallino ed é dominata da rocce di tipo metamorfico. I litotipi dominanti sono costituiti da paragneiss e micascisti, i primi diffusi nell'alta e media valle, i secondi nella parte

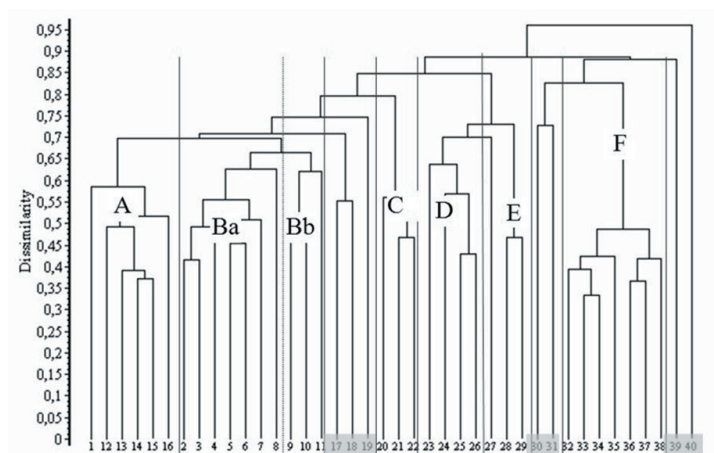


Figura 2. Dendrogramma ottenuto utilizzando gli algoritmi Sørensen ed UPGMA: A-Varieti; Ba e Bb-Nardeti; C-Romiceti; D-Rodoreti; E-Ontanete; F-Arrenatereti. Evidenziati i rilievi considerati come *outliers*, non potendo essere inquadrabili in nessuna vegetazione tipo. *Hierarchical clustering using Sørensen and UPGMA as algorithms. A-Varieti; Ba e Bb-Nardeti; C-Romiceti; D-Rodoreti; E-Ontanete; F-Arrenatereti. Highlighted pads, considered as outliers and not classifiables in any vegetation type, are visibles.*

bassa del bacino, soprattutto sui rilievi Legnone e Legnoncino (Montrasio, 1990; Casati, 1996). La Val Varrone appartiene al regime climatico di tipo suboceanico caratterizzato da elevate precipitazioni, principalmente distribuite nei mesi equinoziali (Rivas-Martínez, S., & Rivas-Saenz, S., 1996-2009). Nella valle sono presenti i seguenti orizzonti vegetazionali potenziali: orizzonte del piano basale, montano inferiore, montano superiore, subalpino inferiore, subalpino superiore ed orizzonte del piano cacuminale (Blasi, 2005). Dal punto di vista biogeografico la valle è situata all'interno della Regione Eurosiberiana, nella Provincia Alpina e nel Settore Alpino Centrale (Rivas-Martínez *et al.*, 2004). La Val Varrone, dal punto di vista forestale, viene localizzata all'interno della regione esalpica occidentale (Verde, 2005).

La vegetazione potenziale è suddivisa in Piano Basale, Montano e Culminale, a loro volta suddivisi in Orizzonte submontano (latifoglie eliofile - *Quercus petraea* e *Castanea sativa*), montano inferiore (latifoglie sciafile - *Fagus*

sylvatica), montano superiore (aghiifoglie - *Picea abies* e *Larix decidua*), subalpino (arbusti contorti - *Rhododendron ferrugineum*) ed orizzonte alpino (pascoli - *Carex curvula*, *Festuca varia* e *Nardus stricta*) (Giacomini & Fenaroli, 1958; Verde, 2005).

Durante la stagione di campo, effettuata durante le estati del 2005 e 2006, sono stati svolti 40 rilievi, 12 riguardanti la vegetazione arbustiva e 28 quella erbacea (prati a sfalcio o pascoli). La vegetazione è stata rilevata secondo il metodo di rilevamento fitosociologico di Braun-Blanquet (1964). Per ogni rilievo, sono stati annotati anche i dati relativi alla quota, inclinazione ed esposizione.

Per la caratterizzazione ecologica degli habitat identificati, è stato assegnato ad ogni specie un valore (1-5), per ciascuno dei principali parametri ecologici: umidità, acidità, nutrienti, humus, granulometria, luce, temperatura e continentalità (Landolt, 1977). Tali valori permettono di descrivere brevemente una specie dal punto di vista delle sue esigenze

ecologiche, ma possono anche essere comparati numericamente col fine di costruire spettri ecologici. I valori ottenuti sono stati convertiti in percentuale così da poter costruire il grafico relativo allo spettro ecologico e sono state caratterizzate le necessità ecologiche dei gruppi di specie presenti in un determinato habitat.

Ad ogni specie è anche stata assegnata una forma biologica di crescita (Landolt, 1977) e calcolate le percentuali con cui le diverse forme biologiche sono rappresentate nelle comunità vegetali in modo da costruire uno spettro biologico. In fase di elaborazione dei dati le forme biologiche delle emicriptofite e delle geofite sono state suddivise, in quanto hanno un ruolo preponderante all'interno delle formazioni erbacee, costituendo il 75% della flora identificata.

È stato calcolato in corrispondenza di ogni punto rilevato l'assoluzione relativa (A_r) che consiste nell'incremento percentuale che subisce l'assoluzione in un luogo inclinato, rispetto a quella che lo caratterizzerebbe se fosse orizzontale (Bartorelli, 1965). Questi dati sono stati utilizzati per costruire un grafico complessivo raffigurante l'assoluzione relativa sull'asse delle ascisse e la quota relativa sull'asse delle ordinate.

L'area di studio è stata cartografata utilizzando il software ArcView 3.2 in modo da ubicare i punti relativi ai rilievi effettuati sul campo all'interno delle differenti comunità vegetali. L'elaborazione statistica ha permesso di individuare i gruppi di rilievi floristicamente simili (associazioni). Per prima cosa è stata costruita una tabella grezza costituita da una matrice bidirezionale avente come righe le specie (159) e come colonne i rilievi (40); la matrice è stata poi analizzata secondo il metodo della "Cluster Analysis" e sono stati utilizzati l'indice di Sørensen e il legame medio tra i gruppi (UPGMA). È stato utilizzato il software Syntax 5.2 (Podani, 1994) e in secondo luogo è stata costruita una tabella sinottica dettagliata secondo l'ordine della classificazione delle

associazioni identificate. Il materiale floristico identificato si trova nell'erbario MI (Herbarium Universitatis Mediolanensis, Museo Botanico dell'Università degli Studi di Milano). La nomenclatura delle specie è d'accordo con Pignatti (1982), mentre la sintassonomia con Oberdorfer (1990), Mucina *et al.* (1993) e Rivas-Martínez *et al.* (2001, 2002).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Vegetazione

Sono stati identificati 6 aggruppamenti attribuibili a 6 tipi di comunità vegetali (fig. 2). La figura 3 mostra per ogni comunità una breve descrizione delle proprie esigenze ecologiche comparando i valori in percentuale. Sette rilievi sono stati considerati come *outliers*, non potendo essere inquadrabili in nessuna vegetazione tipo (ril. 17, 18, 19, 30, 31, 39, 40) (fig. 2). Le conclusioni mostrano l'inquadramento fitosociologico delle comunità vegetali identificate.

Gruppo A

Festucetum variae Rübél 1911 corr. Theurillat 1989

(Varieti, fig. 2A, tab. 1)

Praterie alpine tipiche delle stazioni più soleggiate, calde e secche: occupano versanti con diverse pendenze (15°-25°) ed esposizioni meridionali (SE-SO) da 1470 m a 2220 m. Sono cenosi con esigenze di buona illuminazione e di suoli moderatamente umidi, magri, aventi medio tenore di humus, a tessitura fine (fig. 3). Si tratta di fitocenosi dominate da *Festuca scabriculum* subsp. *luedii*, fino a oltre il 75%; sono abbondanti anche *Carex sempervirens*, *Calluna vulgaris* ed *Erica carnea*. Nel gruppo sono frequenti anche *Potentilla erecta*, *Astrantia minor*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Avenella flexuosa* e *Lotus corniculatus*.

Gruppo B

Homogyno alpinae-Nardetum Mráz 1956

(Nardeti, fig. 2B, tab. 2)

Tabella 2: Nardeti

<i>Homogyno alpinae-Nardetum</i> Mráz 1956											
<i>(Nardetea strictae, Nardetalia strictae, Nardo-Agrostion tenuis)</i>											
Numero di riferimento rilievo	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Quota (1=10 m)	170	206	210	187	156	165	171	174	142	183	
Esposizione	310W	250W	260W	240SW	30NE	40NE	310W	115E	275W	20N	
Inclinazione	5	10	15	5	10	10	10	35	5	10	
Caratteristiche di associazione											
<i>Campanula scheuchzeri</i>	.	+	1	.	.	+	.	+	+	.	5
<i>Agrostis tenuis</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	+	1	4
<i>Poa alpina</i>	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	3
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
Caratteristiche di alleanza											
<i>Homogyne alpina</i>	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+	7
<i>Leontodon helveticus</i>	2	1	1	.	.	1	1	.	+	.	6
<i>Trifolium alpinum</i>		1	1	4	+	+	.	.	+	.	6
<i>Gentiana kochiana</i>	+	+	+	.	+	.	+	.	.	.	5
<i>Campanula barbata</i>	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	3
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	3
<i>Potentilla aurea</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	2
Caratteristiche di ordine											
<i>Nardus stricta</i>	5	2	.	2	3	1	.	4	4	3	8
<i>Luzula sudetica</i>	+	+	+	.	+	+	.	.	1	.	6
<i>Carex pallescens</i>	2	+	.	.	.	.	.	1	+	.	4
<i>Arnica montana</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	2
<i>Coeloglossum viride</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Botrychium lunaria</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex leporina</i>	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	1
Caratteristiche di classe											
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	1	+	1	1	+	+	.	1	.	+	8
<i>Calluna vulgaris</i>	+	.	.	.	.	1	1	.	.	.	3
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	3
Specie compagne											
<i>Phleum alpinum</i>	1	.	+	+	1	.	1	2	2	2	8
<i>Potentilla erecta</i>	+	+	.	+	1	.	.	1	2	+	7
<i>Carex sempervirens</i>	+	3	+	4	.	3	+	.	+	.	7
<i>Solidago virgaurea</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	.	7
<i>Festuca nigrescens</i>	+	2	1	1	3	2	.	.	1	.	7
<i>Astrantia minor</i>	3	+	+	1	.	.	+	.	1	.	6

<i>Plantago serpentina</i>	1	+	·	1	·	1	1	·	·	·	5
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	·	·	+	3	+	+	+	·	·	·	5
<i>Lotus corniculatus</i>	+	·	+	·	·	·	1	+	+	·	5
<i>Polygonum bistorta</i>	·	·	+	·	+	·	·	1	2	+	5
<i>Vaccinium myrtillus</i>	·	·	1	·	·	+	·	1	1	·	4
<i>Alchemilla alpina</i>	·	+	+	1	·	·	·	·	2	·	4
<i>Festuca scabriculumis</i>	·	·	·	1	·	·	1	4	·	·	3
<i>Avenella flexuosa</i>	·	·	·	2	·	+	+	·	·	·	3
<i>Galium anisophyllum</i>	·	+	+	·	·	·	·	+	·	·	3
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	3
<i>Deschampsia caespitosa</i>	·	1	·	·	·	·	1	·	·	3	3
<i>Achillea millefolium</i>	·	·	·	·	+	·	+	·	1	·	3
<i>Rumex acetosa</i>	·	·	·	·	·	·	·	+	+	1	3
<i>Cerastium holosteoides</i>	·	·	+	·	·	+	·	·	+	·	3
<i>Trifolium repens</i>	·	·	1	·	+	·	·	·	+	·	3
<i>Ranunculus montanus</i>	·	+	1	·	·	·	·	·	·	·	2
<i>Soldanella alpina</i>	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	2
<i>Juncus trifidus</i>	·	·	+	2	·	·	·	·	·	·	2
<i>Alchemilla gr. vulgaris</i>	·	2	+	·	·	·	·	·	·	·	2

Specie sporadiche: *Avenula versicolor* +, *Agrostis rupestris* +, *Agrostis alpina* +, *Anthyllis vulneraria* +, *Aster alpinus* +, *Bartsia alpina* +, *Carex flava* +, *Chaerophyllum hirsutum* +, *Cirsium spinosissimum* +, *Festuca valesiaca* 1, *Gentiana purpurea* +, *Gentianella germanica* +, *Geum montanum* 1+, *Hieracium sylvaticum* +, *Juncus conglomeratus* 4, *Juniperus communis* +, *Ligusticum mutellina* 1, *Lychnis flos-cuculi* +, *Luzula alpino-pilosa* +, *Luzula campestris* +, *Luzula nivea* 1, *Molinia arundinacea* +, *Myosotis arvensis* +, *Nigritella nigra* +, *Parnassia palustris* +, *Plantago major* +, *Phyteuma hemisphaericum* +, *Pulsatilla alpina apiifolia* 3, *Rhododendron ferrugineum* +, *Rubus idaeus* +, *Sedum alpestre* +, *Silene dioica* +, *Sorbus aucuparia* +, *Stellaria graminea* +, *Trichophorum caespitosum* +, *Veronica chamaedrys* +, *Veronica officinalis* +.

Coordinate UTM: **2**, 1532863, 5095799. **3**, 1540302, 5097648. **4**, 1540394, 5097542. **5**, 1530527, 5104675. **6**, 1528684, 5099380. **7**, 1528202, 5099534. **8**, 1532775, 5095916. **9**, 1533131, 5095607. **10**, 1537969, 5100373. **11**, 1538741, 5097474.

Praterie diffuse su versanti a media pendenza (5°-35°), con esposizioni comprese tra NE e O dell'orizzonte subalpino dai 1420 m ai 2060 m. Sono formazioni che prediligono versanti ben illuminati; i suoli su cui sono impostati sono a tessitura fine, umidi e presentano reazione acida (fig. 3). Si distinguono due sottogruppi (fig. 2). Nel sottogruppo Ba sono molto abbondanti *Carex sempervirens* e *Festuca nigrescens*. Sono frequenti le specie *Homogyne alpina*, *Astrantia minor*, *Plantago serpentina*, *Leontodon helveticus* e *Trifolium alpinum*. Nel sottogruppo Bb, invece, sono

abbondanti *Phleum alpinum* e *Hypericum perforatum* e sono frequenti le specie *Rumex acetosa*, *Polygonum bistorta* ed *Agrostis tenuis*. Rilevante è la presenza di specie alpine e subalpine come *Phyteuma betonicifolium*, *Anthoxantum alpinum*, *Luzula sudetica*, *Alchemilla alpina* e *Bartsia alpina*.

Gruppo C

Rumicetum alpini Beger 1922

(Romiceti fig. 2C, tab. 3)

Fitocenosi erbacee situate su versanti leggermente inclinati (5°-15°) o pianeggianti in impluvio, ad altitudini tra i 1450 e i 1680 m, con

Tabella 3: Romiceti

<i>Rumicetum alpini</i> Beger 1922				
(<i>Mulgedio-Aconitetea</i>)				
Numero di riferimento rilievo	20	21	22	
Quota (1=10 m)	168	159	145	
Esposizione	250W	10N	70NE	
Inclinazione %	5	10	15	
Caratteristiche di associazione				
<i>Rumex alpinus</i>	1	1	1	3
Caratteristica di classe				
<i>Thymus serpyllum</i>	+	+	1	3
Specie compagne				
<i>Potentilla aurea</i>	+	1	+	3
<i>Polygonum bistorta</i>	+	+	1	3
<i>Phleum alpinum</i>	1	1	+	3
<i>Festuca nigrescens</i>	+	1	2	3
<i>Agrostis tenuis</i>	+	4	+	3
<i>Trifolium repens</i>	2	1	·	2
<i>Luzula sudetica</i>	·	+	+	2
<i>Hypericum perforatum</i>	·	+	1	2
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	·	+	+	2
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	·	+	+	2
<i>Cerastium holosteoides</i>	+	+	·	2
<i>Achillea collina</i>	·	1	2	2

Specie sporadiche: *Achillea millefolium* +, *Agrostis rupestris* +, *Alchemilla gr. vulgaris* +, *Anthoxanthum alpinum* +, *Aposeris foetida* +, *Bartsia alpina* +, *Carex leporina* +, *Carex sempervirens* +, *Deschampsia caespitosa* 4, *Fragaria vesca* +, *Hieracium pilosella* +, *Leontodon helveticus* +, *Leontodon hispidus* 1, *Molinia arundinacea* +, *Nardus stricta* 2, *Phyteuma betonicifolium* +, *Poa alpina* +, *Potentilla erecta* +, *Prunella vulgaris* +, *Ranunculus acris* 2, *Ranunculus montanus* +, *Rumex acetosella* +, *Silene nutans* +, *Silene rupestris* +, *Trifolium pratense* +, *Veronica officinalis* +. **Coordinate UTM: 20**, 1538805, 5097873. **21**, 1537573, 5097652. **22**, 1536801, 5097749.

esposizioni variabili. Si tratta di vegetazione erbacea nitrofila, tipica di suoli ricchi di sostanze nutritive e umidi (fig. 3). Sono frequenti anche *Rumex alpinus*, *Festuca nigrescens*, *Phleum alpinum*, *Polygonum bistorta*, *Potentilla aurea* e *Thymus serpyllum*.

Gruppo D

Vaccinio-Rhododendretum ferruginei

Oberdorfer 1957

(Rodoreti, fig. 2D, tab. 4)

Si tratta di cenosi arbustive costituite da

macchie a *Rhododendron ferrugineum* situate su versanti a media e forte acclività (20°-40°), con un'esposizione variabile da NE a SO. Si ritrovano su versanti in espluvio e a quote variabili dai 1500 m ai 1730 m di altitudine. Sono cenosi che prediligono versanti ben illuminati e con temperature medio-alte e suoli poco umidi, ma ricchi di humus e azoto (fig. 3). Dominano le specie *Rhododendron ferrugineum*. Raggiungono maggiori frequenze *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium gaultherioides*,

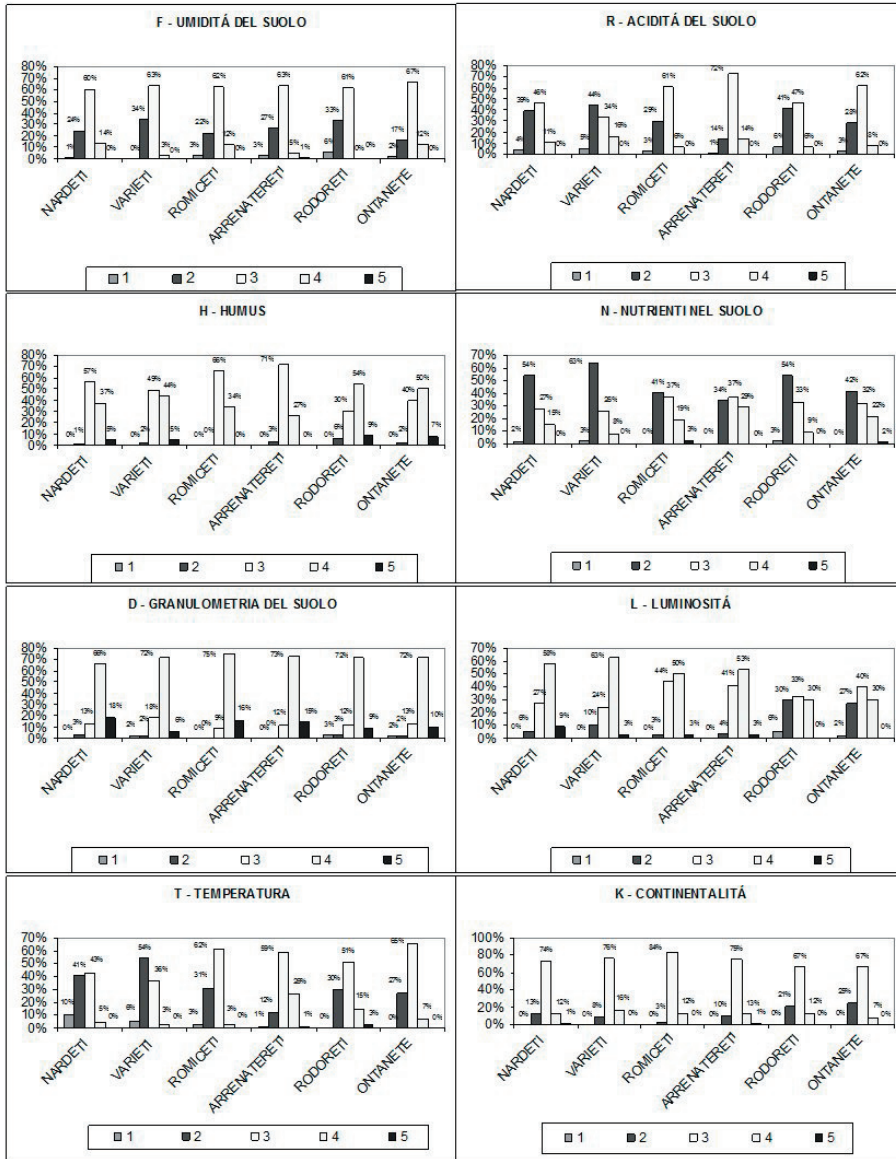


Figura 3. Istogrammi raffiguranti le caratteristiche ecologiche delle comunità vegetali (in legenda valori da 1 a 5 per ciascuna parametro ecologico). I valori bassi indicano per il suolo un'umidità minima, acido, a tessitura grossolana, con una bassa concentrazione di N, povero di humus, e piante tipiche di ambienti poco luminosi, freddi e di clima oceanico. I valori alti indicano, invece, suoli molto umidi, alcalini, argillosi e poco ossigenati, ricchi in sostanze nutritive e humus, piante che vegetano in piena luminosità, in zone calde di regioni a clima continentale. *Histogram of ecological characteristics for each plant community (in legend ecological factors values from 1 to 5). Low values indicate minimum soil moisture, acid-base, coarse texture, with a low N concentration, humus lacking, and plants typical of dark, cold and oceanic habitats. High values, however denote moist, alkaline, clays and few well oxygenated soils; rich in nutrients and humus, plants that live in bright conditions, in regions with a warm continental climate.*

Tabella 4: Rodoreti

<i>Vaccinio-Rhododendretum ferrugineum</i> Oberdorfer 1957 (<i>Vaccinio-Piceetea</i> , <i>Vaccinio-Picetalia</i> , <i>Vaccinio-Piceeion</i>)					
Numero di riferimento rilievo	23	25	26	27	
Quota (1=10 m)	150	173	172	191	
Esposizione	39NE	240W	320NW	350N	
Inclinazione %	30	25	20	25	
Caratteristiche di associazione					
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	5	4	3	5	4
Caratteristiche di alleanza					
<i>Luzula luzulina</i>	.	1	.	.	1
<i>Calamagrostis villosa</i>	1	.	.	.	1
<i>Lycopodium annotinum</i>	.	.	.	2	1
Caratteristiche di ordine e classe					
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	2	2	1	4
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1	1	1	.	3
<i>Juniperus communis</i>	.	4	4	.	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	+	1
<i>Homogyne alpina</i>	.	.	.	2	1
<i>Hieracium gr. murorum</i>	+	.	.	.	1
Specie compagne					
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	2	.	2	5	3
<i>Rubus idaeus</i>	2	2	2	.	3
<i>Hieracium sylvaticum</i>	.	+	2	1	3
<i>Avenella flexuosa</i>	.	4	2	1	3
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	.	+	+	.	2
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	2	.	2	.	2
<i>Galium album</i>	+	1	.	.	2

Specie sporadiche: *Agrostis rupestris* +, *Anthoxanthum odoratum* 1, *Astrantia minor* 2, *Brachypodium rupestre* 2, *Carex digitata* +, *Festuca glauca* 2, *Festuca guestfalica* +, *Festuca pratensis* 2, *Knautia transalpina* +, *Hypericum perforatum* 1, *Laserpitium halleri* +, *Leontodon hispidus* +, *Luzula nivea* +, *Luzula sylvatica* 1, *Molinia arundinacea* +, *Phegopteris polypodioides* 1, *Phyteuma scheuchzeri* +, *Plantago lanceolata* 1, *Potentilla erecta* +, *Potentilla recta* 1, *Prenanthes purpurea* 1, *Silene rupestris* +, *Solidago virgaurea* +, *Sorbus chamaemespilus* 1. **Coordinate UTM:** **23**, 153816, 5100510. **25**, 1539460, 5097744. **26**, 1539335, 5097625. **27**, 1538094, 5097054.

Rubus idaeus, *Avenella flexuosa*, *Hieracium sylvaticum* e *Vaccinium vitis-idaea*.

Gruppo E

Aletum viridis Braun-Blanquet 1918

(Ontanete, fig. 2E, tab. 5)

Sono formazioni arbustive ad ampia diffusione, fino ad improntare decisamente la

fisionomia delle valli principali e minori, oltre una certa quota: si ritrovano in genere a quote compese tra i 1620 e i 1870 m, su versanti in impluvio aventi un'inclinazione media di 30° ed esposti a nord. Sono impostati su suoli umidi; come nel caso dei rodoreti, il suolo è ricco di humus e nutrienti per la consistente quantità

Tabella 5: Ontanete

<i>Alnetum viridis</i> Braun-Blanquet 1918 (<i>Mulgedio-Aconitetea</i>)				
Numero di riferimento rilievo	24	28	29	
Quota (1=10 m)	175	162	187	
Esposizione	220SW	N	280S	
Inclinazione %	35	40	20	
Caratteristiche di associazione				
<i>Alnus viridis</i>	5	5	5	3
<i>Stellaria nemorum</i>	.	.	1	1
<i>Achillea macrophylla</i>	.	1	.	1
Caratteristiche di classe				
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	.	1	2
Specie compagne				
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	4	2	3
<i>Rubus idaeus</i>	3	1	+	3
<i>Solidago virgaurea</i>	+	+	.	2
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	.	3	+	2
<i>Phleum alpinum</i>	1	1	.	2
<i>Phegopteris polypodioides</i>	.	3	1	2
<i>Oxalis acetosella</i>	.	2	1	2
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	2	4	2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	1	4	2
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	+	3	.	2

Specie sporadiche: *Agrostis rupestris* 1, *Agrostis stolonifera* 1, *Agrostis tenuis* 3, *Avenella flexuosa* 2, *Carex pilulifera* 3, *Cystopteris fragilis* +, *Erica carnea* 1, *Festuca pratensis* 2, *Galeopsis speciosa* 2, *Galeopsis tetrahit* 1, *Galium album* 1, *Hieracium sylvaticum* +, *Homogyne alpina* 1, *Hypericum perforatum* 3, *Juniperus communis* 2, *Lilium martagon* +, *Luzula sieberi* 3, *Luzula sudetica* +, *Maianthemum bifolium* 1, *Molinia arundinacea* +, *Phyteuma betonicifolium* 2, *Polygonum bistorta* 3, *Potentilla aurea* 1, *Potentilla erecta* 1, *Rumex acetosa* 2, *Rumex alpestris* +, *Ranunculus acris* +, *Silene rupestris* +, *Silene vulgaris* 1, *Thymus pulegioides* 1. **Coordinate UTM:** **24**, 1539537 5097712. **28**, 1538675, 5097829. **29**, 1538347, 5097150.

di lettiera (Fig 3). Dominano le specie *Alnus viridis*, *Vaccinium myrtillus* e *Rubus idaeus*.

Gruppo F

Centaureo dubiae-Arrhenatherum elatius
Oberdorfer 1964

(*Arrhenatereti*, fig. 2F, tab. 6)

Si tratta di cenosi prative secondarie, regolarmente falciate, ricche floristicamente e diffuse su pendii con un'inclinazione media di 20° ed esposizioni variabili (SE-SO),

a quote comprese tra i 880 e i 1320 m. Come le altre cenosi, sono tipiche della zona montana e delle regioni continentali, cioè di ambienti caratterizzati da un'elevata escursione termica giornaliera ed annuale; sono presenti in stazioni ben illuminate (fig. 3). Sono impostate su suoli ricchi in azoto, a reazione da neutra a tendenzialmente acida e a tessitura fine. Sono normalmente dominati da *Arrhenatherum elatius*, *Trifolium*

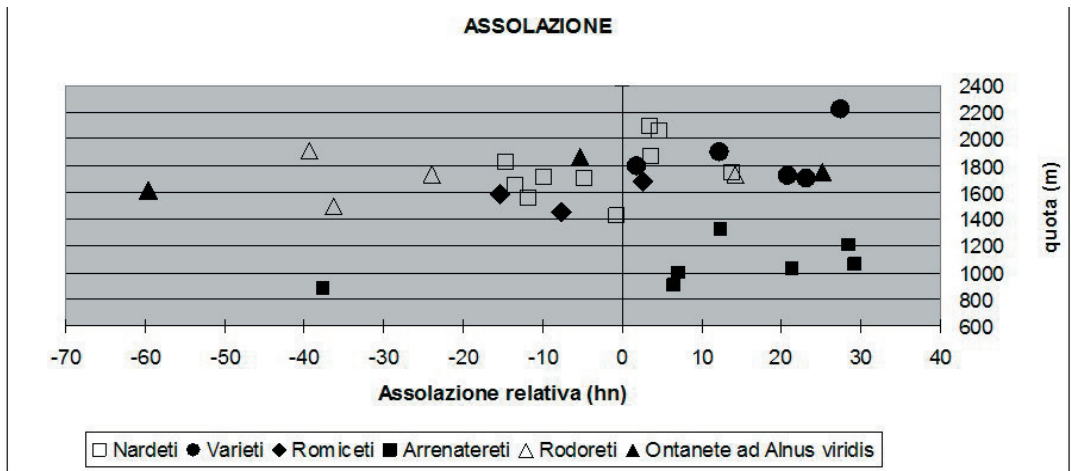


Figura 4. Grafico assolazione-quota delle associazioni vegetali erbacee ed arbustive. *Insolation-altitude graph of herbaceous and shrubby plant communities.*



Figura 5. Localizzazione dei punti rilevati in Val Varrone (programma ArcView 3.2). Varieti (●), Nardeti (□), Romiceti (◆), Rodoreti (△), Ontanete (▲), Arrenatereti (■). Scala 1: 900.000. *Location of the samplings in Val Varrone (software ArcView 3.2). Varieti (●), Nardeti (□), Romiceti (◆), Rodoreti (△), Ontanete (▲), Arrenatereti (■). Scale 1: 900.000.*

pratense, *Dactylis glomerata*, *Rumex acetosa* e *Ranunculus acris*. Significativa è la presenza abbondante di *Trisetum flavescens*.

La figura 4 rappresenta lo spettro delle forme biologiche per ogni comunità vegetale. In tutte le associazioni, la forma biologica maggiormente rappresentata è quella delle Emicriptofite (H). Le nanefanerofite e fanerofite sono presenti nelle ontanete, rodorete e nardeti. Questa presenza nelle prime due comunità è normale, in quanto rappresenta il biotipo delle specie dominanti e caratteristiche. La presenza di questi biotipi nei nardeti si può spiegare come una potenzialità di queste comunità ad evolversi verso una vegetazione climax *Rhodoreto-Vaccinietum*, mantendosi solo dove il pascolo è continuo.

Distribuzione spaziale

Tra le formazioni prative, la fascia di vegetazione più bassa è rappresentata dagli arrenatereti, a cavallo tra l'orizzonte submontano e quello montano inferiore, prevalentemente sui versanti esposti a sud, più caldi (figs. 5 e 6). La fascia intermedia risulta essere occupata principalmente dai nardeti, localizzati prevalentemente in esposizione NE-O e rappresentanti la cenosi con la distribuzione più ampia della Val Varrone. I varietà si distribuiscono su una fascia superiore per altitudine, arrivando fino ai 2220 m, su versanti meridionali. In corrispondenza di quote intermedie si trovano distribuite le formazioni erbacee dominate da *Rumex alpinus*. Le formazioni arbustive di rodoreti e di ontanete prediligono entrambe i versanti freschi (figs. 5 e 6).

Gli arrenatereti presentano la maggior ricchezza di specie, presentando 38 specie in media. Queste formazioni prative antropizzate si distribuiscono alle quote più basse, fattore che spiega la maggior diversità floristica. Al contrario, la minor ricchezza di specie si ritrova nei rodoreti, con 15 specie in media. Questo dato è dovuto alla posizione xerofitica che

occupa questa formazione nel territorio.

Dal punto di vista ecologico i festuceti sono dominati da *Festuca scabriculum* subsp. *luedii*, che domina i festuceti situati su larghe cenge o sui pendii; è una specie acidofila (Wallossek, 1999) che si trova su suoli abbastanza immaturi, trattandosi di vegetazioni pioniere, e poveri di acqua nel terreno (Giacomini & Pignatti, 1955). Le formazioni dominate da *Rumex alpinus*, invece, si sviluppano ai margini dei prati e dei pascoli, in ambienti ricchi di sostanze nutritive e sufficientemente umidi, nei luoghi dove sosta il bestiame (Elleberg, 1988). Si parla per i romiceti di vegetazioni azonali, per la loro variabilità dei dati stagionali, in particolare quote ed esposizione, essendo cenosi legate unicamente all'attività di pascolo (Gerola, 1955). Per quanto riguarda i nardeti sono dominati da *Nardus stricta*, graminacea cespitosa dal basso valore foraggero, adattata a suoli poveri di nutrienti (Perkins, 1968) che ben sopporta il calpestio del bestiame e che col passare del tempo tende ad escludere le altre specie (Andreis, 1996). Le formazioni arbustive dominate da *Rhododendron ferrugineum* prediligono pendii soleggiate, secchi e ben illuminati (Cross, 1981; Çolak & Aksoy, 1997). Le ontanete ad *Alnus viridis* occupano vallette umide e includono piante igrofile (Gerola, 1955; Giacomini & Fenaroli, 1958). *Arrhenatherum elatius*, infine, è una specie cosmopolita, perenne e suscettibile alla siccità (Mahmoud & Grime, 1976; Khan, 1991; Petit & Thompson, 1997).

Le comunità vegetali identificate in Val Varrone (Alto Lario orientale) presentano una maggior affinità floristica con quelle dell'Alto Lario orientale, rispetto a quelle del Triangolo Lariano, delle Alpi Retiche e delle Orobie (Gerola, 1955; Andreis & Rinaldi, 1989; Auci, 1993; Giacomini & Pignatti, 1955; Andreis, 1996; Parma, 2004; Cesana, 2005; Verde, 2005). Questa affinità si può spiegare tramite la similitudine tra i valori di altitudine, tramite

Tabella 6: Arrhenatereti

<i>Centaureo dubiae-Arrhenatherum elatius</i> Oberdorfer 1964								
(Molinio-Arrhenatheretea, Arrhenatheretalia elatioris, Arrhenaterion elatioris)								
Numero di riferimento								
rilievo	32	33	34	35	36	37	38	
Quota (1=10 m)	106	102	120	90	88	100	132	
Esposizione	195S	140SE	160S	210SW	20N	20N	130SE	
Inclinazione %	30	25	30	5	25	20	15	
Caratteristiche di alleanza								
<i>Arrhenatherum elatius</i>	·	5	3	4	4	3	·	5
<i>Galium album</i>	+	1	+		1	·	·	4
<i>Centaurea nigrescens</i>	3	+	·	1	+	·	·	4
<i>Geranium pratense</i>	·	·	·	·	+	+	·	2
Caratteristiche di ordine								
<i>Trifolium pratense</i>	2	2	3	2	1	2	2	7
<i>Dactylis glomerata</i>	1	+	3	3	1	1	2	7
<i>Trisetum flavescens</i>		1	2	4	4	1	4	6
<i>Achillea millefolium</i>	2	2	2	1	1	·	3	6
<i>Luzula campestris</i>	1	1	1	·	+	·	·	4
<i>Pimpinella major</i>	+	+	·	+	+	·	·	4
<i>Lotus corniculatus</i>	2	+	·	+	·	·	+	4
<i>Heracleum sphondylium</i>	·	·	+	1	·	·	2	3
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	·	·	1	5	·	·	·	2
<i>Tragopogon pratensis</i>	·	·	+	·	·	·	·	1
Caratteristiche di classe								
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	2	3	2	4	3	4	7
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	1	2	4	4	2	7
<i>Ranunculus acris</i>	+	1	+	1	1	1	1	7
<i>Plantago lanceolata</i>	1	+	+	1	+	·	+	6
<i>Poa pratensis</i>	+	3	1	·	+	·	+	5
<i>Leucanthemum vulgare</i>	+	+	·	+	3	+	·	5
<i>Leontodon hispidus</i>	1	1	+	1	+	·	·	5
<i>Cerastium holosteoides</i>	·	+	+	·	+	+	1	5
<i>Holcus lanatus</i>	+	+	2	+	·	·	·	4
<i>Polygonum bistorta</i>	·	·	1	·	3	4	1	4
<i>Potentilla erecta</i>	1	·	+	·	+	2	·	4
<i>Trifolium repens</i>	+	1	+	+	·	·	·	4
<i>Festuca pratensis</i>	·	·	·	1	2	·	·	2
<i>Hypochoeris radicata</i>	2	·	·	·	·	·	+	2
<i>Lolium perenne</i>	·	1	·	·	·	·	·	1
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	·	·	·	·	·	+	·	1
<i>Lolium multiflorum</i>	2	·	·	·	·	·	·	1
<i>Rumex acetosella</i>	·	·	+	·	·	·	·	1
<i>Molinia arundinacea</i>	+	·	·	·	·	·	·	1

Specie compagne

<i>Silene vulgaris</i>	+	1	1	1	1	2	1	7
<i>Thalictrum minus</i>	2	+	2	+	·	1	1	6
<i>Viola tricolor</i>	·	+	1	+	+	·	1	5
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	·	+	+	+	·	1	5
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	+	·	2	1	·	1	3	5
<i>Salvia pratensis</i>	1	3	1	·	·	·	+	4
<i>Knautia drymeia</i>	·	+	2	·	·	1	2	4
<i>Cruciata glabra</i>	·	1	·	·	1	1	1	4
<i>Cardaminopsis halleri</i>	·	·	+	·	+	+	+	4
<i>Briza media</i>	3	+	1	·	·	·	+	4
<i>Alchemilla gr. vulgaris</i>	·	·	·	+	+	1	+	4
<i>Pimpinella saxifraga</i>	·	·	+	·	·	2	+	3
<i>Phleum alpinum</i>	·	·	·	·	+	1	+	3
<i>Lychnis viscaria</i>	+	+	·	+	·	·	·	3
<i>Hypericum perforatum</i>	·	·	+	·	·	2	+	3
<i>Galium mollugo</i>	·	·	·	+	·	1	+	3
<i>Festuca nigrescens</i>	·	1	2	·	·	1	·	3
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	·	·	·	+	·	+	+	3
<i>Veronica arvensis</i>	·	+	·	+	·	·	·	2
<i>Thymus alpestris</i>	2	+	·	·	·	·	·	2
<i>Silene nutans</i>	2	·	·	·	·	·	+	2
<i>Silene dioica</i>	·	·	·	·	+	+	·	2
<i>Scabiosa columbaria</i>	+	2	·	·	·	·	·	2
<i>Myosotis arvensis</i>	·	·	·	·	1	·	+	2
<i>Festuca valesiaca</i>	·	·	·	+	·	·	+	2
<i>Cruciata laevipes</i>	1	·	1	·	·	·	·	2
<i>Clinopodium vulgare</i>	·	1	+	·	·	·	·	2
<i>Carex pilulifer</i>	+	1	·	·	·	·	·	2
<i>Carex caryophyllea</i>	+	·	·	·	·	·	+	2
<i>Campanula trachelium</i>	·	·	1	·	·	·	+	2
<i>Ajuga reptans</i>	·	·	·	·	+	+	·	2

Specie sporadiche: *Agrostis rupestris* +, *Anthyllis vulneraria alpestris* +, *Arenaria serpyllifolia* +, *Astragalus hamosus* +, *Athyrium filix-foemina* +, *Botrychium lunaria* +, *Brachypodium rupestre* 1, *Bromus erectus* +, *Campanula rotundifolia* +, *Campanula scheuchzeri* +, *Carex pallescens* 1, *Crepis biennis* +, *Crocus albiflorus* +, *Festuca tenuifolia* 2, *Juncus articulatus* +, *Ligusticum mutellina* +, *Lilium bulbiferum* 1, *Luzula multiflora* +, *Narcissus poeticus* +, *Nardus stricta* 2, *Orchis maculata* +, *Peucedanum oreoselinum* 2, *Peucedanum ostruthium* 3, *Poa alpina* 1, *Sanguisorba minor* +, *Silene alba* +, *Stellaria graminea* +, *Stachys officinalis* 1, *Typhoides arundinacea* 1, *Trifolium montanum* +, *Verbascum thapsus* +, *Veronica teucrium* 2, *Vincetoxicum hirsundinaria* +.

Coordinate UTM: **32**, 1526298, 5104430. **33**, 1528536, 5103346. **34**, 1534788, 5100712. **35**, 1525788, 5104101. **36**, 1531277, 5099765. **37**, 1531906, 5099128. **38**, 1534415, 5100733.

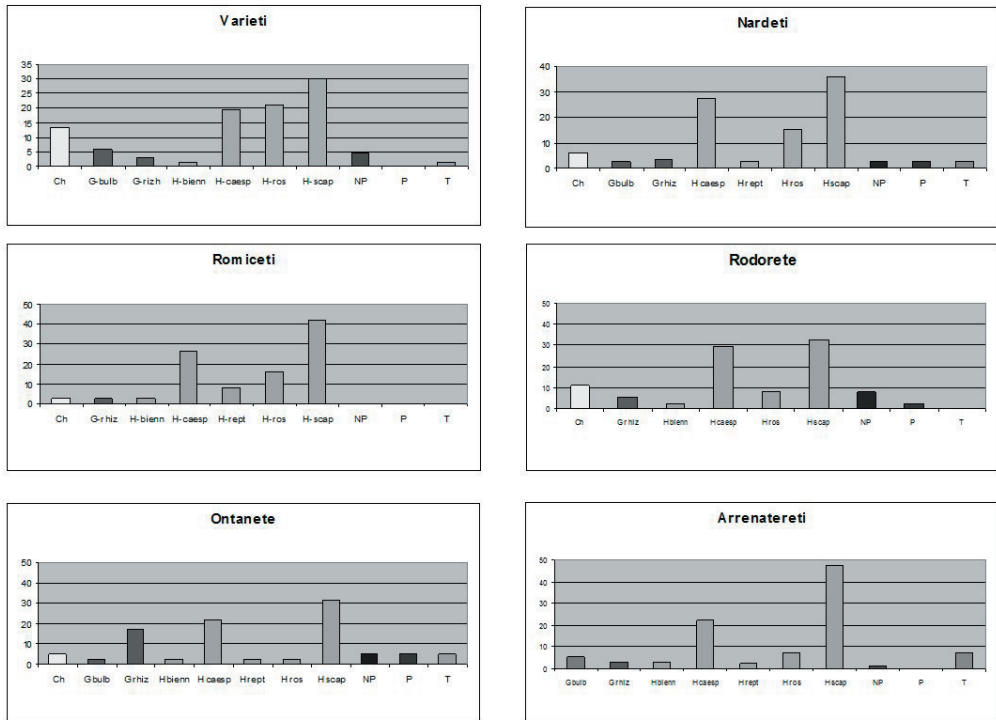


Figura 6. Istogrammi riguardanti le forme biologiche per ogni comunità vegetale. Ch: camefite; G bulb: geofite bulbose; G rhiz: geofite rizomatoze; H bienn: emicriptofite biennali; H caesp: emicriptofite cespitose; H ros: emicriptofite a rosetta; H scap: emicriptofite scapose; NP: Nanofanerofite; P: Fanerofite; T: terofite. *Histogram of biological forms for each plant community. Ch: Chamaephytes; G bulb: bulbose geophytes; G rhiz: rhizomatose geophytes; H bienn: biennial hemicryptophytes; H caesp: caespitose hemicryptophytes; H ros: rosulate hemicryptophytes; H scap: scapose hemicryptophytes; NP: nanophanerophytes; P:*

lo stesso orientamento E-W e con la influenza del Lago di Como.

CONCLUSIONI

In base ai risultati presentati anteriormente, si propone il seguente schema sintassonomico della vegetazione seriale nella Val Varrone. I dati relativi alla quota ed all'esposizione per ogni associazione (tra parentesi quadre) sono da considerarsi locali.

Caricetea curvulae Br.-Bl. 1948

Caricetalia curvulae Br.-Bl. in Br.-Bl. et

Jenny 1926

Festucion variae Guinochet 1938

Festucetum variae Rübel, 1911 corr. Theurillat

[Praterie alpine delle stazioni più soleggiate, calde e secche. Quote 1470-2220 m ed esposizioni SE-SO]

Nardetea strictae Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963

Nardetalia strictae Oberdorfer ex Preising 1949

Nardo-Agrostion tenuis Sillinger 1993

Homogyno alpinae-Nardetum Mráz 1956

[Praterie impostate su suoli umidi

- dell'orizzonte subalpino. Quote 1420-2060 m ed esposizioni NE-O]
- Mulgedio-Aconitetea* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944
- Rumicetalia alpini* Mucina in Karner et Mucina 1993
- Rumicion pseudalpini* Rübél ex Scharfetter 1938 corr. Loidi & Biurum 1996.
- Rumicetum alpini* Beger 1922
[Formazioni erbacee nitrofile tipiche di suoli ricchi di sostanze organiche e umidi. Quote 1450-1680 m ed esposizioni variabili]
- Adenostyletalia* Br.-Bl. 1930
- Alnion viridis* Aichinger 1933
- Alnetum viridis* Br.-Bl. 1918
[Formazioni arbustive impostate su suoli umidi. Quote 1620-1870 m ed esposizione N]
- Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939
- Vaccinio-Picetalia* Br.Bl. 1939
- Vaccinio-Piceion* Oberd. 1957
- Rhododendron-Vaccinienion* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926
- Vaccinio-Rhododendretum ferrugineum* Oberdorfer 1957
[Formazioni arbustive su versanti in espluvio. Quote 1500-1730 m ed esposizioni NE-SO]
- Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937
- Arrhenatheretalia elatioris* Tüxen 1931
- Arrhenaterion elatioris* Koch 1926
- Centaureo dubiae-Arrhenatheretum elatioris* Oberd. 1964
[Formazioni prative secondarie a sfalcio. Quote 880-1320 m ed esposizioni SE-SO]
- BIBLIOGRAFIA**
- ANDREIS, C. & G. RINALDI -1989- Contributo alla conoscenza delle praterie a *Festuca scaberculmis* ssp. *luedii* dei versanti meridionali delle Alpi Orobie. *Rivista Museo Civico Scienze Naturali* "E. Caffi". Bergamo. 14: 81-98.
- ANDREIS, C. -1996- *Indagine floristico-vegetazionale e faunistica. Parco Regionale Orobie Valtellinesi*. Regione Lombardia. Provincia di Sondrio. Università degli Studi di Milano.
- ARHONDITSIS, GB. MT. BRETT, CL. DE GASPERI, D.E. SCHINDLER -2004- Effects of climatic variability on the thermal properties of Lake Washington. *Limnology and Oceanography* 49:256-270.
- AUCI, E. -1993- *Le cenosi erbacee delle valli Mezzoldo e Mora (Alta Val Brembana Occidentale)*. Tesi di laurea. Università degli Studi di Milano. Relatore C. Andreis.
- BARTORELLI, U. -1965- *L'assolazione*. Pubblicazioni dell'Accademia di Scienze Forestali. Firenze.
- BECKER, A., C. KÖRNER, J.J. BRUN, A. GUI SAN & U. TAPPEINER -2007- Ecological and land use studies along elevational gradients. *Mt.Res. Dev.* 27(1): 58-65.
- BLASI, C. -2005- *Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia*. Palombi Editori. Roma.
- CASATI, P. & F. PACE -1996- *Scienze della Terra, elementi di geologia generale*. Città Studi. UTET. Milano.
- CESANA, G. -2005- *Ricostruzione delle serie principali di vegetazione del triangolo lariano*. Tesi di laurea. Università degli Studi di Milano. Relatore C. Andreis.
- ÇOLAK, A.H. & H. AKSOY -1997- *Characteristics of Rhododendron ponticum L.* (purple-flowered forestrose). PhD dissertation. University of Istanbul. Turkey.
- CREDARO, V. & A. PIROLA -1975- *La vegetazione della Provincia di Sondrio*. Amministrazione Provinciale di Sondrio.
- CROSS, J.R. -1981- The establishment of *Rhododendron ponticum* in the Killarney oakwoods S.W. Ireland. *J. Ecol.* 69: 807-824.
- ECCEL, E. & G. TOLLER -2004- Inquadramento climatico del Lago di Tovel e del suo bacino. *Studi Trentini Scienze Naturali Acta Biologica*. 81: 247-258.
- ELLENBERG, H. -1988- *Vegetation Ecology of Central Europe*. Cambridge Press. Cambridge.
- ERSCHBAMER, B., T. KIEBACHER, M. MALLAUN & P. UNTERLUGGAUER -2009- Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. *Plant*

- Ecol.* 202: 79-89.
- GEROLA, F.M. & D.U. GEROLA -1955- Ricerche sui pascoli delle Alpi centro-orientali. Flora e vegetazione. *Memorie Museali Storie Naturali Venezia Tridentina*. 16(10).
- GIACOMINI, V. -1943- Studi sulla flora e vegetazione delle Prealpi Lombarde. *Atti Istituto Botanico Laboratorio Crittogamico Università Pavia*. 2: 5-26.
- GIACOMINI, V. & L. FENAROLI -1958- *La Flora*. Collana Conosci l'Italia. Vol. II. Touring Club Italiano. Milano.
- GIACOMINI, V. & S. PIGNATTI -1955- I pascoli dell'alpe dello Stelvio (Alta Valtellina). Saggio di fitosociologia applicata e di cartografia fitosociologica. *Ann. Sper. Agr.* 9: 1-49.
- GIORGI, F., J. W. HURRELL & M. R. MARINUCCI -1996- Elevation Dependency of the Surface Climate Change Signal: A Model Study. *J. Climate*. 10: 288-296.
- GUBERTINI, A. -1997- *Contributo alla conoscenza delle vegetazioni arboree e arbustive dell'Alta Val Brembana Orientale*. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano. Relatore C. Andreis.
- GUISAN, A. & J.P. THEURILLAT -2000- Assessing alpine plant vulnerability to climate change: a modelling perspective. *Integrated Assessment*. 1: 307-320.
- HUELBER, K., M. GOTTFRIED, H. PAULI, K. REITER, M. WINKLER & G. RABHERR -2007- Phenological responses of snowbed species to Snow Removal Dates in the Central Alps: Implications for Climate Warming. *Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado*. 38(1).
- KHAN, A.U. -1991- Agro-ecology of onion couch (*Arrhenatherum elatius* var. *bulbosum*). *Ann. Appl. Biol.* 118(3): 645-650.
- KLANDERUD, K. & H.J.B. BIRKS -2003- Recent increases in species richness and shifts in altitudinal distributions of Norwegian mountain plants. *Holocene*. 13(1): 1-6.
- LANDOLT, E. -1994- Flore et végétation des Alpes Suisses – *Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel*. Zürich. 119: 13-34.
- LIVINGSTONE, D. M. & M.T. DOKULIL -2001- Eighty years of spatially coherent Austrian lake surface temperatures and their relationship to regional air temperature and the North Atlantic Oscillation. *Limnol.Oceanogr.* 46: 1220-1227.
- MAHMOUD, A. & J.P. GRIME -1976- An analysis of a competitive ability in three perennial grasses. *New Phytol.* 77: 431-435.
- MONTRASIO, A. -1990- *Carta Geologica della Lombardia*. Servizio Geologico Nazionale. Istituto Poligrafo e Zecca dello Stato. Roma.
- MUCINA, H. *et al.* (Eds.) -1993- *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*, 3 Teil. Ed. Gustav Fischer. Jena.
- OBERDORFER, E. -1977- *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. 4 Teil. Ed. Gustav Fischer. Jena.
- OBERDORFER, E. -1990- *Pflanzansoziologische, Exkursions Flora*. Ed. Ulmer. Stuttgart.
- PARMA, M. -2004- *Studio ecologico e sindinamico delle fitocenosi erbacee del Triangolo Lariano*. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano. Relatore C. Andreis.
- PERKINS, D.F. -1968- Ecology of *Nardus stricta* L. *J.Ecol.* 56(3): 633-646.
- PETIT, C. & J.D. THOMPSON -1997- Variation in phenotypic response to light availability between diploid and tetraploid populations of the perennial grass of *Arrhenatherum elatius* from open and woodland sites. *J. Ecol.* 85: 657-667.
- PIGNATTI, S. -1995- *Ecologia del Paesaggio*. Utet. Torino.
- PIGNATTI, S. -1982- *Flora d'Italia*, 3 vol. Ed agricole. Bologna.
- PODANI, J. -1994- *Multivariate data analysis in ecology and systematics*. Ecological Computations Series. Vol. 6. SPD Academic Publishing.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., F. FERNÁNDEZ GONZÁLES, J. LOIDI, M. LOUSÃ & A. PENAS -2001- Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*. 14: 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., T. E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ-GONZALES, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSÃ & A. PENAS -2002- Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica*. 15 (1): 5-432.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., T. E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ-GONZALES, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSÃ & A. PENAS -2002- Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera*

- Geobotanica*. 15(2): 433-922.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., A. PENAS & T. E. DÍAZ -2004- *Bioclimatic map of Europe, thermoclimatic belts*. Cartographic Service. University of León. Spain.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & S. RIVAS-SAENZ - 1996/2009- *Worldwide Bioclimatic Classification System*. Phytosociological Research Center. Spain (published online: <http://www.globalbioclimatics.org>).
- ROSSI, G. & G. PAROLO -2005- Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle specie vascolari degli ambienti di alta quota: i casi-studio delle Alpi Retiche e dell'Appennino settentrionale. *Informatore Botanico Italiano*. Atti 100° Congresso della Società Botanica Italiana Roma. 37(10).
- SMITH, R. B. -1979- The influence of mountains on the atmosphere. *Adv. Geophys.* 21: 87-230.
- SMITH, W. K., D. T. BELL & K. A. SHEPHER -1998- Associations between leaf structure, orientation, and sunlight exposure in five western Australian communities. *Am. J. Bot.* 85(1): 56-63.
- THEURILLAT, J. P. & A. GUISAN -2001- Potential impact of climate change on vegetation in the european alps: a review. *Climatic Change* 50: 77-109.
- THUILLER, W., S. LAVOREL, M. B. ARAU' JO, M. T. SYKES & C. I. PRENTICE -2005- Climate change threats to plant diversity in Europe. *PNAS*. 102(23): 8245-8250.
- VERDE, S. -2004-2005- *Valutazione della biodiversità potenziale e della qualità ambientale del territorio attraverso le serie di vegetazione*. Tesi di dottorato dell' Università degli Studi di Milano. Relatore C. Andreis.
- VETAAS, O. R. & J.A. GRYTNES -2002- Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal. *Global Ecol. Biogeogr.* 11: 291-301.
- WALLOSSEK, C. -1999- The acidophilous taxa of the *Festuca* varia group in the Alps: New studies on taxonomy and phytosociology. *Folia Geobotanica* 34(1): 47-75.
- WILDI, B. & C. LUTZ -1996- Antioxidant composition of selected high alpine plant species from different altitudes. *Plant Cell Environ.* 19: 138-146.

