



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di laurea triennale  
Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano

***Linnaea borealis* L. in Val di Tovel (TN):  
analisi floristica ed ecologica**

Relatore: Dott. Luca Giupponi

Correlatore: Prof.ssa Annamaria Giorgi

Laureando:  
Gabriele Ravanelli  
Matricola: 969870

Anno accademico 2023/2024

## RIASSUNTO

Nel presente elaborato vengono presentati i risultati e le riflessioni derivanti dall'esperienza di tirocinio condotta nell'estate del 2024, avente come oggetto lo studio delle comunità vegetali di *Linnaea borealis* in Val di Tovel (TN). *L. borealis* è una specie tipicamente associata alle foreste boreali, la cui distribuzione si estende prevalentemente lungo la fascia circumboreale; tuttavia, essa persiste in microambienti isolati lungo l'arco Alpino. L'obiettivo di questo lavoro è quello di contribuire all'ampliamento delle conoscenze scientifiche riguardanti *L. borealis* in Val di Tovel, approfondendo le caratteristiche delle comunità vegetali in cui è presente. In particolare, basandosi su dati di letteratura e su dati originali raccolti in campo, lo studio mira a identificare le diverse stazioni di *L. borealis* nell'area oggetto di indagine e a esaminare le caratteristiche floristiche ed ecologiche delle comunità vegetali che ne favoriscono la crescita.

In aggiunta, data la scarsità di materiale divulgativo su questa rara specie, sono stati ideati e sviluppati pannelli informativi volti a promuovere e valorizzare la presenza di *L. borealis* nel territorio del Parco Naturale Adamello-Brenta. Nel corso dell'estate 2024, sono stati realizzati 10 rilievi fitosociologici in diverse stazioni, metà delle quali ospitavano la specie in esame. Dall'analisi dei dati raccolti è emerso che *L. borealis* predilige foreste di peccete subalpine con sottobosco dominato da ericacee, in particolare mirtillo nero e mirtillo rosso. Un elemento comune alle stazioni con *L. borealis* è la presenza abbondante di briofite, che colonizzano ambienti ombrosi e umidi con suoli ricchi di humus. Le piante vascolari associate a linnea richiedono condizioni analoghe, caratterizzate da ombra, umidità, acidità e scarsa disponibilità di nutrienti, condizioni ideali per lo sviluppo di questa specie. Tuttavia, in alcuni rilievi, la sua presenza risulta meno abbondante e presenta segni di stress, presumibilmente legati a una ridotta acidità del suolo e a un'insufficiente ombreggiatura. In tali casi, linnea si insedia principalmente su grandi massi, che garantiscono condizioni di temperatura e umidità più stabili.

## Indice

1	INTRODUZIONE.....	5
1.1	<i>Linnaea borealis</i> .....	5
1.1.1	Tassonomia.....	5
1.1.2	Morfologia.....	6
1.1.3	Distribuzione .....	8
1.1.4	Rarità e stato di conservazione.....	10
1.1.5	Proprietà farmaceutiche .....	11
1.2	La Val di Tovel .....	12
1.3	Criticità.....	15
2.	SCOPO DEL LAVORO .....	17
3.	MATERIALI E METODI .....	18
3.1	Analisi bibliografica .....	18
3.2	Analisi cartografica.....	18
3.3	Ispezione sul territorio .....	19
3.4	Rilievi fitosociologici ed analisi delle comunità vegetali .....	19
3.5	Analisi dei dati .....	20
3.6	<i>Cluster analysis</i> .....	21
3.7	Spettro Biologico .....	22
3.8	Spettro Corologico .....	24
3.9	Spettro Ecologico .....	24
4.	RISULTATI.....	28
4.1	Fonti bibliografiche .....	28
4.2	Comunità vegetali .....	30
4.2.1	Cluster A1 - Pecceta con sottobosco ad ericacee con presenza di <i>Paris quadrifolia</i> e <i>Rhododendron hirsutum</i> .....	32

4.2.2 Cluster A2 - Pecceta con sottobosco ad ericacee con presenza di <i>Pirola rotundifolia</i> e <i>Rhododendron ferrugineum</i> . .....	37
4.2.3 Cluster B - Piceo-abieteteto .....	41
4.2.4 Cluster C - Mugheta con sottobosco di ericacee .....	44
4.2.5 Cluster D - Mugheta con sottobosco di ericacee.....	47
4.2.6 Cluster E - Bosco misto con abete rosso, abete bianco, pino silvestre e faggio con sottobosco di mughetto ed erica carnea. ....	50
4.3 Confronto tra <i>Cluster</i> .....	54
4.4 Briofite .....	59
4.4.1 <i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw. ....	60
4.4.2 <i>Hylocomium splendens</i> Hedw. ....	61
4.4.3 <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd.) Mittl. ....	62
4.4.4 <i>Polytrichum alpinum</i> Hedw. ....	63
4.4.5 <i>Polytrichum juniperium</i> Willd.....	64
4.4.6 <i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not.....	65
4.4.7 <i>Rhacomitrium lanuginosum</i> (Hedw.) Brid. ....	66
4.4.8 <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst. ....	67
4.4.9 Analisi ecologica delle briofite.....	68
4.5 Pannello divulgativo .....	72
5 DISCUSSIONE e CONCLUSIONE .....	74
6 BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA .....	78
7 RINGRAZIAMENTI.....	82

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 *Linnaea borealis*

### 1.1.1 Tassonomia

*Linnaea borealis* L. (linnea) è un minuto arbusto sempreverde facente parte dell'ordine delle *Dipsacales* e della famiglia delle *Linnaeaceae*. Per molto tempo venne inserita, assieme alle specie dei generi *Sambucus*, *Viburnum*, *Lonicera* e *Symphoricarpos*, nella famiglia delle *Caprifogliaceae* prima che le nuove ricerche filogenetiche molecolari facessero sì che venisse creata la nuova famiglia delle *Linnaeaceae* (Steinecke, 2007). Il nome di questa specie è dedicato al naturalista svedese *Carl von Linné* (1707-1778) (Carlo Linneo) che sviluppò ed impose l'attuale sistema di classificazione utilizzando la nomenclatura binomiale per le piante e altri organismi nonché classificò migliaia di specie nel corso della sua vita. Nel 1732 Linneo durante una spedizione botanica in Lapponia si imbatté in grandi distese di questa graziosa pianta che chiamò *Campanula serpyllifolia* ribattezzata, da lui stesso dopo solo due anni in onore del padre e del proprio maestro omonimo *Olof Rudbeck*, con il nome volgare *Rudbeckia* la quale venne indicata da Linneo stesso come “pianta nostra” nella sua pubblicazione *Flora Lapponica* nel 1737 (Linné, 1737). Una ventina di anni dopo la spedizione di Linneo in Lapponia, il botanico olandese *J.K. Gronovius* ribattezzò la specie *Linnaea borealis* L. dedicandola al suo giovane collega il quale non poté rifiutare l'omaggio (I nomi delle piante, 2015). Celebre è un ritratto che raffigura Linneo reggente un rametto di linnea in tasca (Fig.1). Ad oggi ricopre il ruolo di fiore rappresentante la regione svedese dello *Småland*, regione natale dello stesso Linneo.

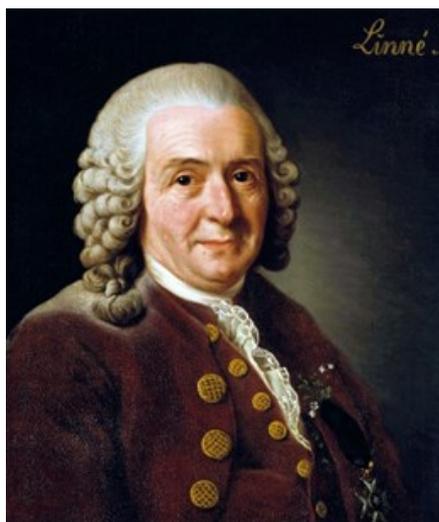


Figura 1 - Ritratto di Carlo Linneo con linnea nel taschino di Alexander Roslin (1775)

### 1.1.2 Morfologia

Nelle varie lingue, linnea, assume nomi molto differenti: *Moosgloeckchen* in tedesco tradotto campanelle del muschio, *Flor gemela* in spagnolo e *Lennée boréale* in francese. In inglese viene detta *Twinflower* per via dei suoi due fiori bianchi e rosa, ermafroditi e penduli che si trovano su pedicelli divaricati posti all'apice di uno scapo pubescente ed eretto il quale, a sua volta, s'innalza dal fusto strisciante principale che può raggiungere svariati metri di lunghezza (Fig. 2,3,4). La sua corolla campanulata è rivolta verso il basso proteggendo il polline dalla pioggia e lo stesso suo aroma richiama insetti impollinatori tra cui anche le api (Nature Gate). Il frutto è una capsula indeiscente di forma ovoidale lunga circa 3 mm. In maturazione, il frutto, si ricopre di peli ghiandolari i quali gli permettono di attaccarsi ad uccelli e al pelo degli animali così che possano spostarsi e colonizzare nuovi areali. Alla base del fiore stesso sono presenti 2-3 paia di foglie. (Aeschimann D., 1995). Il fusto può essere lignificato solo alla base per questo linnea è classificata come arbusto (camefita) suffruticoso perennante, inoltre esso ha forma filiforme ed è pubescente. I suoi stoloni radicanti possono raggiungere anche metri di lunghezza ramificandosi spesso nei muschi. Possiede foglie opposte e brevemente picciolate con lamina pubescente leggermente crenulata al margine sommitale.

La lunghezza delle foglie può variare degli 8 ai 10 mm. Gli stami sono quattro e due sono più lunghi degli altri, presenta un ovario infero trioculare. L'antesi di *Linnaea borealis* è prevista tra il mese di giugno e quello di agosto. (Acta plantarum, 2007). (Pignatti, 1982) .



Figura 2- *Linnaea borealis* L. in Val di Tovel (Fonte: Ravanelli G.)



Figura 3 - Momento di fotografia per campionamento (Fonte: Dott. Giupponi L.)



Figura 4 - *Linnaea borealis* L. immortalata in Val di Tovel (Fonte: Ravanelli G.)

### 1.1.3 Distribuzione

*Linnaea borealis* in Italia cresce tra l'orizzonte montano e quello alpino ovvero circa dai 1200 ai 2100 m.s.l.m. in zone muschiose e paludose ricche di humus in boschi umidi (Acta plantarum, 2007). Esistono tre sottospecie di linnea ovvero *L. borealis* ssp. *borealis* tipica dell'Eurasia e parte di Alaska alla quale sottospecie appartengono anche gli individui identificati in Val di Tovel, *L. borealis* ssp. *americana* tipica delle Montagne Rocciose, della Groenlandia e del Canada ed in fine la *L. borealis* ssp. *longiflora* presente lungo la costa del Pacifico degli USA e del Canada. Queste tre sottospecie differiscono tra loro principalmente per la lunghezza delle foglie e della corolla. *L. borealis* viene associata tipicamente alle foreste boreali (Fig. 5), la sua presenza caratterizza le comunità forestali della fascia Circum-boreale ovvero tutto l'emisfero settentrionale dalla Groenlandia alla Scozia passando dal Canada, Alaska, Kamchatka, Giappone, Mongolia, Cina settentrionale e Russia fino alle fasce montane delle regioni dell'Europa settentrionale. (Kikowska, 2022). La foresta boreale è conosciuta anche con il termine Taiga che in Russo significa foresta di conifere e comprende quasi un terzo dell'area forestale mondiale. La Taiga è caratterizzata da inverni molto lunghi e rigidi ed estati molto brevi piuttosto fresche (WWF). Come è indicato dal nome stesso, i principali individui che compongono il piano dominante del soprasuolo sono conifere sempreverdi tra cui *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Picea glauca*, *Larix sibirica*, *Picea abies* e *Pseudotsuga menziesii*. Il sottobosco è tipicamente buio e freddo, ambiente ideale per la proliferazione di molte varietà di *Ericaceae* come *Vaccinium vitis-idaea* e *Vaccinium myrtillus*, salici, funghi, licheni e muschi (Pedrotti, La distribuzione della *Linnaea borealis* L. nel Trentino-Alto Adige con nuove stazioni per il Tentino, 1963). Oltre a queste comunità ne esistono di altre molto particolari le quali resistono a latitudini inferiori. In vari punti dell'arco Alpino, *Linnaea borealis* è presente come relitto del periodo tardo glaciale. L'ultimo periodo glaciale ebbe inizio all'incirca 110.000 anni fa e raggiunse la fase più fredda tra i 25.000 e i 19.000 anni fa. I relitti glaciali sono specie sopravvissute per lunghi periodi glaciali ed interglaciali in habitat isolati. Queste particolari

specie possono fornirci svariate informazioni sulla storia evolutiva delle piante e sulla capacità delle stesse di adattarsi ai cambiamenti climatici ed ambientali nel corso del tempo. La distribuzione Italiana di linnea è riconducibile solamente a tre regioni quali Trentino-Sudtirolo, Lombardia e Valle d'Aosta (Fig.6) ma è doveroso specificare che all'interno di queste stesse regioni è rinvenibile solo in poche stazioni che assomigliano per vari fattori quali altitudine, microclimi e caratteristiche ecologiche a biomi subartici (Acta plantarum, 2007). Rispetto alla provincia di Trento, *Linnaea borealis*, è più frequente in quella di Bolzano. Molte stazioni Trentine sono situate in Val di Tovel nel Parco Naturale Adamello Brenta. Queste stazioni vennero scoperte da Pedrotti, Marchesoni e Cortini già alla metà del 900 (Pedrotti, 1963). Una di queste stazioni viene costantemente monitorata dal Museo Civico di Rovereto per conto del Parco Adamello-Brenta. La vegetazione delle stazioni rilevate da Pedrotti (Pedrotti, 1963) va attribuita al *Picetum subalpinum* caratterizzato dalla presenza di alcune specie quali: *Lycopodium annotium*, *Moneses uniflora*, *Luzula luzulina* e *Lonicera nigra*. Per quanto riguarda lo strato arboreo la specie prevalente è *Picea abies* mentre per lo strato erbaceo è *Vaccinium myrtillus*.

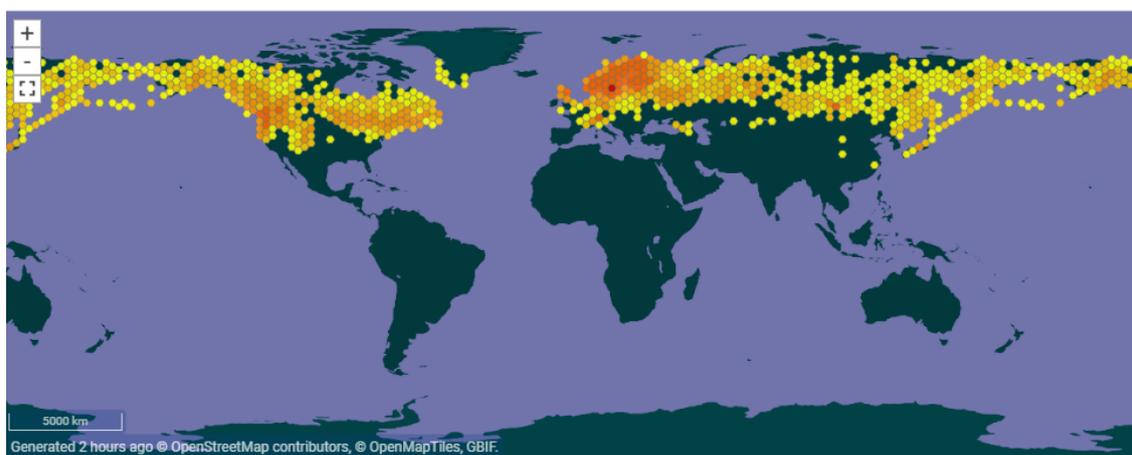


Figura 5 - Distribuzione a livello mondiale di *Linnaea borealis* L. (Global Biodiversity Information Facility)



### 1.1.5 Proprietà farmaceutiche

A causa della presenza di metaboliti secondari quali flavonoidi, acidi fenolici, iridoidi, secoiridoidi e saponine triterpeniche (Kikowska, 2022) questa specie può essere d'interesse per le industrie farmaceutiche e cosmetiche. *Linnaea borealis* si propaga raramente in modo sessuato perché i semi spesso non vengono prodotti e i pochi prodotti a loro volta difficilmente sono vitali. Si è cercato di propagare la pianta in serra tramite talea ma i risultati sono stati poco esaurienti a causa della frequente mancata formazione delle radici (Kikowska, 2022). La pianta essendo piuttosto piccola, produce pochi germogli e questi hanno foglie di piccole dimensioni, il che non rende possibile raccogliere una quantità sufficiente di materiale vegetale per studi fitochimici e biologici. Inoltre, le popolazioni di linnea presentano problematiche simili infatti, molte stanno diminuendo ed altre sono particolarmente ridotte e sono quindi rigorosamente protette. La diminuzione quantitativa di molte popolazioni può essere legata al basso potenziale adattativo degli individui adulti i quali, rimanendo gli unici a riprodursi per via asessuata, genereranno popolazioni con una bassa differenza genica tra individui della stessa. Grazie a degli studi effettuati su rare popolazioni situate sulle Alpi occidentali si ipotizza che questa specie sia sopravvissuta in Nord Italia come relitto dei periodi glaciali quaternari prima di colonizzare il Nord Europa. (Kikowska, 2022) Nella tradizione popolare norvegese, *Linnaea borealis* era usata come rimedio per il fuoco di Sant'Antonio (*Herpes zoster*), riflesso nei nomi vernacolari come *nårisle* o *nårislegras* (eruzione del cadavere). Derivato dal norreno *nár* (cadavere) e *risla* (eruzione cutanea), il termine indicava l'uso per trattare non solo il fuoco di Sant'Antonio, ma anche altre malattie della pelle come eczema, orticaria, scabbia e reumatismi. La pianta veniva applicata sia internamente (decotto) sia esternamente (unguento, impacchi, fumo). Questo utilizzo era comune nel sud della Norvegia fino a *Trøndelag*, con un solo riferimento nel nord risalente al XVIII secolo. (TORBJØRN, 2006)

## 1.2 La Val di Tovel

Dal piccolo paese di Tuenno situato sulla sponda sinistra orografica della Val di Non (TN) si ramifica la suggestiva Val di Tovel (Fig. 7). Questa valle si estende per 17 km lungo il torrente Tresenica. La località di S. Emerenziana è la zona più a bassa quota ed è situata a 580 m.s.l.m. ma nella sua parte più alta, la Val di Tovel raggiunge un'altitudine di 2998 m.s.l.m. con le cime Grostè e Vallazza. La parte inferiore è esposta verso Est di 35° per poi proseguire orientandosi a Sud-Nord per 7 km.

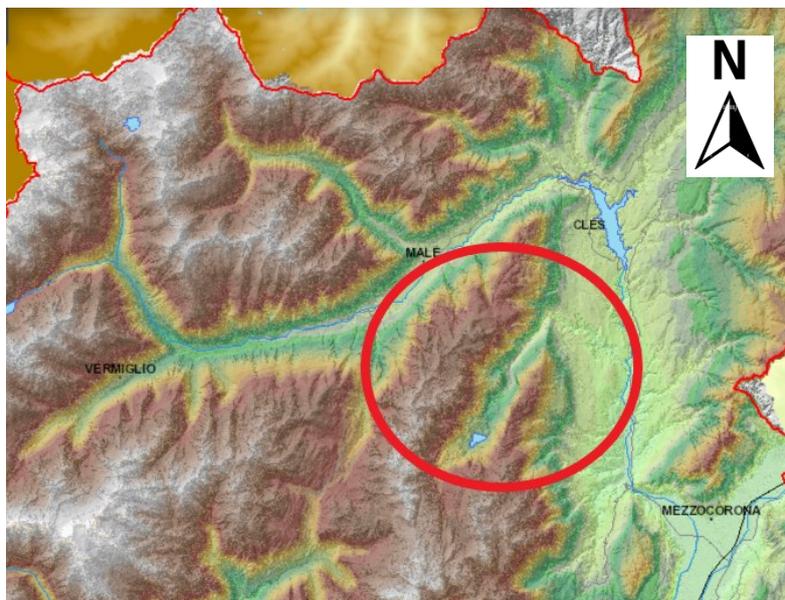


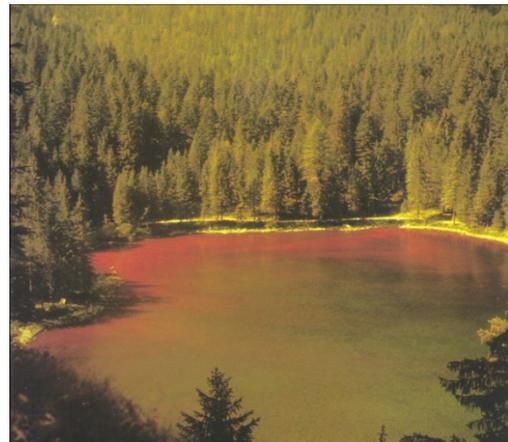
Figura 7 - Mappa della Val di Tovel (PAT)

Essendo inserita all'interno del gruppo dolomitico di Brenta, la Val di Tovel, è caratterizzata dal punto di vista geologico da una moltitudine di caratteristiche interessanti. Durante l'era mesozoica, circa 200 milioni di anni fa, tutto il Trentino era sommerso da un particolare mare caldo e poco profondo dove vari organismi tra cui coralli e alghe vivevano (www.pnab.it) (Pedroni, 2005). I sedimenti dei residui organici di questi organismi iniziarono gradualmente a depositarsi e compattarsi dando così il via alla formazione di quelle che oggi chiamiamo Dolomiti. Le "marocche" ossia accumuli di detriti rocciosi di origine

sedimentaria, che caratterizzano questa valle (Fig.8), sono tipicamente associate ad una bassa conducibilità termica e questo fa sì che si mantenga anche in estate un sottosuolo fresco in loro prossimità. Questi ammassi di blocchi porosi appoggiati su di uno strato ortoconglomeratico composto da ghiaia e ciottoli creano un susseguirsi di creste a depressioni su tutta la superficie della Valle. Questa diversità di struttura del soprasuolo fa sì che in aree relativamente ristrette si creino microclimi e condizioni locali molto particolari che possono avere connessioni sulla biodiversità e sugli ecosistemi dell'areale stesso (Chesnel, 1988) (URBINATI & al, 2004) (Ivy-Ochs & al, 2018). Inoltrandosi nella valle si possono infatti ammirare, per quanto riguarda le specie arboree, una moltitudine di esemplari di *Picea abies*, *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Ulmus minor* Mill., *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia* e *Laburnum alpinum* Mill. (Failo, 1954). Oltre alla vasta biodiversità vegetale, nelle giornate caratterizzate da una bassa affluenza di visitatori, è facile imbattersi in camosci, caprioli, marmotte, lepri, volpi, galli cedroni, galli forcelli, pernici bianche, francolini, coturnici e corvi imperiali che vivono nel bacino del lago. Alla quota di 1200 m è situato il famoso lago di Tovel che dà il nome alla valle. Il suo nome è molto conosciuto soprattutto per la sua particolarità estetica che fino agli anni '60 lo distingueva da qualsiasi altro lago al mondo. Infatti, grazie alla presenza di una micro alga (*Tovellia sanguinea* sp. *Inedit.*), esso assumeva, nei mesi estivi, un intenso colore rosso senza eguali (Fig.9). Quest'alga vive tutt'ora nel lago ma in concentrazioni troppo basse per poterlo colorare nuovamente. Molto probabilmente la causa del mancato arrossamento è dovuta alla carenza di nutrienti nelle acque degli affluenti a sua volta causato dal drastico abbandono della pratica dell'alpeggio nelle zone soprastanti al lago ([www.pnab.it](http://www.pnab.it)).



*Figura 8 - Le marocche della Val di Tovel (Fonte: sito web I love Val di Non)*



*Figura 9 - Fenomeno dell'arrossamento del lago di Tovel (Fonte: sito web TOVEL la memoria del lago)*



*Figura 10 - Malga Tuena sopra on Lago di Tovel in secondo piano (Fonte: sito web outdoractive)*



*Figura 11 - Val di Tovel con Lago (Fonte: sito web Rif. Lago Rosso)*

### 1.3 Criticità

All'interno del Parco Nazionale Adamello-Brenta, più in particolare nelle vicinanze del lago di Tovel, sono presenti varie stazioni di *Linnaea borealis*. Vennero fatti degli studi a partire dalla metà del secolo scorso da parte di vari botanici (Pedrotti, 1963) ma molti dei rilievi da loro descritti sono difficilmente riconducibili a coordinate spaziali precise per via dell'impossibilità all'epoca di geolocalizzare punti precisi. Anche se negli elaborati bibliografici sono riportate descrizioni paesaggistiche particolarmente dettagliate legate alle località di ritrovamento della specie, in campo ci si rende conto che le condizioni ambientali di 50 anni fa sono molto diversi da quelli che troviamo oggi anche per causa antropica, ad esempio legati all'abbandono di alcune zone e quindi al graduale avanzamento del bosco e al mutamento di tipologia di vegetazione oppure collegati ad interventi di esbosco. Non solo l'intervento umano ha mutato il paesaggio infatti molto frequenti sono frane, crolli, smottamenti o caduta di alberi per cause naturali che causano una variazione di luminosità e di altri fattori ecologici nel sottobosco creando quindi un insieme di condizioni differente seguito spesso da un cambiamento di composizione floristica. Grazie al Museo degli usi civici di Rovereto, è stato possibile ricostruire una mappa della Val di Tovel nella quale sono rappresentate molte di queste stazioni. La posizione esatta di queste stazioni si ritiene opportuno non comunicarla per evitare qualsiasi tentativo di vandalismo. Oltre alla mancanza di cartografia, per queste stazioni, manca qualsiasi tipo di rilievo e non è mai stato eseguito uno studio ecologico-fitosociologico.



Figura 12 - Stoloni di *Linnaea borealis* L. (Fonte: G. Ravanelli)



Figura 13 - *Linnaea borealis* L. con *Lycopodium annotinum* L. (Fonte: G. Ravanelli)

Nei primi decenni del 1900 autorevoli naturalisti sostengono l'idea di far nascere in Trentino un parco naturale a tutela del territorio tra il massiccio dell'Adamello-Presanella e il Gruppo delle Dolomiti di Brenta. Nel 1967 nasce, il Parco Naturale Adamello Brenta con lo scopo di tutelare le caratteristiche naturali e ambientali, promuovere lo studio scientifico e l'uso sociale dei beni ambientali. Seppur avendo promosso svariati progetti naturalistici nel corso degli ultimi 50 anni, il Parco non ha mai valorizzato la presenza di *Linnaea borealis* all'interno dei suoi confini anche solamente per farla conoscere alla gente locale ed ai turisti.

## 2. SCOPO DEL LAVORO

Questo studio ha lo scopo di arricchire, in termini di conoscenza scientifica, le informazioni inerenti *Linnaea borealis* in Val di Tovel e le sue comunità vegetali. In particolare, partendo da dati di letteratura e dati originali (collezionati in campo), prefigge di individuare le varie stazioni di *L. borealis* nell'area di studio e analizzare le caratteristiche floristiche ed ecologiche delle comunità vegetali in cui cresce. Inoltre, vista la carenza di materiale divulgativo relativo a questa specie rara, verranno elaborati e proposti pannelli che avranno lo scopo di valorizzare la presenza di *L. borealis* nell'areale del Parco Nazionale Adamello-Brenta.

Per perseguire gli obiettivi del lavoro sono state svolte le seguenti attività:

- Analisi della bibliografia riferita a *L. borealis* in Val di Tovel;
- Ispezione sul territorio di studio con rilevamento della vegetazione;
- Analisi floristiche ed ecologiche delle comunità vegetali delle varie stazioni;
- Creazione di pannelli tecnico-divulgativi per valorizzare *Linnaea borealis*.

### **3. MATERIALI E METODI**

#### **3.1 Analisi bibliografica**

L'attività di analisi bibliografica per questo lavoro è stata realizzata grazie alla collaborazione con il Museo Civico di Rovereto (collaboratore scientifico del Parco Nazionale Adamello-Brenta), che ha gentilmente fornito indicazioni sulla bibliografia inerente a *Linnaea borealis*. Una volta presa visione dei titoli dei documenti, tutti risalenti alla seconda metà del 1900, la biblioteca comunale di Cles ha provveduto a recuperare tutti i testi per poterli consultare. Inoltre alcune informazioni sono state ricavate da una selezione di documenti scientifici presenti in rete nel portale universitario Minerva. È doveroso specificare che gli studi riguardanti questa specie sono limitati e conseguentemente sono carenti anche i documenti ad essa correlati. Grazie alle informazioni contenute nel documento del 1963 denominato "La distribuzione della *Linnaea borealis* L. nel Trentino - Alto Adige con nuove stazioni per il Trentino", sono state individuate 8 stazioni (contrassegnate da una stella blu nella Fig.15) delle 18 complessive presenti in questo elaborato.

#### **3.2 Analisi cartografica**

Tramite l'utilizzo del software QGIS è stato possibile creare una mappa della zona che contrassegni con poligoni e punti le varie stazioni di *Linnaea borealis* in Val di Tovel. Per la sua creazione è bastato inserire la mappa satellitare di *Google Heart Hybrid* in modo da poter visualizzare la geografia della zona. In sovrapposizione a quest'ultima è stata aggiunta la carta tecnica provinciale contenente tutte le curve di livello nonché i toponimi delle varie località. Lo *shapefile* è stato inviato al parco e in questo elaborato non verrà inserita la mappa delle stazioni rinvenute per tutelare la specie rara.

### **3.3 Ispezione sul territorio**

Nel settembre del 2023 sono stati svolti i sopralluoghi in Val di Tovel grazie all'esperto conoscitore del territorio Ferruccio Valentini, tramite i quali si è potuto conoscere la posizione esatta delle varie stazioni caratterizzate dalla presenza di *Linnaea borealis*. In aprile 2024, con la riapertura della strada che porta al Lago di Tovel, è stato possibile proseguire il monitoraggio costante delle stazioni osservando le varie fasi fenologiche di *L. borealis* nell'attesa dell'antesi. Il 27 giugno 2024 con la fioritura di linnea in corso sono stati effettuati i rilievi grazie ai quali si sono potuti raccogliere i dati che verranno successivamente riportati in questo elaborato.

### **3.4 Rilievi fitosociologici ed analisi delle comunità vegetali**

Prima di descrivere le modalità con cui sono stati condotti i rilievi fitosociologici della vegetazione è bene fare alcune premesse. Il Prof. Giacomini (Giacomini, 1961) definisce la fitosociologia come la scienza che studia gli aspetti della vita in comune degli organismi vegetali; tuttavia suo compito essenziale appare chiaramente quello di tipizzare gli aspetti della vegetazione. In quanto alle associazioni vegetali, nel 1915 J. Braun-Blanquet precisava: "l'associazione è un aggruppamento vegetale più o meno stabile e in equilibrio col mezzo ambiente, caratterizzato da una composizione floristica determinata, in cui certi elementi esclusivi o quasi (specie caratteristiche) rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare e autonoma" (Braun-Blanquet, 1915). Il metodo fitosociologico che al giorno d'oggi viene utilizzato dalla maggior parte degli studiosi in scienze della vegetazione, consiste nel considerare un gruppo di specie che possa caratterizzare maggiormente un'associazione tenendo conto anche delle condizioni ambientali.

Il primo passaggio da compiere per eseguire un'analisi della vegetazione è svolgere un rilievo fitosociologico che consiste nell'inserire all'interno di una tabella predefinita e dettagliata tutte le informazioni che si riferiscono ad una precisa stazione e comunità vegetale. Definire la superficie in metri quadri (in

questo caso sono stati presi in considerazione 100 m<sup>2</sup> ogni stazione) è il primo passaggio fondamentale. I dati stazionali, quali latitudine e longitudine, esposizione, pendenza e quota sul livello del mare devono essere rilevati nella seconda fase. Tramite l'utilizzo del GPS sono state ottenute le coordinate e l'altitudine. Per quanto riguarda la pendenza è stato utilizzato l'inclinometro ed infine, l'esposizione è stata individuata avvalendosi della bussola. All'interno della tabella di rilevamento floristico, è necessario inserire i dati stazionali, la data del campionamento e una breve descrizione fisionomica con eventuali note correlate. In relazione all'aspetto strettamente floristico è opportuno riportare la struttura principale della vegetazione nonché il valore percentuale ottenuto tramite stima visiva della copertura in specie erbacee, arbustive ed arboree. Proseguendo nella compilazione sono state inserite in ordine alfabetico le specie vegetali presenti all'interno dell'area di campionamento. Le specie sono state identificate con l'utilizzo delle chiavi dicotimiche "Flora d'Italia" (Pignatti, 2017). Ad ogni specie è stato assegnato a sua volta un indice di abbondanza-dominanza di Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1964) (Tabella 1). In questo lavoro sono stati svolti 10 rilievi fitosociologici il 27/06/2024. Tutti i rilievi sono stati eseguiti in Val di Tovel in collaborazione con il Dottor Giupponi Luca.

Per poter successivamente analizzare in modo corretto le informazioni e dunque poter trarre conclusioni riguardanti la presenza di linnea nelle varie stazioni, sono state scelte 5 stazioni dove la specie è presente e 5 nella quale linnea non era stata riscontrata.

### **3.5 Analisi dei dati**

Una volta riportati i dati dei rilievi fitosociologici in una tabella Excel è stato poi possibile svolgere la *cluster analysis*, elaborare lo spettro biologico, corologico ed ecologico di ogni comunità vegetale e confrontarne le caratteristiche.

### 3.6 Cluster analysis

La *cluster analysis* è un metodo statistico per processare i dati, raggruppando gli elementi di un insieme, i rilievi fitosociologici, in gruppi simili dal punto di vista floristico-fisiognomico. Questa è stata svolta convertendo gli indici di abbondanza-dominanza (Braun-Blanquet, 1964) (Tab.1) in valori numerici (percentuali di copertura) secondo la scala proposta da Canullo et. al (2012) (Tabella 2). In questo lavoro è stata condotta la *cluster analysis* per individuare le somiglianze fitosociologiche delle comunità descritte nei rilievi e determinare le principali tipologie di vegetazione presenti nell'area di studio utilizzando il *software* di analisi statistica R (R Core Team 2023).

Indici di abbondanza/dominanza di Braun-Blanquet	Copertura vegetale
r	Specie rare nei rilievi
+	<1%
1	1%-5%
2	6%-25%
3	26%-50%
4	51%-75%
5	76%-100%

Tabella 1 - Indici di abbondanza/dominanza di Braun-Blanquet

Indici di abbondanza/dominanza di Braun-Blanquet	Copertura vegetale	Valori di trasformazione degli indici di abbondanza/dominanza
r	Specie rare nei rilievi	0,01%
+	<1%	0,50%
1	1%-5%	3,00%
2	6%-25%	15,00%
3	26%-50%	37,50%
4	51%-75%	62,50%
5	76%-100%	87,50%

Tabella 2 - Indici di abbondanza/dominanza di Braun-Blanquet e conversione in percentuale proposta da Canullo

### 3.7 Spettro Biologico

Per superare le avverse stagioni, le piante nel tempo hanno adottato strategie particolari atte alla protezione dei tessuti embrionali delle gemme o dei semi che permetteranno la ripresa della normale vita vegetativa, finito il periodo sfavorevole. Christen Raunkiaer elaborò quasi un secolo fa una classificazione (successivamente ampliata anche da altri autori) che divide le piante in gruppi di forme biologiche, basata sulla posizione delle gemme dormienti di ogni specie. Per via della moltitudine di forme biologiche (Raunkiaer, 1934) differenti presenti nei vari cluster sono stati creati due grafici raffiguranti lo spettro biologico dopo aver assegnato ad ogni specie rilevata la sua forma biologica utilizzando il portale *Acta plantarum* (Acta plantarum). Il primo grafico riporta lo spettro biologico generale ovvero raggruppando le specie in 6 principali forme biologiche ossia:

- Fanerofite (P): piante legnose con gemme svernanti poste ad un'altezza dal suolo > 25 cm Hanno gemme esposte e risentono del clima freddo;
- Emicriptofite (H): Piante erbacee perenni o bienni con gemme svernanti poste al livello del terreno;
- Camefite (C): Piante legnose alla base con gemme svernanti poste ad un'altezza dal suolo tra 2 e 25 cm, spesso ricoperte dal manto nevoso;
- Nanofanerofite (NP): piante con gemme perennanti poste tra 25 cm e 2 m dal suolo;
- Geofite (G): piante erbacee perenni con organi sotterranei di riserva quali bulbi o rizomi, preposti a conservare al loro interno le gemme, nel periodo sfavorevole;
- Terofite (T): piante erbacee che superano la stagione sfavorevole allo stato di seme completando il loro ciclo vitale nella stagione favorevole.

Il secondo grafico riguardante lo spettro biologico tiene in considerazione anche il portamento delle varie specie ossia:

- P caesp: Fanerofite cespugliose. Piante legnose con portamento cespuglioso;
- P lian: Fanerofite lianose. Piante legnose incapaci di reggersi da sole e quindi con portamento rampicante;
- P scap: Fanerofite arboree. Piante legnose con portamento arboreo
- NP: piante con gemme perennanti poste tra 25 cm e 2 m dal suolo;
- H caesp: Emicriptofite cespitose. Piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con aspetto di ciuffi serrati;
- H ros: Emicriptofite rosulate. Piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con foglie disposte in rosetta basale;
- H scap: Emicriptofite scapose. Piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie;
- H rept: Emicriptofite reptanti. Piante perennanti per mezzo di gemme poste a livello del terreno e con fusti striscianti;
- Ch frut: Camefite fruticose. Piante perenni con fusti legnosi, ma di modeste dimensioni;
- Ch rept: Camefite reptanti. Piante con gemme perennanti poste a non più di 20 cm dal suolo e con portamento strisciante;
- Ch suffr: Camefite suffruticose. Piante con fusti legnosi solo alla base, generalmente di piccole dimensioni;
- G bulb: Geofite bulbose. Piante il cui organo perennante è un bulbo da cui, ogni anno, nascono fiori e foglie;
- G rhiz: Geofite rizomatose. Piante con un particolare fusto sotterraneo, detto rizoma, che ogni anno emette radici e fusti avventizi;
- T scap: Terofite scapose. Piante annue con asse fiorale allungato, spesso privo di foglie.

### 3.8 Spettro Corologico

Lo spettro corologico indica da quale areale provengono le specie presenti. Utilizzando il portale *Acta plantarum* (*Acta plantarum*) è stato assegnato ad ogni specie rilevata il proprio tipo corologico. I vari corotipi delle specie identificati sono stati raggruppati in:

- Alpica;
- Circumboreale-Artico-Alpina: Zone artiche dell'Eurasia e Nordamerica e alte montagne della zona temperata;
- Circumboreale: Zone fredde e temperato-fredde dell'Europa, Asia e Nordamerica;
- Cosmopolita: In tutte le zone del mondo, senza lacune importanti.
- Eurasiatica: Eurasiatiche in senso stretto, dall'Europa al Giappone.
- Europea: Europa
- Eurosiberiana: Zone fredde e temperato-fredde dell'Eurasia.
- Mediterranea;
- Subcosmopolita: In quasi tutte le zone del mondo, ma con lacune importanti;
- Endemica Alpina

### 3.9 Spettro Ecologico

Gli indici ecologici di Landolt definiscono un sistema di bioindicazione che sommariamente riportano ciò che *Heinz Ellenberg* propose per la flora elvetica, perciò utilizzabili anche per le analisi della flora alpina italiana. La bioindicazione di Landolt (Landolt, 1977) è composta da un insieme di valori assegnati a ciascuna specie vegetale che svolgono il compito di indicatore ambientale con il fine di definire e comparare due o più comunità vegetali. I 10 indici individuati da Landolt variano su una scala da 1 a 10 con il valore aggiuntivo "X" al quale si ricorre per le specie vegetali indifferenti alle condizioni relative ad un particolare indice. Per questo studio sono stati

utilizzati i seguenti 8 indici aggiornati da Landolt nel 2010 (Landolt, et al., 2010):

- **Indice di Temperatura (T)**, esprime un gradiente che va dalle specie di clima freddo, delle zone boreali e delle montagne (1) a specie di clima caldo mediterraneo (5) (Tabella 3). Sulle Alpi i valori bassi vengono attribuiti a specie distribuite ad elevate altitudini mentre valori alti identificano specie che vivono ad altitudini minori.

<b>Piani altitudinali</b>	<b>Valore T</b>
<b>Alpino e nivale</b>	<b>1</b>
<b>Basso alpino, subalpino superiore</b>	<b>1,5</b>
<b>Subalpino</b>	<b>2</b>
<b>Subalpino inferiore e montano superiore</b>	<b>2,5</b>
<b>Montano</b>	<b>3</b>
<b>Montano inferiore e collinare superiore</b>	<b>3,5</b>
<b>Collinare</b>	<b>4</b>
<b>Collinare caldo</b>	<b>4,5</b>
<b>Collinare molto caldo</b>	<b>5</b>

*Tabella 1 - Indice di Temperatura (T)*

- **Indice di Umidità del suolo (F)**, varia in base al valore medio di umidità del suolo, da suoli aridi con poca umidità (1) a suoli inondati (5) (Tabella 4).

<b>Tipi di suolo</b>	<b>Valore F</b>
<b>Molto secco</b>	<b>1</b>
<b>Secco</b>	<b>1,5</b>
<b>Moderatamente secco</b>	<b>2</b>
<b>Fresco</b>	<b>2,5</b>
<b>Moderatamente umido</b>	<b>3</b>
<b>Umido</b>	<b>3,5</b>
<b>Molto umido</b>	<b>4</b>
<b>Bagnato</b>	<b>4,5</b>
<b>Immerso</b>	<b>5</b>

*Tabella 2 - Indice di Umidità del suolo (F)*

- **Indice di Areazione (D)**, riguarda il grado di areazione del substrato quindi varia da suoli ben areati come rocce scogliere e muri (1) a suoli poco areati quali suoli sabbiosi (3), limosi (4) e argillosi (5) (Tabella 5). In sintesi questo indice quantifica l'ossigeno presente nel suolo.

Quantità di aria	Valore D
Cattiva areazione	1
Areazione moderata	3
Buona areazione	5

Tabella 3 - Indice di areazione (D)

- **Indice di Continentalità (K)**, è fondato sulla cronologia delle specie indagate variando da specie oceaniche delle coste atlantiche (1) che comprendono climi umidi, esposti a nord e con ricco strato di neve, a specie continentali (5) che crescono in valli alpine centrali situate su versanti esposti a sud quindi facilmente sgombri da neve (Tabella 6).

Clima	Valore K
Oceanico	1
Suboceanico	2
Da suboceanico a subcontinentale	3
Sucontinentale	4
Continentale	5

Tabella 4 - Indice di continentalità (K)

- Indice di pH (R), si basa principalmente sulla reazione ionica del suolo ed è compreso tra substrati molto acidi quindi poveri di basi (1) a substrati alcalini quindi basici, ricchi di basi (5) (Tabella 7).

Tipi di suolo	Valore R
Estremamente acido pH da 2,5 a 5,5	1
Acido pH da 3,5 a 6,5	2
Da debolmente acido a debolmente basico pH da 4,5 a 7,5	3
Neutro o alcalino pH da 5,5 a 8,5	4
Da alcalino a estremamente alcalino pH da 6,5 a 8,5	5

Tabella 5 - Indice di pH (R)

- Indice di Humus (H), valuta la quantità di humus nella rizosfera e varia da suoli poveri con poca sostanza organica morta (1) a suoli ricchi in humus definiti pingui (5) (Tabella 8).

Contenuto in Humus	Valore H
Poco Humus o 0 Humus	1
Contenuto moderato in Humus	3
Alto contenuto in Humus	5

Tabella 6 - Indice di Humus (H)

- Indice di Nitrofilia (N) indica il contenuto di azoto assimilabile e in secondo luogo di fosforo nel suolo. Varia da suoli molto poveri in azoto (1) a suoli con eccesso di azoto. (Tabella 9)

Tipi di suolo	Valore N
Altamente non fertile	1
Non fertile	2
Mediamente non fertile/mediamente fertile	3
Fertile	4
Molto fertile o troppo ricco di nutrienti	5

Tabella 7 - Indice di nitrofilia (N)

- Indice di Luminosità (L), varia da specie che vivono in situazioni di piena ombra in sottoboschi chiusi dette sciafile (1) ad altre che vivono in situazioni di piena luce in aperta campagna dette eliofile (5). Questo indice quantifica l'intensità media di luce che la pianta riceve in base al tipo di habitat nella quale è inserita (Tabella 10).

Tipo di luogo	Valore L
Pienamente ombroso	1
Ombroso	2
Semi ombroso	3
Ben illuminato	4
Pienamente illuminato	5

Tabella 8 - Indice di luminosità (L)

Sommati i valori di ogni indice di tutte le specie presenti nella stazione è stata calcolata la media tenendo in considerazione la percentuale di copertura, così facendo è stato ottenuto un valore medio per tutti i rilievi molto utile per confrontare due o più comunità. Inoltre, per verificare quanto ogni valore si allontanasse dalla media, è stata calcolata la deviazione standard.

## 4. RISULTATI

### 4.1 Fonti bibliografiche

In questa sezione vengono presentati i risultati dell'analisi bibliografica condotta per il presente studio. L'analisi bibliografica ha avuto l'obiettivo di identificare e raccogliere tutte le fonti rilevanti relative all'argomento di ricerca, con lo scopo di costruire un quadro teorico solido e completo. Le fonti individuate sono state selezionate sulla base di criteri specifici, tra cui

la rilevanza scientifica, la pertinenza rispetto al tema trattato e la qualità dei contenuti. Di seguito viene fornito un elenco dettagliato delle fonti bibliografiche selezionate, accompagnato da una breve descrizione del contenuto e della rilevanza di ciascuna fonte rispetto alla ricerca svolta.

Di seguito l'elenco delle fonti bibliografiche raccolte e consultate:

1. [Pedrotti, La distribuzione della *Linnaea borealis* L. nel Trentino-Alto Adige con nuove stazioni per il Tentino, 1963]. Descrive varie stazioni di *L. borealis* in Val di Tovel e in altre valli del Trentino;
2. [Chesnel, *La conquête végétale des champs de blocs de la Vallée de Tovel et de l'Alta Vallesinell (groupe de la Brenta, Trentin)*, 1954]. Tratta della Val di Tovel, la sua morfologia e le sue formazioni geologiche che permettono ad un certo tipo di vegetazione di instaurarsi;
3. [Aeschmann, *Flora Alpina*, 1995]. Contiene la descrizione morfologica di *Linnaea b.* nonché la sua distribuzione sulle Alpi;
4. [Steinecke, *Wie das Moosglöckchen zu seinem Namen kam - Geschichten und Gedanken zum 300. Geburtstag von Carl von Linné. Teil 1*, 2007]. Tratta di *L. borealis* descrivendone morfologia e caratteristiche.
5. [Pignatti, *Flora d'Italia*, 2017]. Descrive *L. borealis* morfologicamente;
6. [Kikowska, *Application of temporary immersion system RITA® for efficient biomass multiplication and production of artificial seeds for ex situ conservation of *Linnaea borealis* L.*, 2022]. Descrive la distribuzione mondiale di *L. borealis* inoltre tratta le caratteristiche delle varie sottospecie presenti;
7. [Sito internet del Parco Nazionale Adamello Brenta]. Fornisce informazioni generali sulle particolarità geologiche e biologiche del Parco;
8. [*Acta plantarum*]. Contiene tutte le descrizioni morfologiche, biologiche e corologiche di ogni specie vegetale, inoltre ne fornisce una mappa di distribuzione a livello italiano.

Questo elenco evidenzia non solo l'ampiezza della letteratura esaminata infatti oltre a documenti cartacei reperiti grazie alle biblioteche, sono stati consultati vari documenti scientifici nei portali Internet. Seppur non sia facile rinvenire documenti che trattano di *L. borealis*, questo elenco fornisce un solido fondamento per le successive analisi e discussioni.

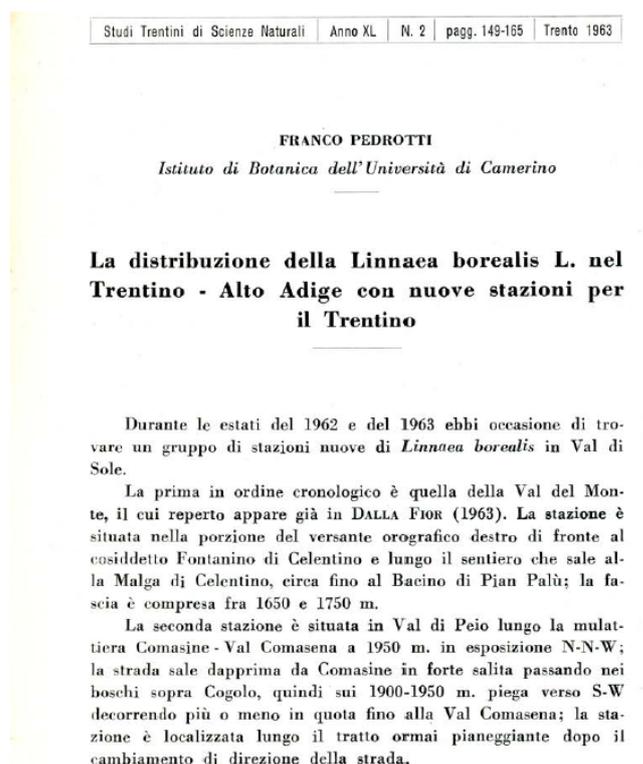


Figura 14 - Pagina iniziale dello studio svolto da Pedrotti nel 1963

## 4.2 Comunità vegetali

In Val di Tovel sono state identificate, sommando le specie dell'indagine svolta da Pedrotti con quelle identificate nei nuovi rilievi del 2024, ben 109 specie vegetali. Attraverso la *cluster analysis* è stato prodotto il dendrogramma (Fig.15) il quale evidenzia cinque cluster principali: A (ripartito in A1 e A2), il cluster B, C, D ed E. Sull'asse delle ordinate troviamo il grado di

analogie/differenze tra Cluster che va da 0.0 (massima uguaglianza) a 1.2 (massima differenza).

Vengono riportate di seguito le caratteristiche delle tipologie di vegetazione evidenziate nel dendrogramma.

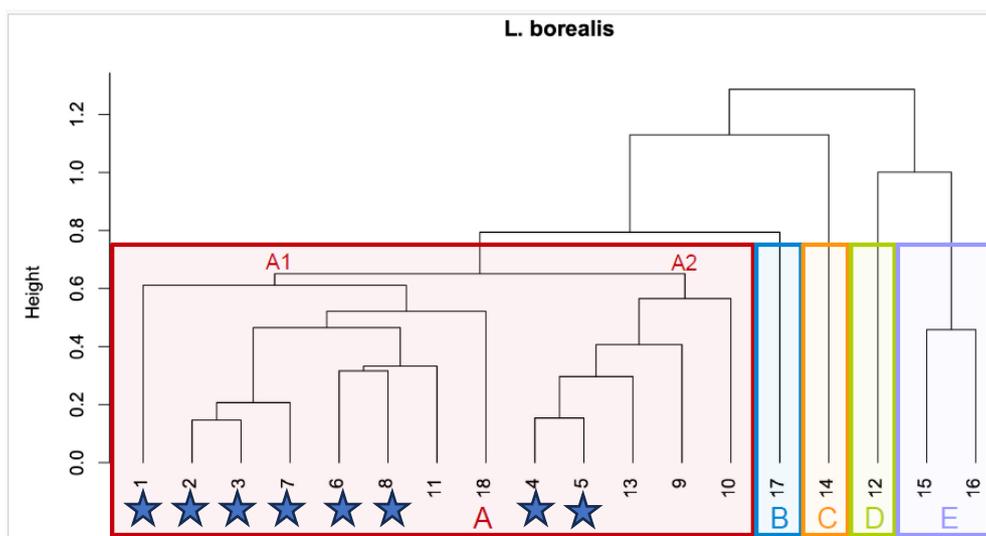


Figura 15 - Dendrogramma della Val di Tovel restituito dalla cluster analysis (la stella contrassegna i rilievi svolti da Pedrotti) (Pedrotti, 1963)

#### 4.2.1 Cluster A1 - Pecceta con sottobosco ad ericacee con presenza di *Paris quadrifolia* e *Rhododendron hirsutum*.



Figura 16 - Cluster A1 si tratta di una pecceta con sottobosco di ericacee (Fonte: Ravanelli G.)

Il Cluster A1 comprende 8 rilievi fitosociologici 1, 2, 3, 7, 6, 8, 11 e 18 e sono state identificate 78 specie. I primi 6 rilievi furono svolti da Pedrotti nel 1963 (Pedrotti, 1963) mentre i rilievi 11 e 18 (Figure 21 e 22) sono stati fatti nell'estate del 2024 allo scopo di integrare quelli già presenti e poter svolgere questo elaborato. Tutti i rilievi ad eccezione del 18 sono caratterizzati dalla presenza di linnea. In tutti i rilievi si nota una forte presenza di mirtillo nero sempre associato al mirtillo rosso con prevalenza di mirtillo nero, inoltre sono tutti accumulati dalla presenza di abete rosso nello strato arboreo.

Osservando lo spettro corologico (Fig.17) del Cluster A1 notiamo che circa il 30% delle specie presenti sono Europee e che il 20% sono Circumboreali. L'8% sono Artico-Alpine e circa l'11% Eurosiberiane.

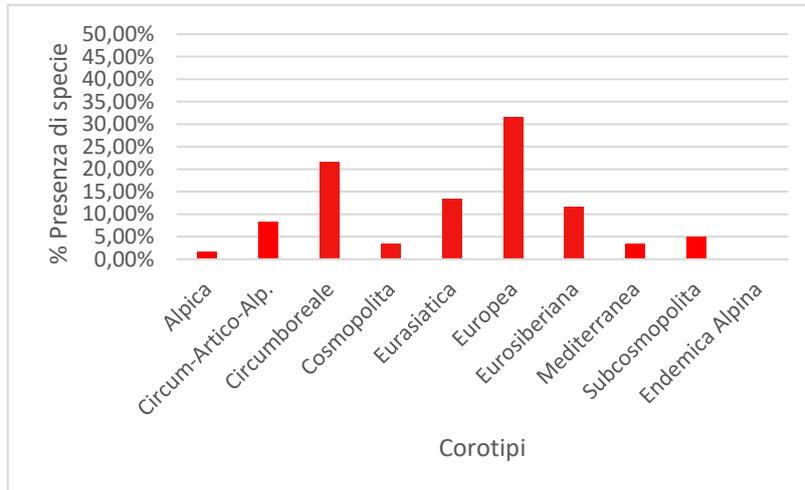


Figura 17 - Spettro corologico A1

Osservando lo spettro biologico (Fig.18-19) si può notare che il 33% delle specie presenti sono emicriptofite delle quali il 15% cespitose, il 3% rosulate e il 15% arboree. Il 25% fanerofite delle quali l'8% cespitose, il 15% arboree e il 2% lianose. Il 18% geofite delle quali il 15% rizomatose e il 3% bulbose. Le camefite rappresentano il 13% delle quali il 5% reptanti, il 4% fruticose e il 4% suffruticose. La percentuale rimanente è composta da nanofanerofite 6% e terofite 1%.

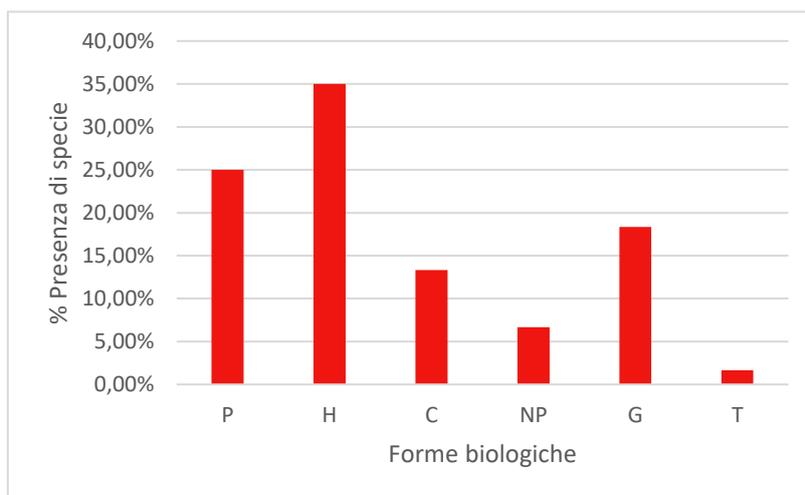


Figura 18 - Spettro biologico generale A1. P, fanerofite; H, emicriptofite; C, camefite; NP, nanofanerofite; G, geofite; T, terofite;

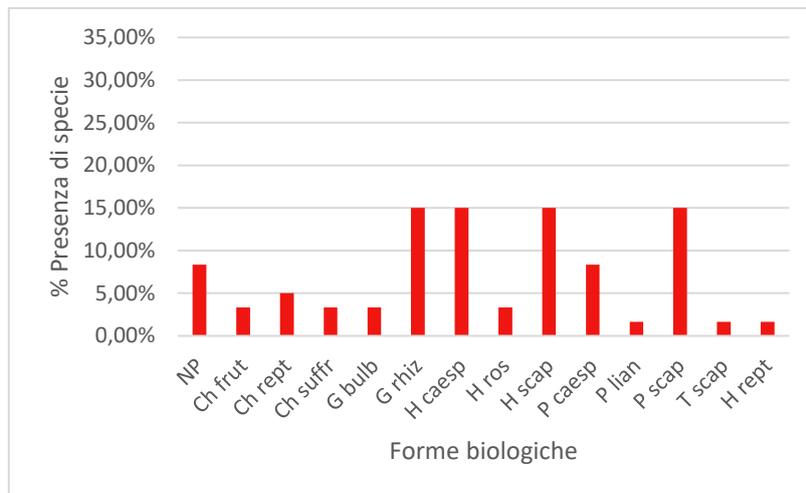


Figura 19 - Spettro biologico specifico A1

Per quanto riguarda l'analisi ecologica (Fig.20), è emerso che il valore medio dell'indice T è  $2,03 \pm 0,27$  ciò indica che la comunità vegetale del Cluster A1 ha esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano subalpino. Il valore di K ( $2,68 \pm 0,33$ ) indica invece che la comunità vegetale esige clima suboceanico. La vegetazione di questo cluster predilige elevato ombreggiamento ( $L= 2,54 \pm 0,55$ ) e suolo umido ( $F= 2,71 \pm 0,44$ ). Dal valore dell'indice R emerge che la fitocenosi esige suoli acidi ( $R= 1,91 \pm 0,57$ ) e poveri di nutrienti ( $N= 1,74 \pm 0,46$ ), inoltre la comunità vegetale predilige suoli poco areati ( $D= 1,87 \pm 0,27$ ) e con un contenuto moderato di humus ( $H= 3,78 \pm 0,50$ ). Di seguito viene riportato l'ecogramma (Fig.19) rappresentante i vari valori degli indici di Landolt per il Cluster A1. Ispezionando la Valle, grazie all'esperto conoscitore del territorio Ferruccio Valentini, è stato possibile individuare un'ulteriore zona la quale è caratterizzata dalla presenza di linnea ma della quale il Museo Civico di Rovereto non era ancora a conoscenza e quindi non mappata. La zona corrisponde al rilievo numero 11 il quale è stato inserito in mappa e nel quale sono stati fatti i rilievi fitosociologici. (Fig.21)

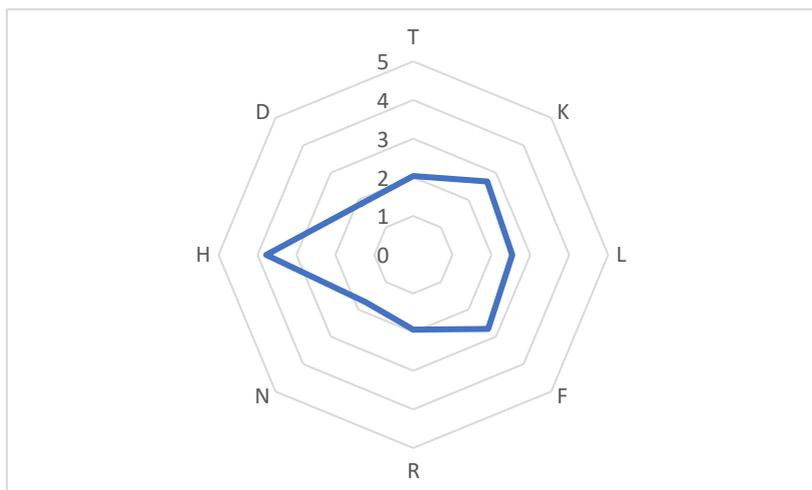


Figura 20 - Valori degli indici di Landolt per il Cluster A1



Figura 21 - Rilievo 11 (Fonte: Ravanelli G.)



Figura 22 - Rilievo 18 (Fonte: Ravanelli G.)

Per finire, in aggiunta ai dati precedentemente mappati dal Museo Civico di Rovereto, è stato creato il nuovo punto che contrassegna la stazione descritta in questo elaborato. Lo *shapefile* è stato inviato al parco e in questo elaborato non verrà inserita la mappa delle stazioni rinvenute per tutelare la specie rara.

#### 4.2.2 Cluster A2 - Pecceta con sottobosco ad ericacee con presenza di *Pirola rotundifolia* e *Rhododendron ferrugineum*.



Figura 23 - Cluster A2 si tratta di pecceta con sottobosco di ericacee (Fonte: Ravanelli G.)

Il Cluster A2 comprende 5 rilievi fitosociologici 4, 5, 13, 9, 10, e sono state identificate 62 specie. I primi 2 rilievi furono effettuati da Pedrotti nel 1963 (Pedrotti, 1963) mentre i rilievi 9, 10 e 13 (Fig.28, 29 e 30) sono stati fatti nell'estate del 2024 allo scopo di integrare quelli già presenti e poter svolgere questo elaborato. Tutti i rilievi sono caratterizzati dalla presenza di linnea. In tutti i rilievi si nota una forte presenza di mirtillo nero sempre associato al mirtillo rosso con prevalenza di quest'ultimo rispetto al mirtillo nero, inoltre sono tutti accumulati dalla presenza di abete rosso.

Osservando lo spettro corologico (Fig.24) del Cluster A2 notiamo che circa il 39% delle specie presenti sono Europee, il 19% Eurasiatiche e che il 23% sono Circumboreali. Il 4% sono Artico-Alpine, circa l'11% Eurosiberiane e il 4% Endemiche delle Alpi.

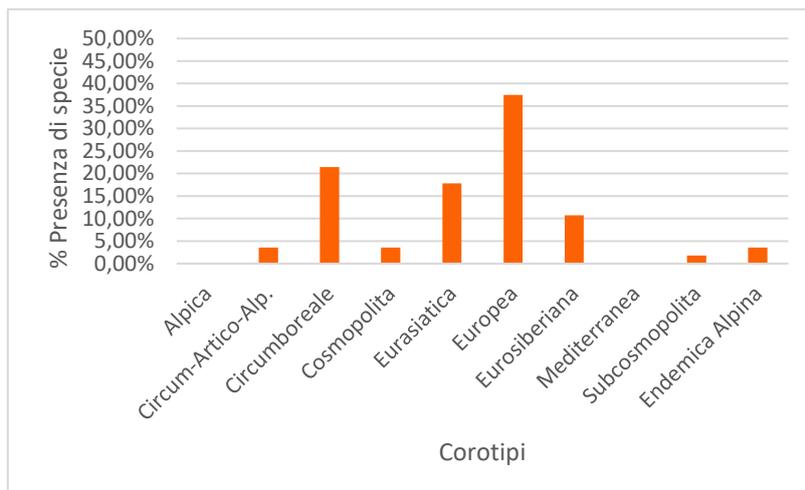


Figura 24 - Spettro corologico A2

Osservando lo spettro biologico (Fig.25-26) si può notare che il 38% delle specie presenti sono emicriptofite delle quali il 16% cespitose, il 4% rosulate e il 18% arboree. Il 27% sono fanerofite delle quali il 9% cespitose, il 16% arboree il 2% lianose. Il 13% geofite delle quali il 9% rizomatose e il 4% bulbose. Il 18% sono camefite delle quali il 5% reptanti, il 7% fruticose e il 6% suffruticose. La percentuale rimanente è composta da nanofanerofite 3% e terofite 1%.

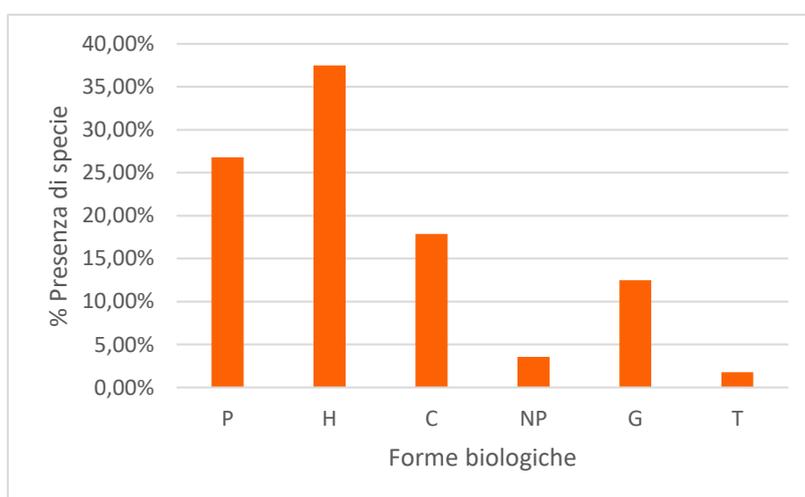


Figura 25 - Spettro biologico generale A2. P, fanerofite; H, emicriptofite; C, camefite; NP, nanofanerofite; G, geofite; T, terofite;

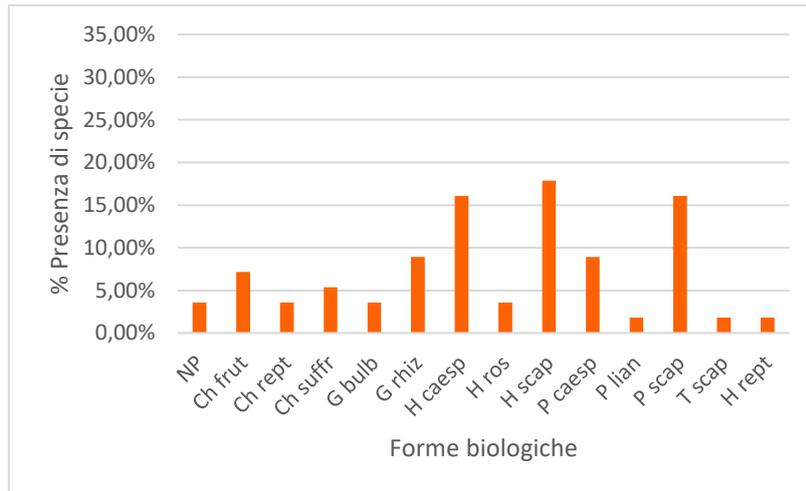


Figura 26 - Spettro biologico specifico A2

Per quanto riguarda l'analisi ecologica (Fig. 27), è emerso che il valore medio dell'indice T è  $2,05 \pm 0,54$  ciò indica che la comunità vegetale del Cluster A2 ha esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano subalpino. Il valore di K ( $2,69 \pm 0,75$ ) indica invece che la comunità vegetale esige clima suboceanico. La vegetazione di questo Cluster predilige ombreggiamento ( $L= 2,55 \pm 0,72$ ) e suolo umido ( $F= 2,36 \pm 0,58$ ). Dal valore dell'indice R emerge che la fitocenosi esige suoli acidi ( $R= 1,96 \pm 0,92$ ) e poveri di nutrienti ( $N= 1,79 \pm 0,58$ ), inoltre la comunità vegetale predilige suoli moderatamente areati ( $D= 2,14 \pm 0,50$ ) e con un contenuto moderato di humus ( $H= 3,34 \pm 0,56$ ). Di seguito viene riportato l'ecogramma (Fig.27) rappresentante i vari valori degli indici di Landolt per il Cluster A2.



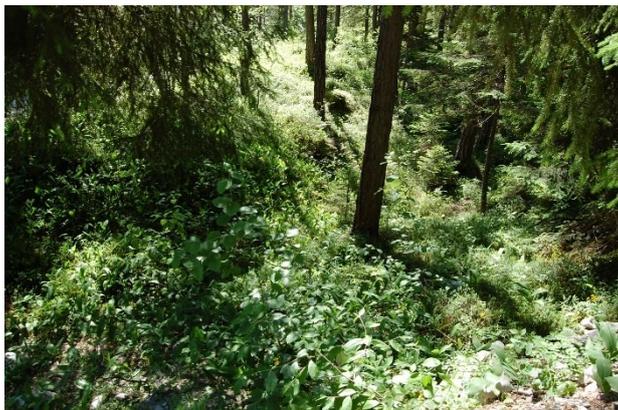
Figura 27 - Valori degli indici di Landolt per il Cluster A2



*Figura 28 - Rilievo 9 (Fonte: Ravanelli G.)*



*Figura 29 - Rilievo 10 (Fonte: Ravanelli G.)*



*Figura 30 - Rilievo 13 (Fonte: Ravanelli G.)*

### 4.2.3 Cluster B - Piceo-abieteteto



Figura 31 - Cluster B si tratta di un Piceo-abieteteto (Fonte: Ravanelli G.)

Il Cluster B comprende un rilievo fitosociologico (cod.17) e sono state identificate 27 specie. Il rilievo 17 (Fig.31) è stato fatto nell'estate del 2024 allo scopo di poter svolgere questo elaborato. Questo Cluster è caratterizzato dall'assenza di linnea. Si nota una forte presenza di abete bianco associato abete rosso. Osservando lo spettro corologico (Fig.32) del Cluster B notiamo che circa il 39% delle specie presenti sono Europee, il 31% Eurasiatiche e che il 24% sono Circumboreali. Il 3% Eurosiberiane e il 3% Endemiche delle Alpi.

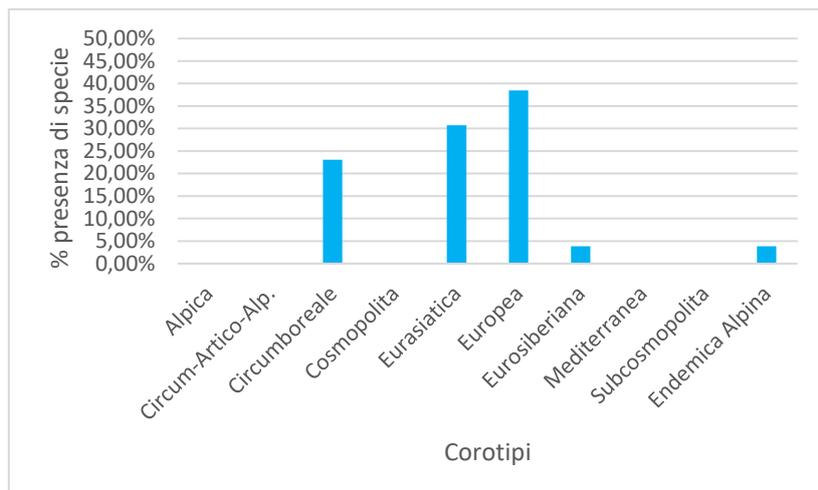


Figura 32 - Spettro corologico B

Osservando lo spettro biologico (Fig.33 e 34) si può notare che il 42% delle specie presenti sono emicriptofite delle quali il 30% sono arboree e il 12% cespitose. Il 16% fanerofite arboree, il 31% geofite rizomatose e il 4% camefite fruticose. La percentuale rimanente è composta da nanofanerofite 4% e terofite 3%.

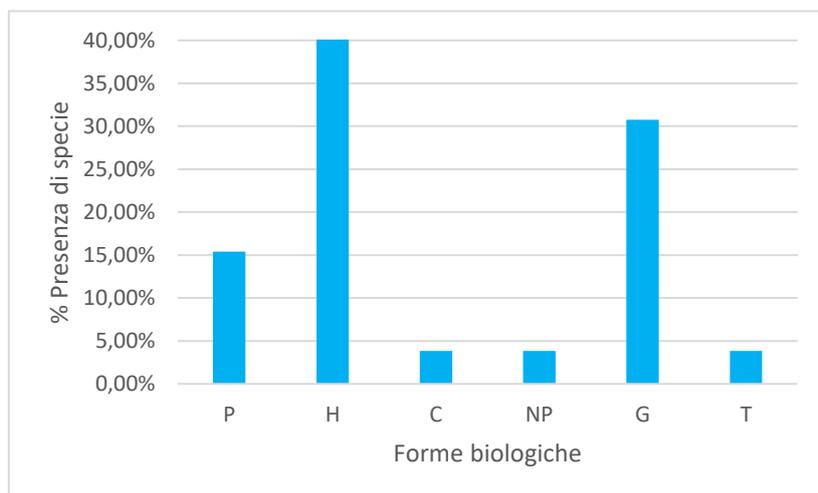


Figura 33 - Spettro biologico generale B. P, fanerofite; H, emicriptofite; C, camefite; NP, nanofanerofite; G, geofite; T, terofite;

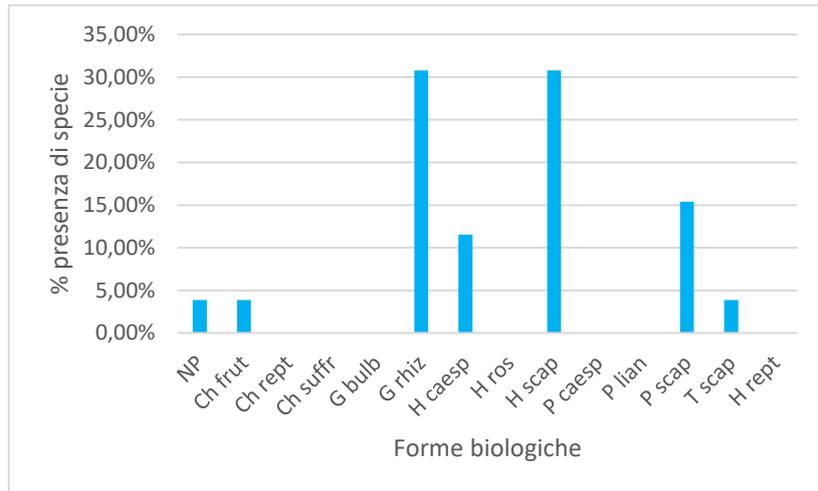


Figura 34 - Spettro biologico specifico B

Per quanto riguarda l'analisi ecologica, è emerso che il valore medio dell'indice T è 2,45, ciò indica che la comunità vegetale del Cluster B ha esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano subalpino inferiore. Il valore di K (2,44) indica invece che la comunità vegetale esige clima suboceanico. La vegetazione di questo Cluster predilige ombreggiamento (L= 2,72) e suolo molto umido (F= 3,68). Dal valore dell'indice R emerge che la fitocenosi esige suoli neutri (R= 3,69) e poveri di nutrienti (N= 2,82), inoltre la comunità vegetale predilige suoli moderatamente areati (D= 1,89) e con un contenuto moderato di humus (H= 3,01). Di seguito viene riportato l'ecogramma (Fig.35) rappresentante i vari valori degli indici di Landolt per il Cluster B.

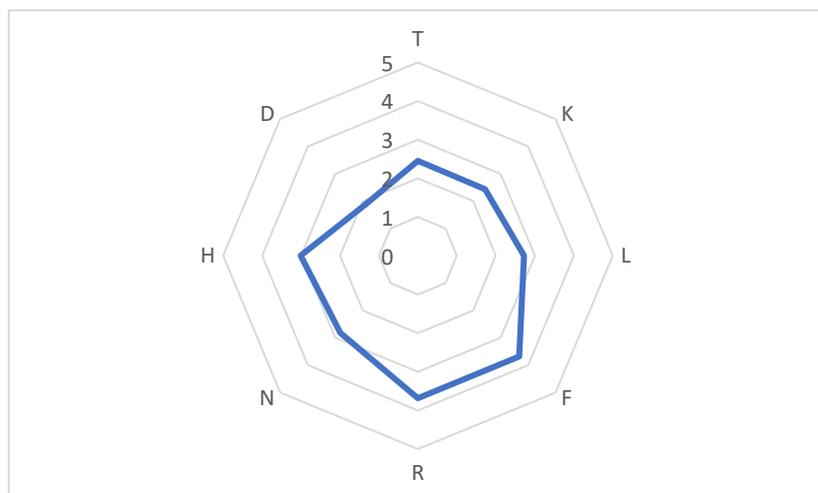


Figura 35 - Valori indici di Landolt per il Cluster B

#### 4.2.4 Cluster C - Mugheta con sottobosco di ericacee



*Figura 36 - Cluster C si tratta di una mugheta con sottobosco di ericacee (Fonte: Ravanelli G.)*

Il Cluster C comprende un rilievo fitosociologico 14 e sono state identificate 19 specie. Il rilievo 14 (Fig.36) è stato fatto nell'estate del 2024. Questo Cluster è caratterizzato dall'assenza di linnea. Si nota una predominanza di pino mugo e di mirtillo rosso.

Osservando lo spettro corologico (Fig.37) del Cluster C notiamo che circa il 42% delle specie presenti sono Europee, il 16% Eurasiatiche, che il 27% sono Circumboreali e il 15% Eurosiberiane.

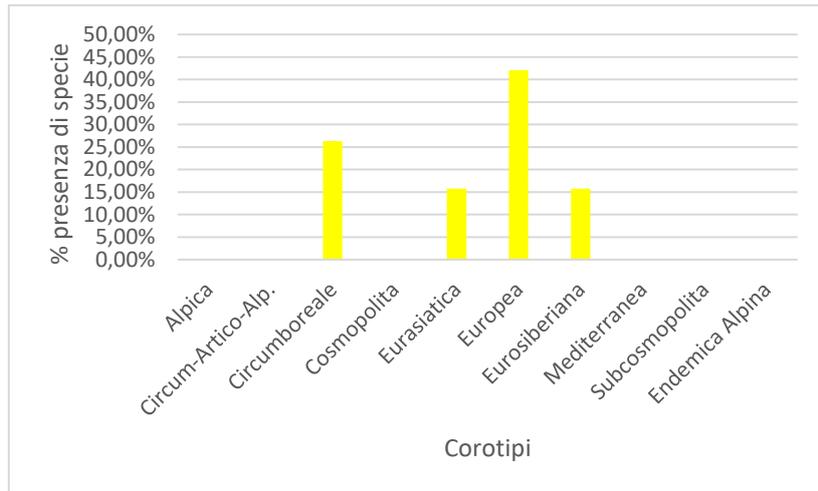


Figura 37 - Spettro corologico C

Osservando lo spettro biologico (Fig.38 e 39) si può notare che il 27% delle specie presenti sono emicriptofite delle quali l'11% sono arboree, il 5% rosulate e l'11% cespitose. Il 37% fanerofite di cui il 16% cespitose e il 21% arboree. Il 5% geofite rizomatose e il 26% camefite di cui il 21% fruticose e il 6% suffruticose. La percentuale rimanente è composta da terofite 5%.

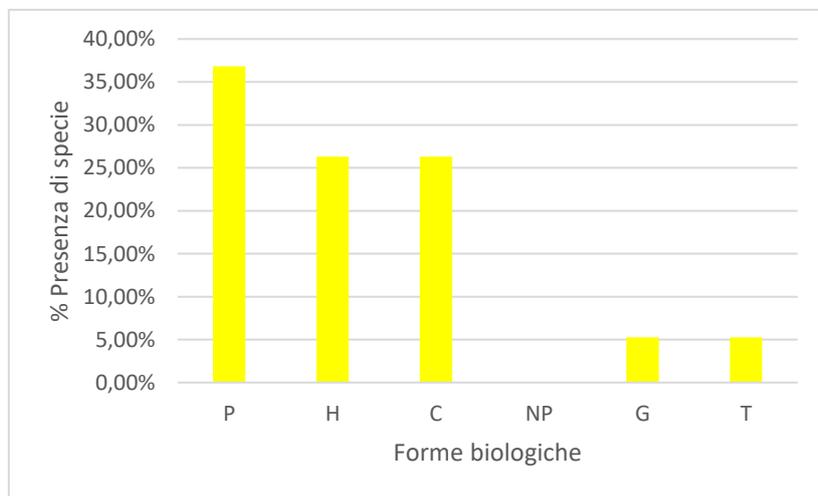


Figura 38 - Spettro biologico generale C. P, fanerofite; H, emicriptofite; C, camefite; NP, nanofanerofite; G, geofite; T, terofite;

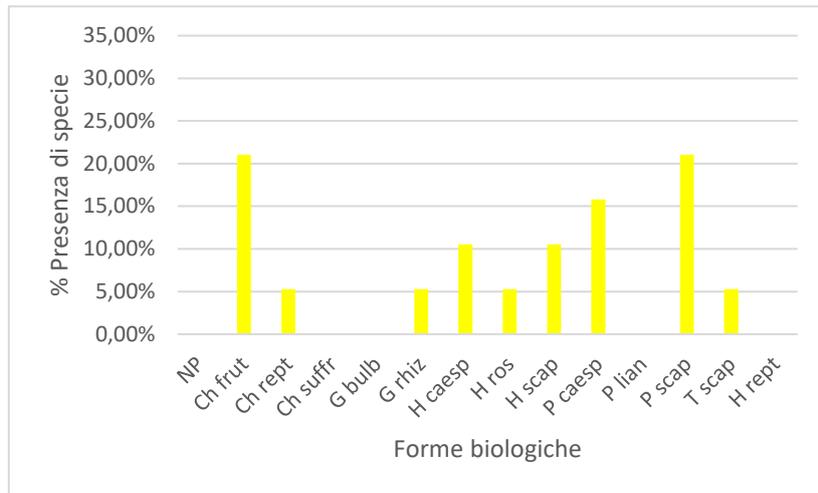


Figura 39 - Spettro biologico specifico C

Per quanto riguarda l'analisi ecologica, è emerso che il valore medio dell'indice T è 2,48 ciò indica che la comunità vegetale del Cluster C ha esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano subalpino inferiore. Il valore di K (3,03) indica invece che la comunità vegetale esige clima suboceanico/subcontinentale. La vegetazione di questo Cluster predilige semi-ombreggiamento (L= 3,01) e suolo fresco (F= 2,58). Dal valore dell'indice R emerge che la fitocenosi esige suoli estremamente acidi (R= 1,33) e poveri di nutrienti (N= 2,10), inoltre la comunità vegetale predilige suoli moderatamente areati (D= 2,87) e con alto contenuto di humus (H= 4,69). Di seguito viene riportato l'ecogramma (Fig.40) rappresentante i vari valori degli indici di Landolt per il Cluster C.

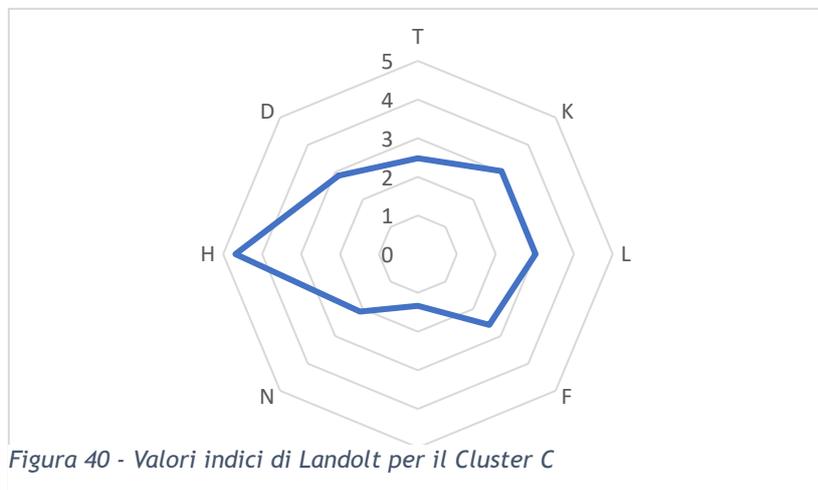


Figura 40 - Valori indici di Landolt per il Cluster C

#### 4.2.5 Cluster D - Mugheta con sottobosco di ericacee



*Figura 41 - Cluster D si tratta di una mugheta con sottobosco di ericacee (Fonte: Ravanelli G.)*

Il Cluster D comprende un rilievo fitosociologico (cod.12) e sono state identificate 28 specie. Il rilievo 12 (Fig.41) è stato fatto nell'estate del 2024. Questo Cluster è caratterizzato dalla presenza di linnea. La percentuale di copertura in questo caso è molto bassa (0,5% di copertura totale del soprasuolo), inoltre si è notato come in questa stazione linnea sia confinata solamente in punti specifici sulle sommità di massi ciclopici i quali potrebbero mantenere più fresco il sottosuolo rispetto ad altre zone. Il sottobosco è composto principalmente da pino mugo e di erica carnea.

Osservando lo spettro corologico (Fig.42) del Cluster D notiamo che circa il 39% delle specie presenti sono Europee e che il 22% sono Circumboreali. Il 9% sono Artico-Alpine e circa il 13% Eurosiberiane. Il 4% sono Alpine e il 13% Eurasiatiche.

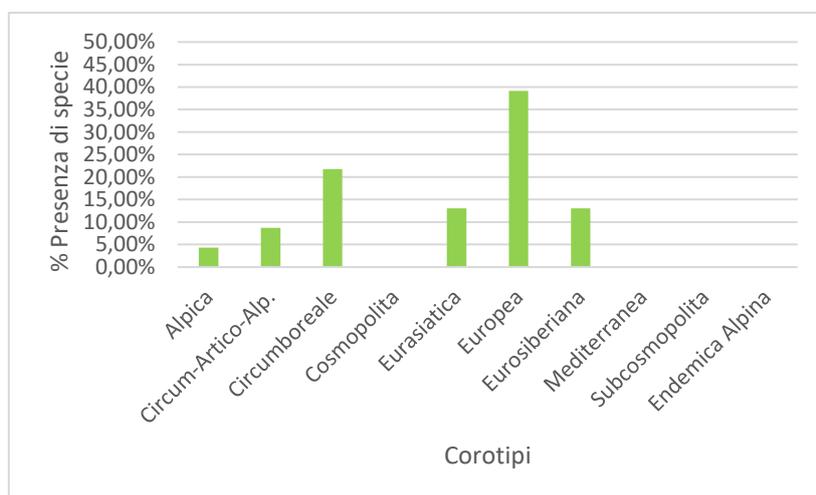


Figura 42 - Spettro corologico D

Osservando lo spettro biologico (Fig.43 e 44) si può notare che il 18% delle specie presenti sono emicriptofite arboree. Il 34% sono fanerofite delle quali il 12% cespitose, il 18% arboree il 4% lianose. Il 5% sono geofite rizomatose. Il 26% sono camefite delle quali il 4% reptanti, il 13% fruticose e il 9% suffruticose. La percentuale rimanente è composta da nanofanerofite 13% e terofite 4%.

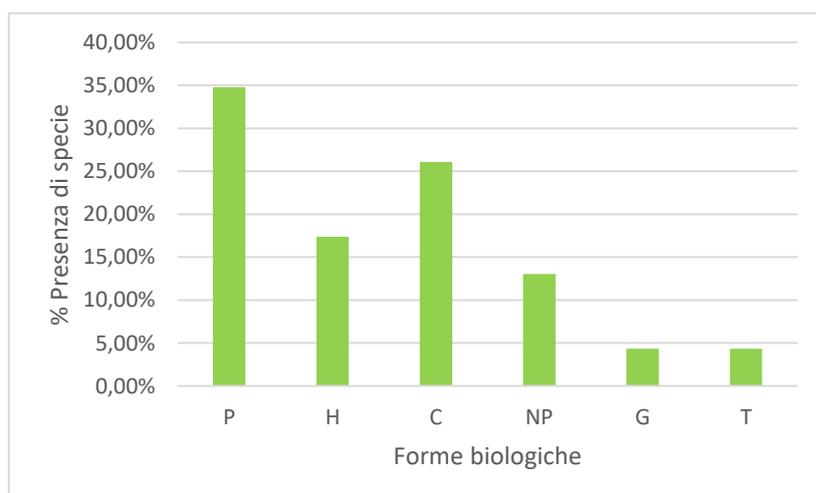


Figura 43 - Spettro biologico generale D. P, fanerofite; H, emicriptofite; C, camefite; NP, nanofanerofite; G, geofite; T, terofite;

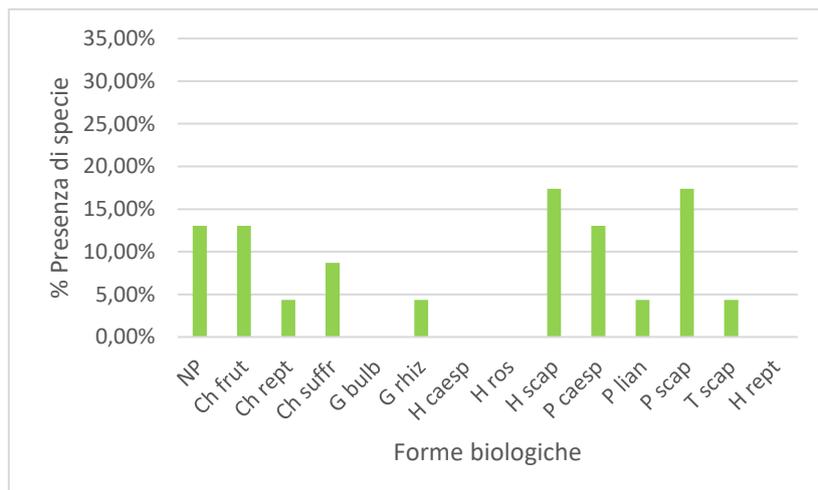


Figura 44 - Spettro biologico specifico D

Per quanto riguarda l'analisi ecologica, è emerso che il valore medio dell'indice T è 2,29 ciò indica che la comunità vegetale del Cluster D ha esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano subalpino. Il valore di K (3,24) indica invece che la comunità vegetale esige clima suboceanico/subcontinentale. La vegetazione di questo Cluster predilige ombreggiamento (L= 2,24) e suolo moderatamente umido (F= 2,81). Dal valore dell'indice R emerge che la fitocenosi esige suoli debolmente basici (R= 3,46) e poveri di nutrienti (N= 2,57), inoltre la comunità vegetale predilige suoli moderatamente areati (D= 2,70) e con alto contenuto di humus (H= 4,45). Di seguito viene riportato l'ecogramma (Fig.45) rappresentante i vari valori degli indici di Landolt per il Cluster D.

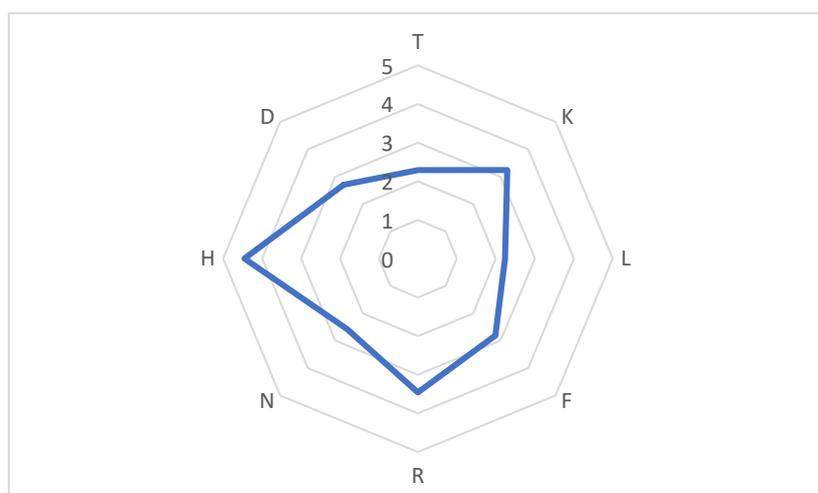


Figura 45 - Valori indici di Landolt per il Cluster D

#### 4.2.6 Cluster E - Bosco misto con abete rosso, abete bianco, pino silvestre e faggio con sottobosco di mughetto ed erica carnea.



*Figura 46 - Cluster D si tratta di un bosco misto con abete rosso, abete bianco, pino silvestre e faggio con sottobosco di mughetto ed erica carnea. Nello specifico si tratta del rilievo 15. (Fonte: Ravanelli G.)*

Il Cluster E comprende 2 rilievi fitosociologici 15 e 16 e sono state identificate 26 specie. Entrambi i rilievi (Figure 46 e 51) sono stati fatti nell'estate del 2024 allo scopo di integrare quelli già presenti e poter svolgere questo elaborato. Tutti e due sono caratterizzati dall'assenza di linnea. In tutti i rilievi si nota una predominanza di erica carnea sempre associato al mughetto, inoltre sono tutti accumulati dalla presenza di abete rosso, abete bianco e pino silvestre.

Osservando lo spettro corologico (Fig.47) del Cluster E notiamo che circa il 48% delle specie presenti sono Europee e che il 12% sono Circumboreali. Il 20% sono Eurasiatiche e il 4% Cosmopolite. Il 4% sono Mediterranee e il 12% Eurosiberiane.

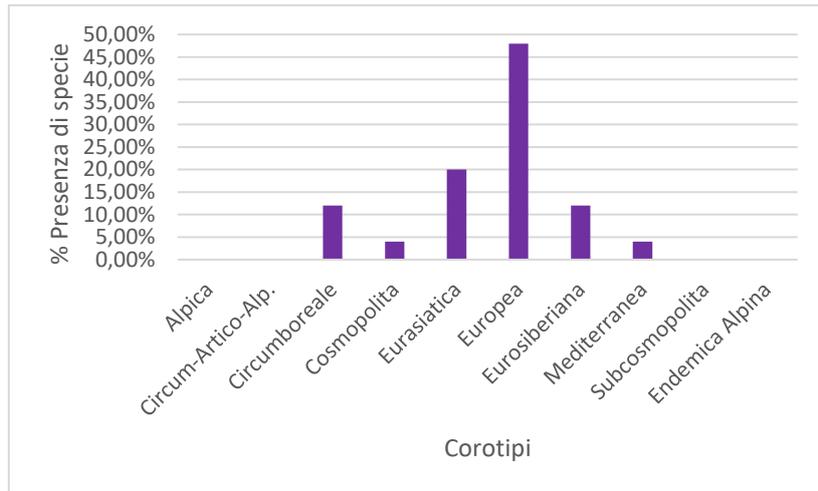


Figura 47 - Spettro corologico E

Osservando lo spettro biologico (Fig.48 e 49) si può notare che il 32% delle specie presenti sono emicriptofite di cui il 16% cespitose, il 12% arboree e il 4% reptanti. Il 32% fanerofite delle quali l'8% cespitose e il 24% arboree. Il 5% geofite rizomatose. Il 16% camefite delle quali il 4% reptanti, il 12% fruticose e il 4% suffruticose. La percentuale rimanente è composta da nanofanerofite 4% e terofite 4%.

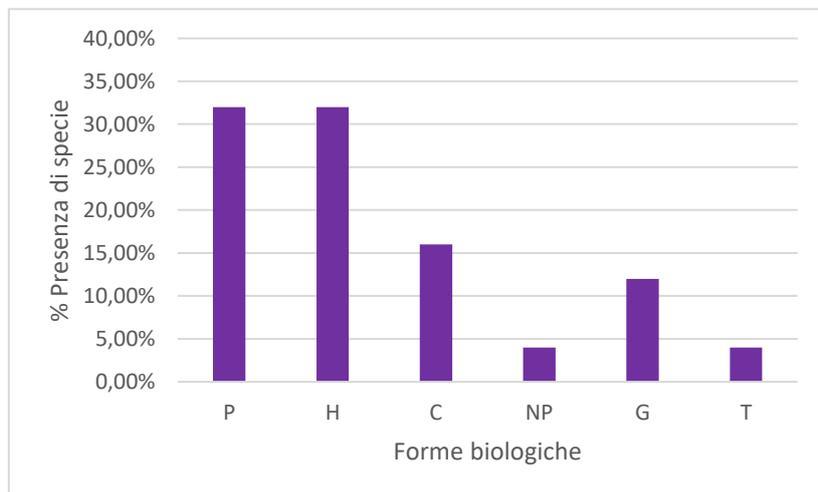


Figura 48 - Spettro biologico generale E. P, fanerofite; H, emicriptofite; C, camefite; NP, nanofanerofite; G, geofite; T, terofite;

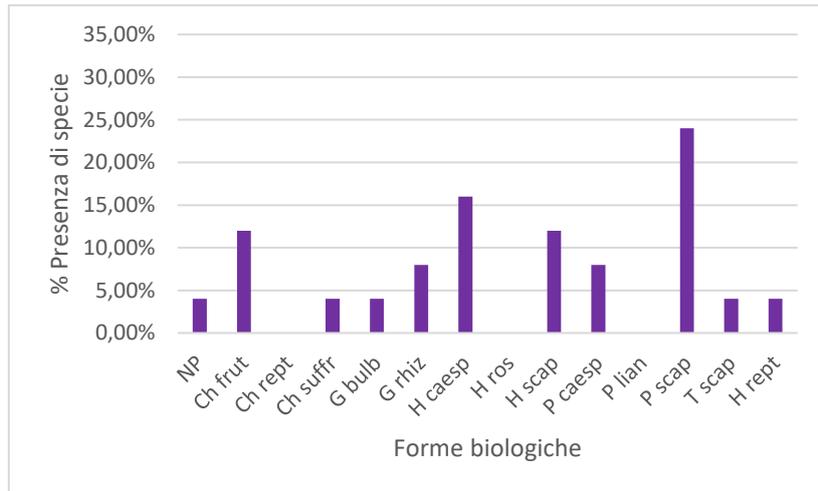


Figura 49 - Spettro biologico specifico E

Per quanto riguarda l'analisi ecologica, è emerso che il valore medio dell'indice T è  $2,31 \pm 0,11$  ciò indica che la comunità vegetale del Cluster E ha esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano subalpino. Il valore di K ( $3,64 \pm 0,06$ ) indica invece che la comunità vegetale esige clima suboceanico. La vegetazione di questo Cluster predilige semi-ombreggiamento ( $L= 3,22 \pm 0,37$ ) e suolo fresco ( $F= 2,47 \pm 0,17$ ). Dal valore dell'indice R emerge che la fitocenosi esige suoli neutri ( $R= 3,77 \pm 0,34$ ) e poveri di nutrienti ( $N= 2,17 \pm 0,11$ ), inoltre la comunità vegetale predilige suoli moderatamente areati ( $D= 2,64 \pm 0,09$ ) e con un contenuto alto di humus ( $H= 4,06 \pm 0,47$ ). Di seguito viene riportato l'ecogramma (Fig.50) rappresentante i vari valori degli indici di Landolt per il Cluster D.

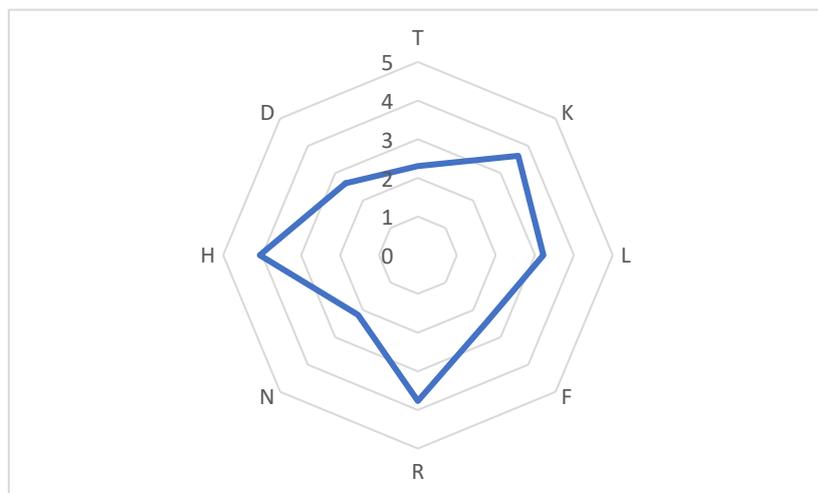


Figura 50 - Valori indici di Landolt per il Cluster E



*Figura 51 - Rilievo 16 (Foto: Ravanelli G.)*

### 4.3 Confronto tra Cluster

Osservando il grafico rappresentante tutti gli spettri corologici dei Cluster (Fig.52), emerge che, per ogni Cluster, la maggior parte delle specie presenti è di origine Europea. Inoltre in ogni Cluster sono presenti specie di origine Eurosiberiana e Circumboreale. Nei Cluster in cui è stata verificata la presenza di *L. borealis* (Cluster A1, A2 e D) si riscontrano specie di origine Circum-Artico-Boreali quali *Alnus alnobetula*, *Bistorta vivipara*, *Clematis alpina* e *Lonicera carulea*, cosa che non accade per gli altri Cluster.

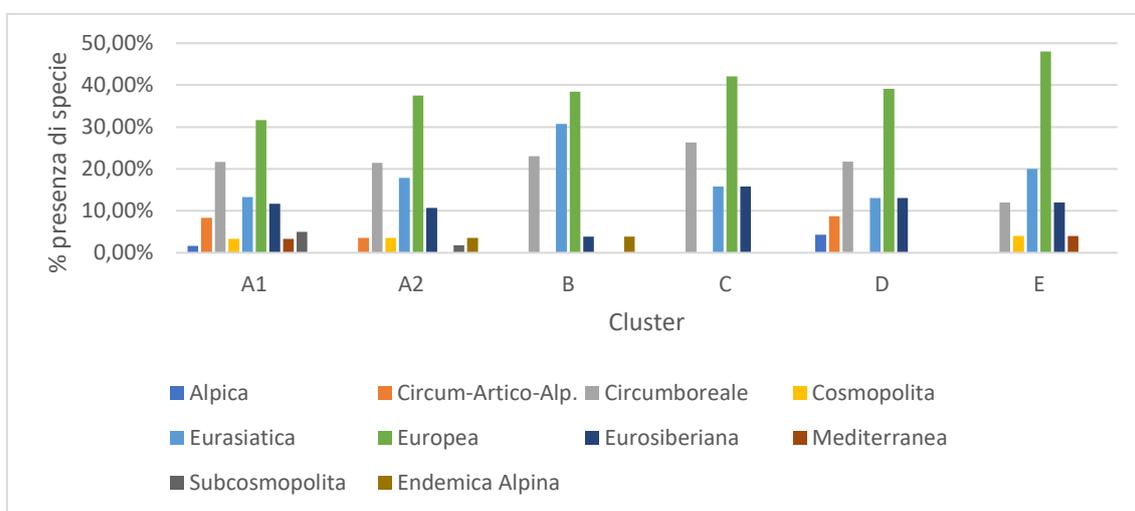


Figura 52 - Spettri corologici dei Cluster a confronto

Confrontando gli spettri ecologici del Cluster (Fig.53 e 54), si evidenzia il fatto che le specie emicriptofite arboree risultano quelle maggiormente presenti nei Cluster A1 (15%), A2 (18%) e B (31%) mentre per i Cluster C, D ed E la percentuale più alta è ricoperta dalle fanerofite arboree, rispettivamente il 21%, 18% e 24%. Il Cluster C è caratterizzato dall'assenza di nanofanerofite.

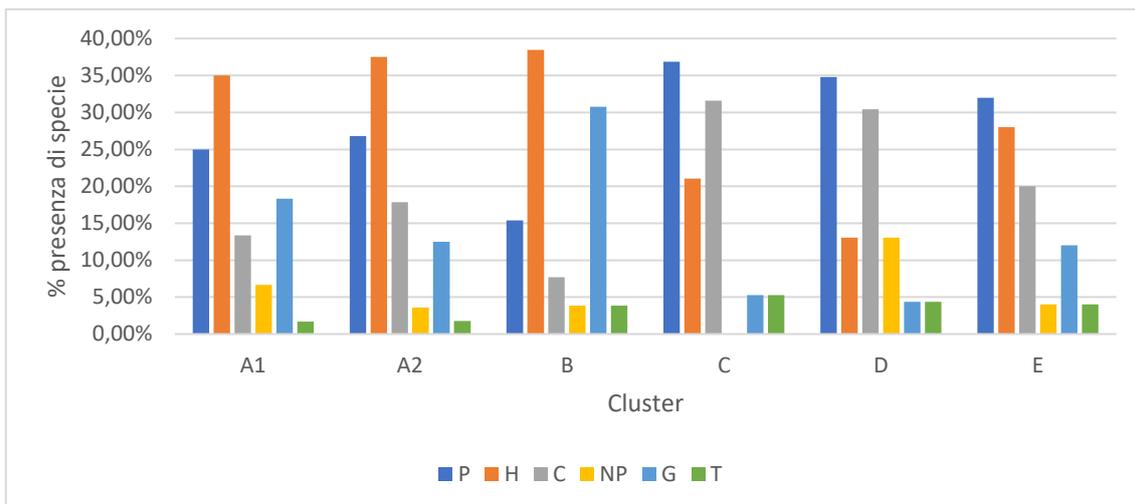


Figura 53 - Spettri biologici generali dei Cluster a confronto. P, fanerofite; H, emicriptofite; C, camefite; NP, nanofanerofite; G, geofite; T, terofite;

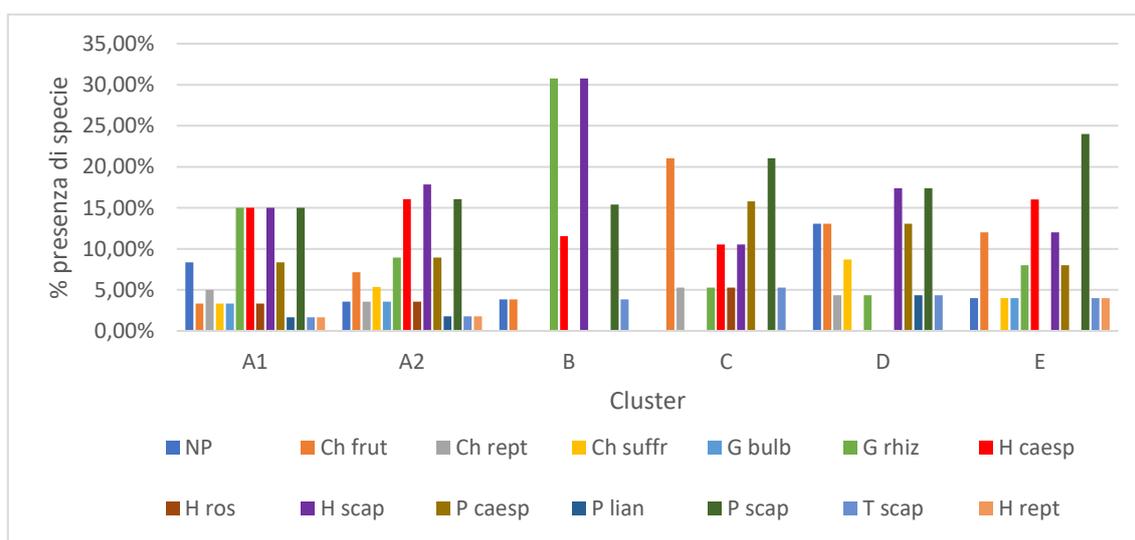


Figura 54 - Spettri biologici specifici dei Cluster a confronto.

La visualizzazione grafica permette di evidenziare le differenze e le similitudini tra i vari Cluster, facilitando una comprensione più immediata delle dinamiche ecologiche in atto.

Dall'analisi del grafico (Fig.55) emerge chiaramente che per ogni Cluster il valore dell'indice T si attesta intorno al 2, suggerendo che le comunità vegetali dei Cluster hanno esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano subalpino. Questo dato indica che i Cluster in esame si trovano in un ambiente caratterizzato da temperature medie più basse e da una vegetazione adattata a condizioni climatiche più severe, tipiche delle zone subalpine.

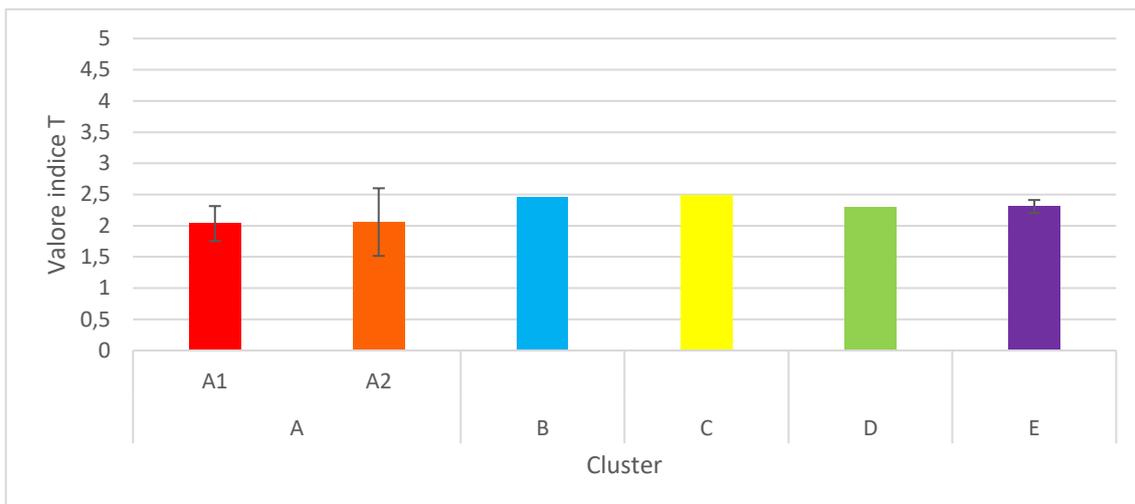


Figura 55 - Confronto tra valori dell'indice T medio dei Cluster.

Osservando il grafico (Fig.56) si può notare che per ogni Cluster il valore dell'indice K si attesta intorno al 3, suggerendo che le comunità vegetali dei Cluster esigono clima suboceanico.

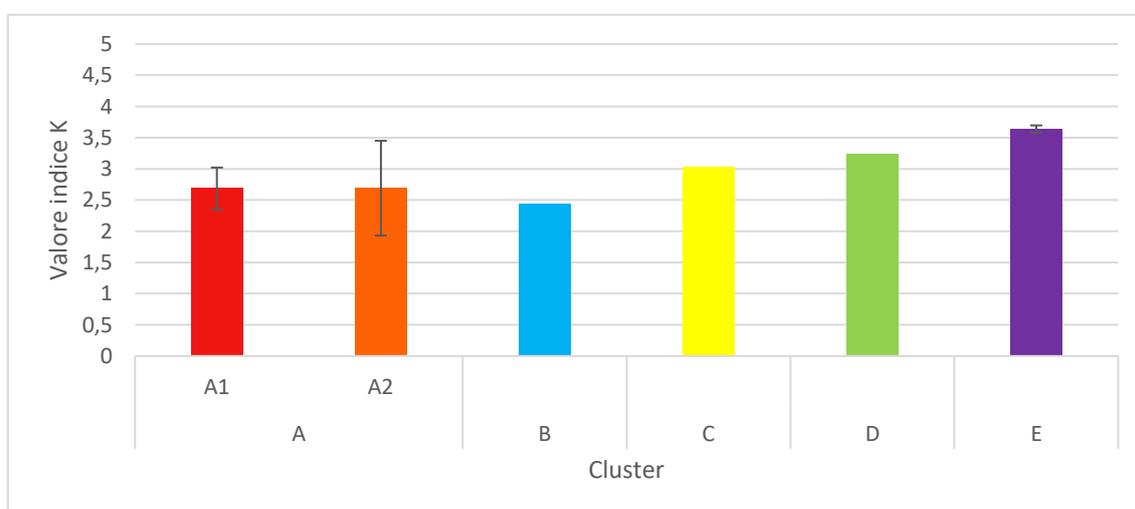


Figura 56 - Confronto tra valori dell'indice K medio dei Cluster.

Confrontando i valori degli indici L ed F medi di Landolt di ogni Cluster (Fig.57 e 58), emerge come la vegetazione di tutti i Cluster prediliga ombreggiamento e suolo umido. Si denota che, principalmente le comunità vegetali dei Cluster caratterizzati dalla presenza di *L. borealis* (A1, A2 e D) esigono elevato ombreggiamento e suolo umido.

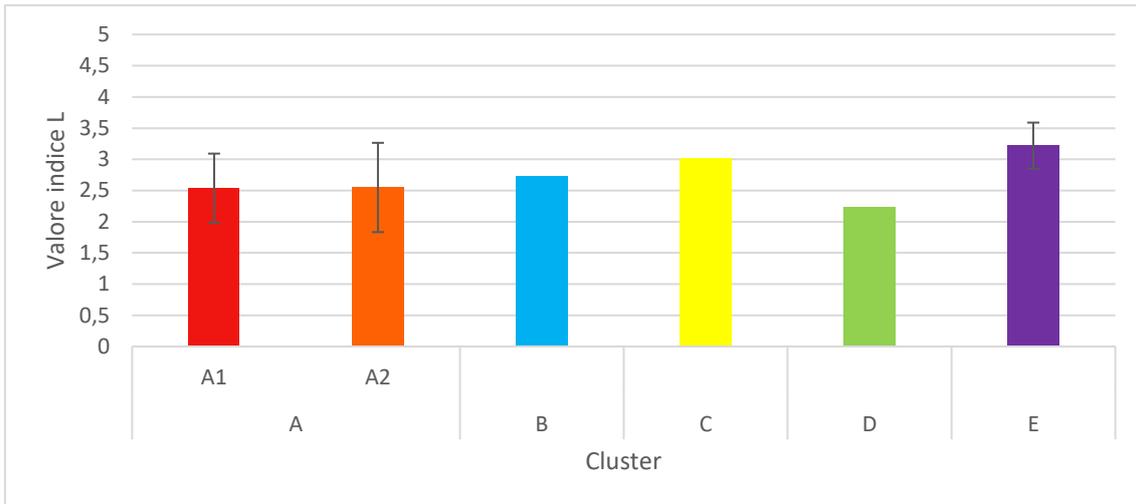


Figura 57 - Confronto tra valori dell'indice L medio dei Cluster

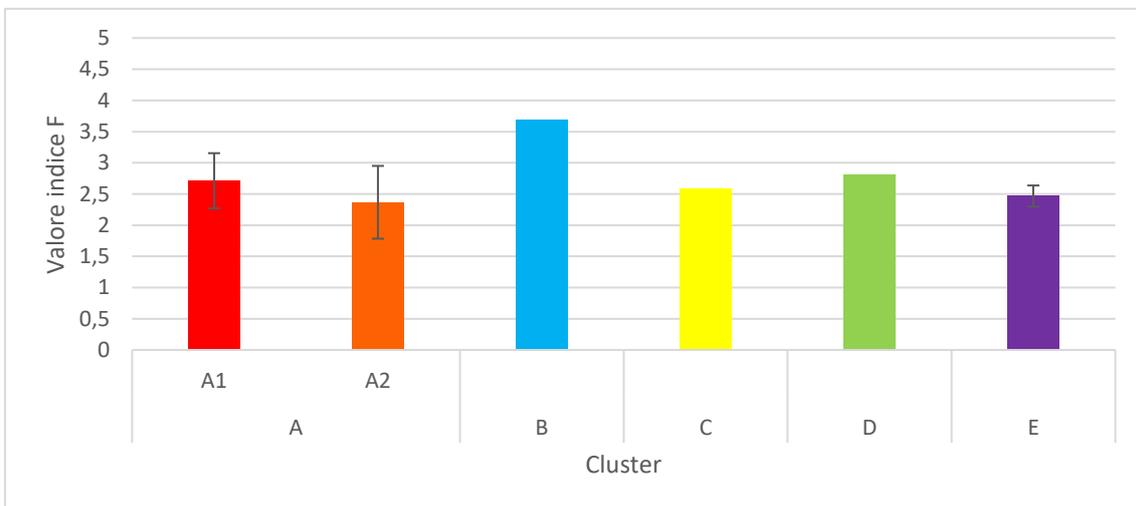


Figura 58 - Confronto tra valori dell'indice L medio dei Cluster

Confrontando i valori degli indici R ed N medi di Landolt di ogni Cluster (Fig.59 e 60), emerge come la fitocenosi dei Cluster A1 e A2 (con *L. borealis*), esige suoli acidi e poveri di nutrienti. La vegetazione dei Cluster B, D ed E predilige suoli debolmente acidi comunque sempre poveri in nutrienti. La fitocenosi del Cluster C invece esige un suolo fortemente acido e povero in nutrienti.

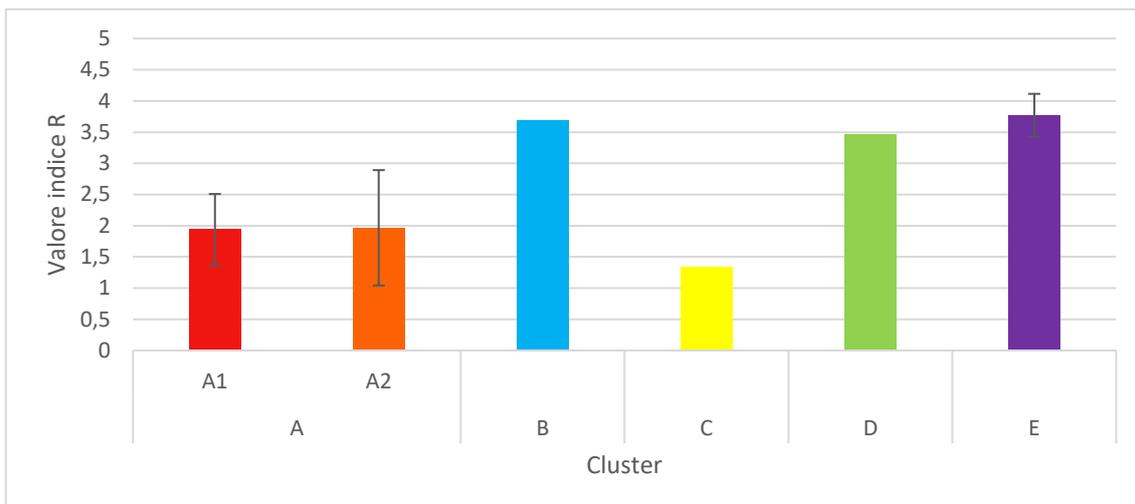


Figura 59- Confronto tra valori dell'indice R medio dei Cluster

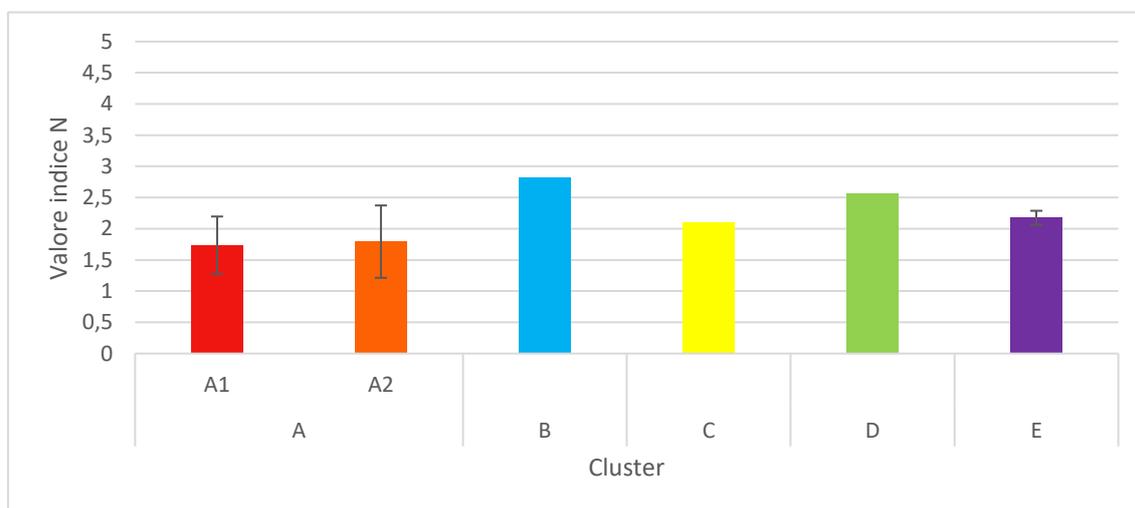


Figura 60 - Confronto tra valori dell'indice N medio dei Cluster

Confrontando i valori degli indici H e D medi di Landolt di ogni Cluster (Fig.61 e 62), emerge come la comunità vegetale dei Cluster A1 e A2 (con *L. borealis*) e B esige suoli poco areati e con un contenuto moderato di humus. La vegetazione dei Cluster C, D ed E predilige suoli moderatamente areati e con un alto contenuto di humus.

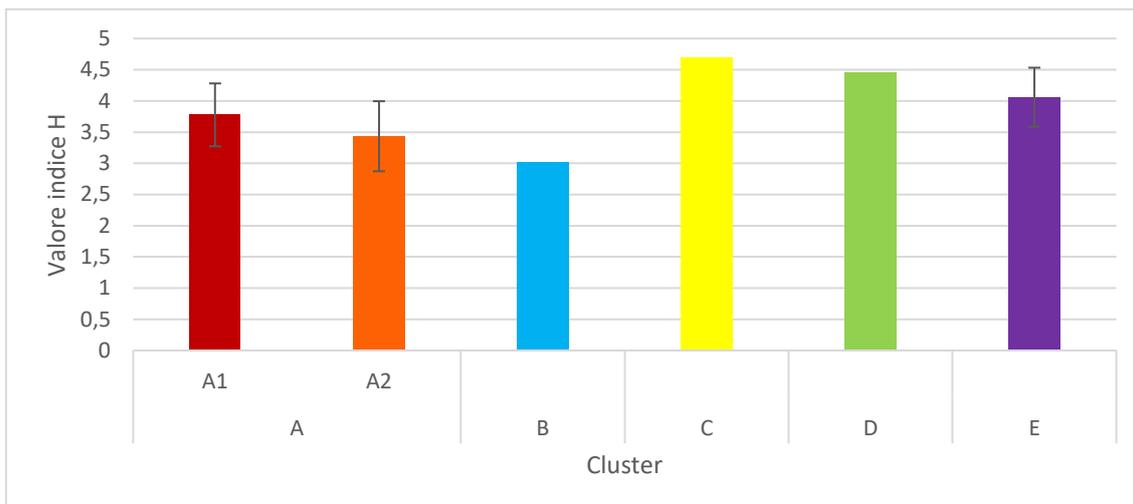


Figura 61 - Confronto tra valori dell'indice H medio dei Cluster

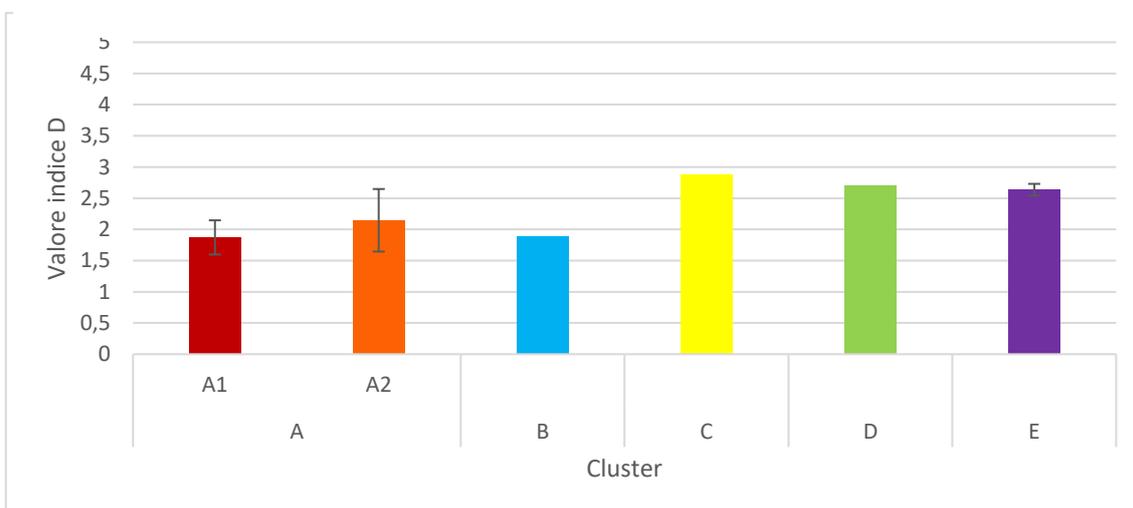


Figura 62 - Confronto tra valori dell'indice D medio dei Cluster

## 4.4 Briofite

In base ai dati di letteratura (Pedrotti 1963) si riportano di seguito le principali briofite presenti nelle comunità vegetali ove cresce linnea in Trentino (Cortini, 2013), con una loro descrizione e i relativi valori di bioindicazione di Landolt et al. (2010):

#### 4.4.1 *Dicranum scoparium* (L.) Hedw.



Figura 63 - - *Dicranum scoparium* (*Acta Plantarum*)



Figura 64 - *Dicranum scoparium* (*Acta Plantarum*)

#### Descrizione morfologica

*Dicranum scoparium* presenta piante con fusto dritto, alto fino a 10 cm, non ramificato o con scarse ramificazioni. Il feltro alla base del fusto può variare dal color bianco a quello bruno. Le foglie sono sottili, lunghe e piatte, con una punta a forma di lesina, marcatamente seghettante da metà in poi. Gli steli delle capsule sono singoli, robusti, rosso-bruni. La specie comprende una moltitudine di forme. Predilige ambienti con humus acido, nei boschi e nelle brughiere, anche su tronchi d'albero e rocce. Specie diffusa e frequente ovunque. Forma tipici tappeti brillanti, da verde a verde brunastri (Jahns, 1995).

#### Ecologia

Per quanto riguarda l'indice di temperatura, secondo Landolt, (Landolt, et al., 2010) questa specie viene inserita nel piano montano e il clima a lei assegnato spazia da suboceanico a subcontinentale. Predilige luoghi ombrosi e terreni moderatamente secchi e poco fertili ma con un alto contenuto di humus.

T	K	L	F	R	N	H
3	3	3	2	x	1	5

Tabella 11 - Valori indici di Landolt per *Dicranum scoparium*

#### 4.4.2 *Hylocomium splendens* Hedw.



Figura 65 - *Hylocomium splendens* (Fonte: Acta plantarum)



Figura 66 - *Hylocomium splendens* (Fonte: Acta plantarum)

#### Descrizione morfologica

*Hylocomium splendens* presenta piante lunghe dai 10 ai 20 cm che variano dal colore verde giallo fino a verde oliva, rilucenti, con struttura frondosa, bi o tripennate. I rami laterali sono posti tutti sullo stesso piano. Il fusto invece è rosso con escrescenze pelose. Il germoglio dell'anno successivo nasce dalla parte posteriore della pianta e sviluppandosi si piega al di sopra di questa. I cuscinetti vecchi, dunque, appaiono disposti su più piani. Le foglie sono ovali, con lunga punta spesso alquanto sinuosa e piegata all'apice, con bordo fogliare seghettato a nervatura corta e doppia. Questa specie è diffusa ovunque e predilige boschi, brughiere e paludi dal terreno acido, formando cuscini particolarmente estesi (Jahns, 1995).

#### Ecologia

Landolt (Landolt, et al., 2010), attribuisce a questa specie un valore 3 per quanto riguarda l'indice di temperatura, questo va ad indicare la sua appartenenza al piano montano mentre il clima a lei assegnato spazia da suboceanico a subcontinentale. Predilige luoghi ombrosi e terreni moderatamente umidi, altamente non fertili ma con un alto contenuto di humus e con valori di pH da 3,5 a 6,5.

T	K	L	F	R	N	H
3	3	3	3	2	1	5

Tabella 12 - Valori indici di Landolt per *Hylocomium splendens*

#### 4.4.3 *Pleurozium schreberi* (Willd.) Mittl.



Figura 67 - *Pleurozium schreberi* (Fonte: *Acta plantarum*)



Figura 68 - *Pleurozium schreberi* (Fonte: *Acta plantarum*)

#### Descrizione morfologica

*Pleurozium schreberi* presenta rami pennati e sciolti mentre lo stelo è di color rosso brillante il quale lo si può notare attraverso le foglie traslucide. Le foglie sono lunghe circa 2-2,5 mm, sono ovali, concave e presentano una punta larga e smussata inoltre avvolgono lo stelo. Le capsule sono rare in questa specie. Questa specie predilige boschi aperti, brughiere e torbiere (Godfrey, 2010).

#### Ecologia

Facendo riferimento agli indici di Landolt (Landolt, et al., 2010), questa specie viene tipicamente assegnata al piano subalpino ed a un clima che varia da suboceanico a subcontinentale. Predilige luoghi ombrosi e terreni moderatamente umidi, altamente non fertili ma con un alto contenuto di humus e con valori di pH da 3,5 a 6,5.

T	K	L	F	R	N	H
2	3	3	3	2	1	5

Tabella 13 - Valori indici di Landolt per *Pleurozium schreberi*

#### 4.4.4 *Polytrichum alpinum* Hedw.



Figura 69 - *Polytrichum alpinum* Hedw. (Fonte: Acta plantarum)



Figura 70 - *Polytrichum alpinum* Hedw. (Fonte: Acta plantarum)

#### Descrizione morfologica

*Polytrichum alpinum* presenta piante alte fino a 20 cm aggregate a formare tappeti erbosi radi. Le foglie sono allungate e lanceolate, lunghe 7-10 mm, morbide di colore verde scuro, acutamente dentellate sui bordi. Le nervature fogliari sono fuoriuscenti e hanno l'aspetto di arista. Lo stelo della capsula è lungo 3-5 cm mentre le capsule sono ovali, non spigolose ed inclinate. Il coperchio della capsula è lungo, con al centro una prominenza appuntita disposta obliquamente. Questa specie è diffusa specialmente in alta montagna, dove cresce su humus e rocce umide (Jahns, 1995).

#### Ecologia

Facendo riferimento agli indici di Landolt (Landolt, et al., 2010), questa specie viene tipicamente assegnata al piano alpino e nivale ed a un clima che varia da suboceanico a subcontinentale. Predilige luoghi ben illuminati e terreni moderatamente umidi, altamente non fertili ma con un moderato contenuto di humus e con valori di pH da 4,5 a 7,5.

T	K	L	F	R	N	H
1	3	4	3	3	1	3

Tabella 14 - Valori indici di Landolt per *Polytrichum alpinum*

#### 4.4.5 *Polytrichum juniperium* Willd.



Figura 71 - *Polytrichum juniperium* Fonte: *Acta plautarum*)



Figura 72 - *Polytrichum juniperium* (Fonte: *Acta plantarum*)

#### Descrizione morfologica

*Polytrichum juniperium* presenta germogli eretti e non ramificati di 3-4 cm andando a creare estese chiazze aperte. Le foglie sono lunghe fino a 1 cm. Gli steli rossastri sono coperti da foglie verde grigio, equidistanti, con margini senza denti e una punta distintiva rosso-marrone. Una volta secchi, i margini delle foglie si arrotolano fortemente, le foglie invece si fletteranno e aderiranno allo stelo. In primavera le piante maschili sono molto evidenti, con le loro foglie modificate di un colore arancione rossastro brillante all'estremità dei germogli (Rumsey, 2010).

#### Ecologia

Per quanto riguarda l'indice di temperatura, secondo Landolt (Landolt, et al., 2010), questa specie viene inserita nel piano alpino nivale e il clima a lei assegnato spazia da suboceánico a subcontinentale. Predilige luoghi ben illuminati e terreni moderatamente umidi, altamente non fertili ma con un moderato contenuto di humus e con valori di pH da 4,5 a 7,5.

T	K	L	F	R	N	H
1	3	4	2	3	1	3

Tabella 15 - Valori indici di Landolt per *Polytrichum juniperium*

#### 4.4.6 *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.



Figura 73 - *Ptilium crista-castrensis*  
(Fonte: Acta plantarum)



Figura 74 - *Ptilium crista-castrensis* Fonte:Acta plantarum)

#### Descrizione morfologica

*Ptilium crista-castrensis* presenta piante ascendenti, in cuscini regolari, lunghe fino a 20 cm, con struttura a fronda, molto regolare e semplice, che ricorda le piume di struzzo, colore verde giallastro lucente. Le foglie hanno la punta falcata e incurvata e pieghe longitudinali, dentellate soltanto verso la punta. La nervatura fogliare è assente, raramente è corta o doppia. Le foglie sono lunghe 2-3 mm e ricadono sullo stelo. Cresce su terreni boschivi umidi, moderatamente acidi. Diffusa generalmente fino al limite superiore della vegetazione forestale ma non frequente (Jahns, 1995).

#### Ecologia

Landolt (Landolt, et al., 2010), attribuisce a questa specie un valore 3 per quanto riguarda l'indice di temperatura, questo va ad indicare la sua appartenenza al piano montano mentre il clima a lei assegnato spazia da suboceanico a subcontinentale. Predilige luoghi ombrosi e terreni moderatamente umidi, altamente non fertili ma con un alto contenuto di humus e con valori di pH da 3,5 a 6,5.

T	K	L	F	R	N	H
3	3	2	3	2	1	5

Tabella 16 - Valori indici di Landolt per *Ptilium crista-castrensis*

#### 4.4.7 *Rhacomitrium lanuginosum* (Ehdw.) Brid.



Figura 75 - *Rhacomitrium lanuginosum* (Fonte: Acta plantarum)



Figura 76 - *Rhacomitrium lanuginosum* (Fonte: Acta plantarum)

#### Descrizione morfologica

*Rhacomitrium lanuginosum* presenta piante lunghe 5-20 cm, ascendenti da una base coricata, grigio-verdi, in tappeti molto radi e spesso di grandi dimensioni. Le foglie sono lanceolate molto lunghe e sottili, dalla base larghe con all'estremità superiore un filamento di aspetto vetroso molto lungo, dentellato irregolarmente e ricadente dal bordo della foglia. Le foglie sono spesso ripiegate su di un lato. Si sviluppa su rocce povere di calcare e in paludi dove si forma la torba. Specie diffusa generalmente in montagna fino a 3700 m. In pianura compare solo in località con abbondanti precipitazioni atmosferiche (Jahns, 1995).

#### Ecologia

Facendo riferimento agli indici di Landolt (Landolt, et al., 2010), questa specie viene tipicamente assegnata al piano alpino e nivale ed a un clima che varia da suboceanico a subcontinentale. Predilige luoghi ombrosi e terreni moderatamente secchi, altamente non fertili ma con un moderato contenuto di humus e con valori di pH da 3,5 a ,5.

T	K	L	F	R	N	H
1		5	2	2		

Tabella 17 - Valori indici di Landolt per *Rhacomitrium lanuginosum*

#### 4.4.8 *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.



Figura 77 - *Rhytidiadelphus triquetrus* (Fonte: Acta plantarum)



Figura 78 - *Rhytidiadelphus triquetrus* (Fonte: Acta plantarum)

#### Descrizione morfologica

*Rhytidiadelphus triquetrus* presenta piante lunghe 10-20 cm, diritte, da verde smorto a verde giallo, con struttura ramificata simile a una fronda con pinne fogliari. Il fusto è di colore rosso. Le foglie sono ispide, sporgenti o leggermente ricurve all'indietro, ma non a forma di uncino, triangolari e molto larghe, con forti pieghe e due sottili nervature. Le foglie sono seghettate sull'intero perimetro. Cresce su terreno ricco di sostanze nutritive, nei boschi luminosi, nei prati e nelle brughiere. Questa specie è diffusa dalla pianura fino ai 2000 m di altitudine (Jahns, 1995).

#### Ecologia

Facendo riferimento agli indici di Landolt (Landolt, et al., 2010), questa specie viene tipicamente assegnata al piano montano e ad un clima che varia da suboceanico a subcontinentale. Predilige terreni moderatamente umidi, altamente non fertili ma con un contenuto moderato di humus e con valori di pH da 3,5 a 6,5.

T	K	L	F	R	N	H
3	3	x	3	X	1	3

Tabella 18 - Valori indici di Landolt per *Rhytidiadelphus triquetrus*

#### 4.4.9 Analisi ecologica delle briofite

Per quanto riguarda i Cluster A1 e A2 è stata svolta un'ulteriore analisi ecologica riguardante solamente le briofite identificate da Pedrotti (Pedrotti, 1963). Da questa analisi è stato possibile ricavare i grafici di seguito riportati e descritti.

Osservando il grafico rappresentante i valori medi dell'indice T per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2 (Fig. 79), emerge che, per entrambi i Cluster, che il valore medio dell'indice T è circa 3, ciò indica che le comunità di briofite del Cluster A1 e A2 hanno esigenze termiche che rispecchiano quelle del piano montano.

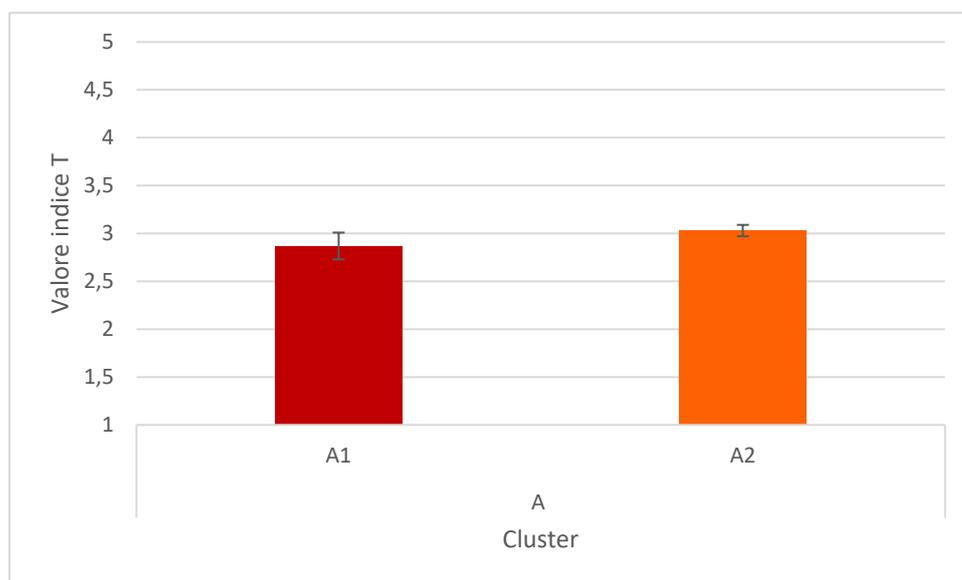


Figura 79 - Valori medi dell'indice T per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2

Osservando il grafico (Fig. 80) si può notare che per entrambi i Cluster il valore dell'indice K si attesta intorno al 3, suggerendo che le comunità vegetali dei Cluster esigono clima suboceanico.

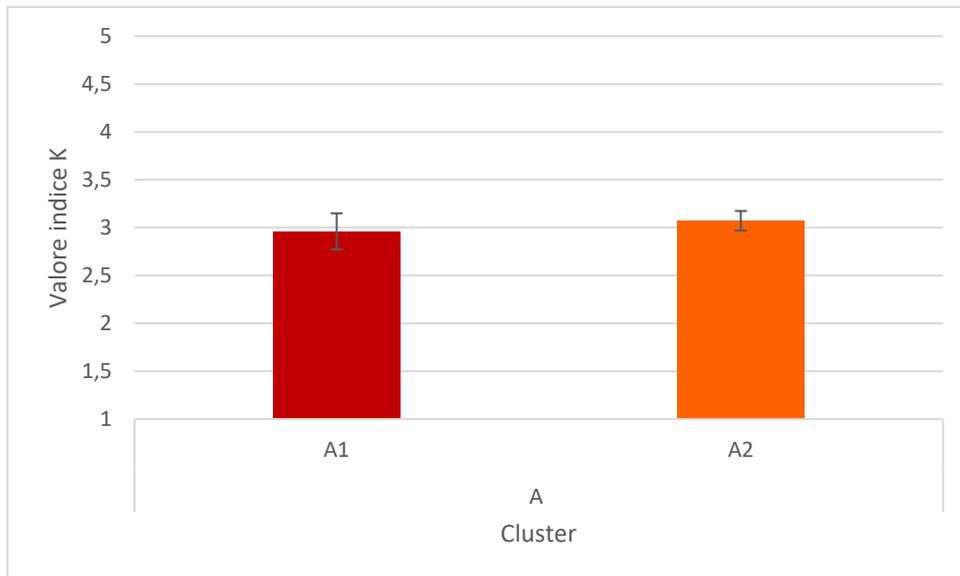


Figura 80 - Valori medi dell'indice T per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2

Confrontando i valori degli indici L ed F medi di Landolt per quanto concerne le briofite di ogni Cluster (Fig. 81 e 82), emerge come le briofite di entrambi i Cluster prediligano ombreggiamento e suolo umido.

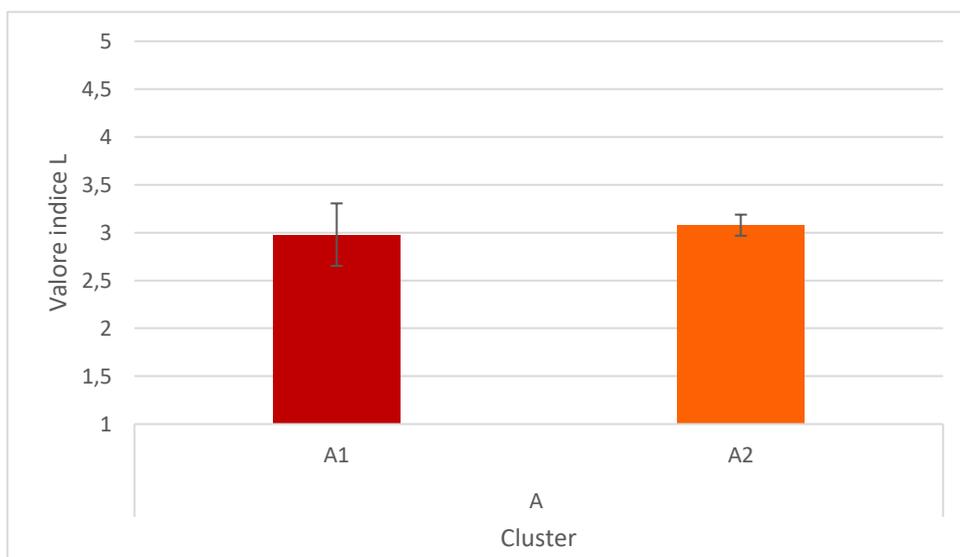


Figura 31 - Valori medi dell'indice L per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2

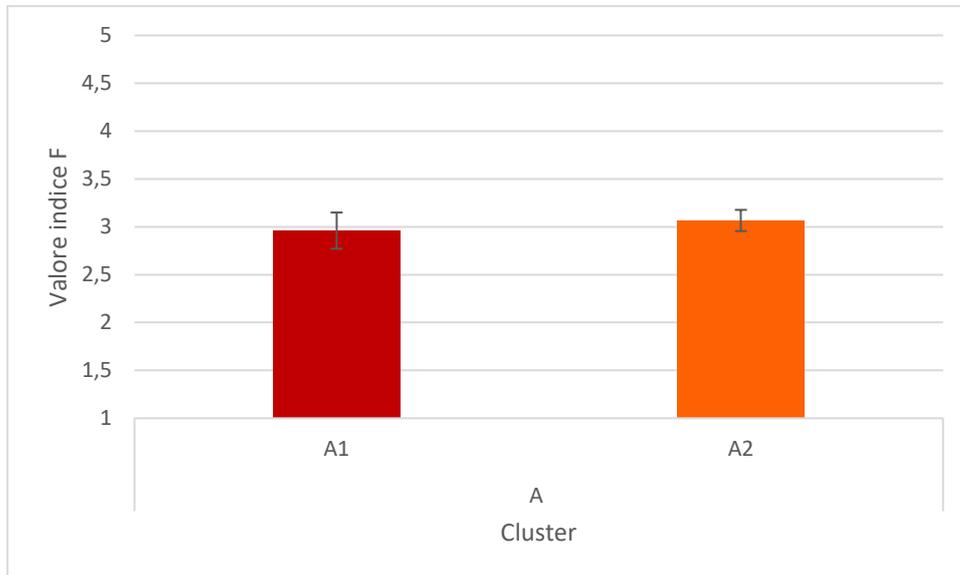


Figura 82 - Valori medi dell'indice F per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2

Confrontando i valori degli indici R ed N medi di Landolt di entrambi i Cluster (Fig.83 e 84), emerge come la fitocenosi delle briofite dei Cluster A1 e A2 esigono suoli acidi e poveri di nutrienti.

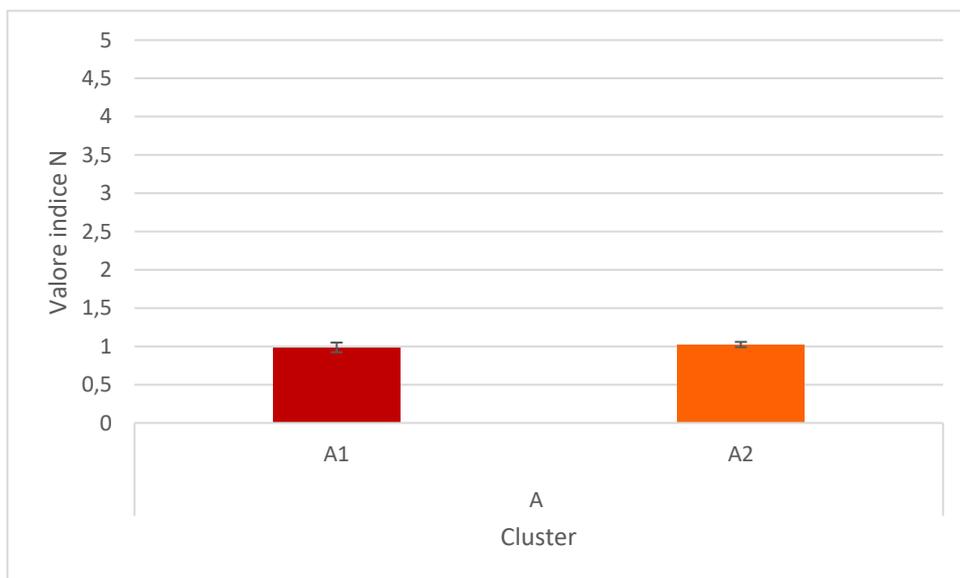


Figura 83 - Valori medi dell'indice N per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2

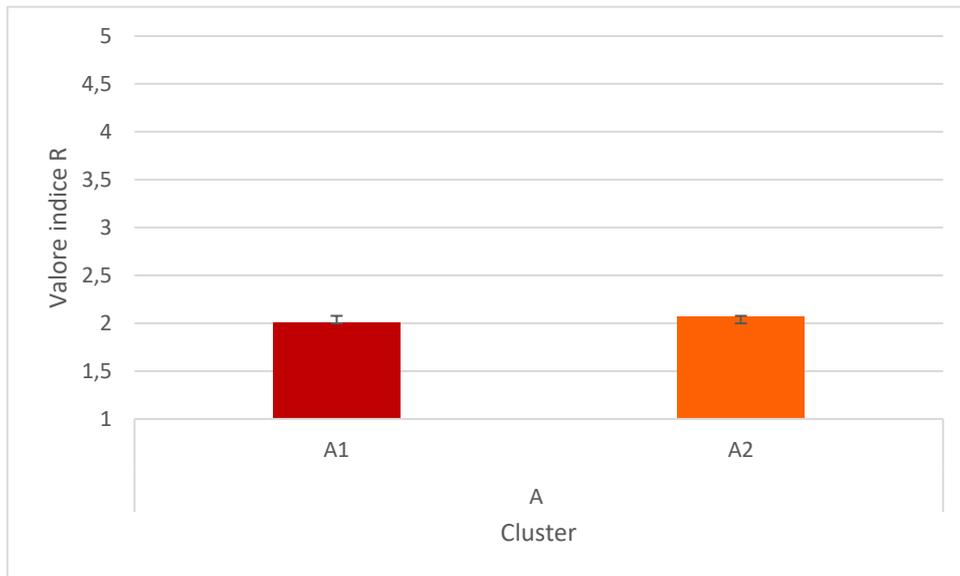


Figura 84 - Valori medi dell'indice R per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2

Osservando il grafico rappresentante i valori medi dell'indice H per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2 (Fig. 85), emerge che, per entrambi i Cluster, che il valore medio dell'indice H è circa 5, ciò indica che le comunità di briofite del Cluster A1 e A2 esigono suoli con contenuto elevato di humus.

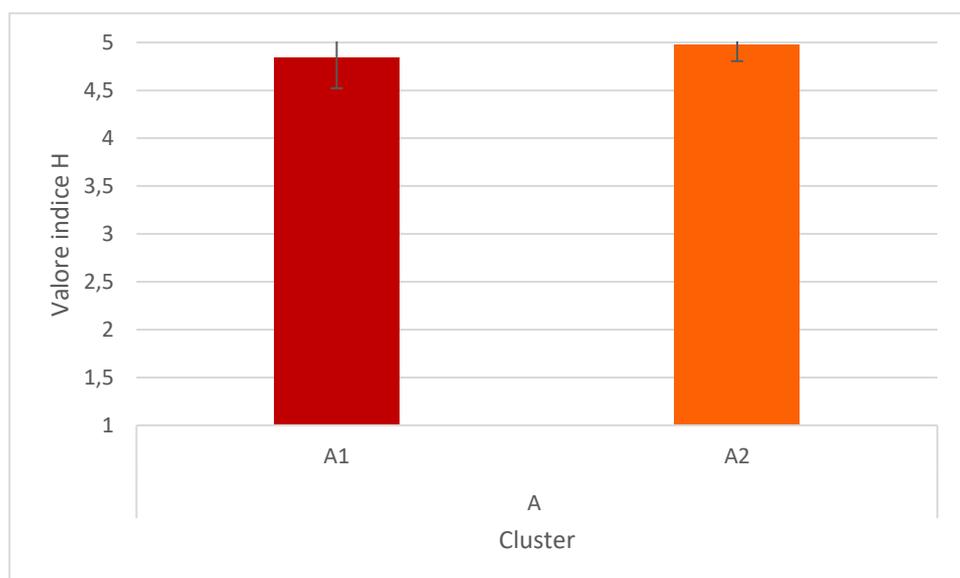


Figura 85 - Valori medi dell'indice H per quanto concerne le briofite dei Cluster A1 e A2

## 4.5 Pannello divulgativo

A completamento di questo elaborato, si è deciso di proporre una bozza di un pannello divulgativo riguardante *Linnaea borealis*, esponibile in uno o più punti del Parco, il quale possa far conoscere questa specie ai visitatori così da valorizzarla ma allo stesso tempo tutelarla. Questa scelta va a definire in modo più completo lo scopo dell'elaborato rispecchiando inoltre le finalità dell'indirizzo universitario "Valorizzazione e tutela dell'ambiente e del Territorio Montano" da me intrapreso. Si propone quindi un pannello rettangolare di alluminio bianco spesso 3 mm con base di 70 cm ed altezza di 50 cm con stampa su fronte singolo (Fig. 86-87).



Figura 86 - Pannello divulgativo (Creato in collaborazione con Ambra Agosti)



Figura 87 - Bozza di pannello divulgativo in loco (Creato in collaborazione con Ambra Agosti)

Si allega il preventivo del costo (Fig. 88) di modo che possa essere valutato, dall'ente gestore dell'area protetta, l'acquisto e l'allocazione di questo pannello in uno o più punti del parco in modo che i numerosi visitatori dell'area possano conoscere Linnea.

Lavorazione 01 <b>Alluminio</b>			
pannello			
<b>Copie</b>	<b>Consegna indicativa</b>	<b>Netto lavorazione</b>	46,10 €
1	28/8/2024	<b>IVA 22%</b>	10,14 €
<a href="#">(X) Dettagli lavorazione</a>		<b>Importo tot</b>	56,24 €
Accessori	Taglio	Numero di accessori	
Nessuno	Rettangolare	0	
Disposizione degli accessori	Formato	Indicazioni di stampa	
Nessuna	70 x 50 cm	Stampa sul fronte	
Stampa del bianco	Materiale	Altezza (cm)	
Nessuna	Alluminio bianco 3 mm	50	
Base (cm)	Verniciatura		
70	Nessuna		

Figura 88 - Preventivo per stampa di un singolo pannello

La bozza del pannello e il relativo preventivo saranno inviati al Parco Nazionale Adamello-Brenta nella speranza che vengano trovati i fondi per la sua applicazione in alcuni punti strategici del Parco.

## 5 DISCUSSIONE e CONCLUSIONE

Il presente lavoro ha contribuito ad ampliare le conoscenze scientifiche riguardanti *Linnaea borealis* in Val di Tovel e le comunità vegetali ad essa associate. In particolare, dall'analisi bibliografica è emerso che le informazioni disponibili su *L. borealis* in questa area sono piuttosto limitate e risalenti prevalentemente alla metà del Novecento. Vi è, infatti, una carenza di studi recenti e approfonditi riguardanti aspetti cruciali quali la genetica, la chimica e l'ecologia di questa specie. Tuttavia, l'analisi della letteratura ha permesso di identificare alcune stazioni della Val di Tovel caratterizzate dalla presenza di *L. borealis*. Grazie alla collaborazione con l'esperto locale, Valentini Ferruccio, sono state esplorate ulteriori aree della valle, alcune delle quali non erano note nemmeno al Parco Adamello Brenta, tra cui una stazione segnalata per la prima volta. L'analisi delle comunità vegetali ha consentito di delineare meglio le caratteristiche ecologiche e floristiche delle comunità in cui *L. borealis* si sviluppa. I risultati indicano che queste comunità sono ricche in specie, anche considerando la limitata dimensione di alcuni cluster, che comprendono un solo rilievo fitosociologico. Le comunità vegetali associate a *L. borealis* sono prevalentemente peccete subalpine, caratterizzate da un sottobosco di ericacee, con specie dominanti quali mirtillo nero e mirtillo rosso, e sono situate in aree con un clima suboceanico. Un altro aspetto rilevante emerso è la presenza abbondante di briofite in tutte le stazioni dove è stata riscontrata *L. borealis*. Queste piante, che prosperano in ambienti ombrosi e moderatamente umidi, con suoli ricchi di humus ma poveri di nutrienti, contribuiscono a creare le condizioni favorevoli per la crescita della specie. In particolare, il nome comune tedesco di *L. borealis*, "*Moosglockchen*", che significa "campanelle del muschio" (*Acta plantarum*) riflette questa stretta associazione con ambienti ricchi di briofite. L'analisi delle caratteristiche floristiche ed ecologiche delle comunità vegetali ha mostrato che anche le piante vascolari presenti condividono esigenze ecologiche simili, richiedendo ombreggiamento, suoli umidi e acidi, poveri di nutrienti e con moderato contenuto di humus. Queste esigenze rispecchiano in larga misura quelle di *L.*

*borealis*, ad eccezione del valore dell'indice K, poiché la specie viene tipicamente associata a un clima subcontinentale (Landolt, et al., 2010) piuttosto che suboceanico. Al contrario, tali condizioni non sono state osservate nelle fitocenosi dei cluster privi della specie. Tra i vari cluster studiati, si segnala il Cluster A, che risponde perfettamente ai requisiti ecologici precedentemente descritti, e il Cluster D, caratterizzato dalla presenza di *L. borealis* in un contesto di mugheta con sottobosco di *Erica carnea*. In quest'ultimo caso, la presenza della specie risulta limitata e i segni di stress osservati suggeriscono che le condizioni di acidità del suolo e ombreggiamento siano insufficienti. Infatti, *L. borealis* si trova confinata principalmente sulla sommità di massi ciclopici, dove le condizioni di temperatura e umidità risultano più stabili. Nel presente elaborato sono state analizzate solo alcune delle stazioni caratterizzate dalla presenza di *L. borealis* in Val di Tovel, ma queste non rappresentano la totalità delle aree in cui la specie è presente. Le specie identificate durante i rilievi del 2024 coincidono in molti casi con quelle rilevate nei dati storici (Pedrotti, 1963). Tuttavia, negli anni Cinquanta del Novecento, a causa delle limitate conoscenze nell'ambito dell'ecologia vegetale, non era ancora possibile attribuire indici ecologici quantitativi alle specie, come invece avviene nelle pratiche scientifiche moderne. Grazie ai progressi nelle metodologie di analisi ecologica, oggi siamo in grado di assegnare tali parametri anche alle specie studiate in passato, come evidenziato dall'uso degli indici di Landolt (Landolt, et al., 2010) applicati anche ai dati storici. In prospettiva futura, sarebbe opportuno selezionare alcune stazioni di campionamento, georeferenziandole e delimitandole, per consentire un monitoraggio continuativo delle comunità vegetali che ospitano *L. borealis* nel Parco Adamello Brenta. Inoltre, lo svolgimento di ulteriori analisi chimiche e genetiche potrebbe permettere una caratterizzazione più approfondita della specie, contribuendo a colmare le attuali lacune in termini di conoscenze sulla sua genetica e sulle sue peculiarità chimiche. A completamento di questo studio, è stata sviluppata una bozza di pannello divulgativo con l'intento di sensibilizzare il pubblico e valorizzare *L. borealis*, mantenendo anonima la sua esatta localizzazione per motivi di conservazione.

Il lavoro svolto può essere ulteriormente ampliato mediante iniziative di valorizzazione, come visite guidate specialistiche, finalizzate a promuovere una maggiore conoscenza della specie e a favorirne la tutela. Infine, un'ulteriore area di ricerca potrebbe riguardare la raccolta e lo studio della vitalità dei semi di *L. borealis* attraverso test di germinazione, con l'obiettivo di valutare la capacità di riproduzione sessuata della specie. Come già avvenuto nell'Appennino Centrale, considerato una delle aree d'Italia con la maggiore densità floristica e caratterizzato dalla presenza di numerose specie endemiche rare di rilevante valore scientifico, sono state proposte diverse azioni di conservazione e protezione. Tra queste, la creazione di banche del germoplasma si è dimostrata un efficace strumento per la salvaguardia a lungo termine della biodiversità. Con questo obiettivo, è stata istituita la Banca del Germoplasma dell'Appennino Centrale, finalizzata alla conservazione ex situ della flora spontanea. Tale banca ha il compito di preservare il materiale germinativo di specie a rischio di estinzione, contribuendo così alla protezione e al mantenimento della biodiversità locale. (Di Santo & al, 2006). Nel Manuale e linee guida La conservazione ex situ della biodiversità delle specie vegetali spontanee e coltivate in Italia pubblicato da ISPRA nel 2010 (ALICIA, et al., 2010) vengono proposte strutture e procedure per la conservazione ex situ di specie vegetali in pericolo. Tra le proposte emergono quelle delle banche dei semi, del polline e del DNA, la conservazione in vitrio e la crioconservazione. In futuro utilizzando geodatabase si potrebbero raggiungere risultati come per il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna. La ricerca, mediante la creazione e l'utilizzo di un geodatabase, ha l'obiettivo di analizzare eventuali pattern di distribuzione di un sottoinsieme rilevante di segnalazioni floristiche all'interno di un'area protetta, il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, situato nell'Appennino settentrionale. Le segnalazioni relative a specie vegetali di interesse conservazionistico vengono raccolte, georeferenziate, archiviate in un database e successivamente analizzate utilizzando tecniche di analisi spaziale e un modello digitale del terreno (DEM). I dati riguardanti la presenza di specie, lo sforzo di campionamento e la ricchezza floristica vengono geolocalizzati e

valutati in relazione a variabili topografiche e a una carta della vegetazione, al fine di individuare eventuali correlazioni significative. Vengono inoltre utilizzate tecniche di rarefazione per confrontare aree con differenti numeri di stazioni e specie segnalate, permettendo così un'analisi comparativa della diversità floristica tra le diverse zone (Viciani, et al., 2016). Anche in Sardegna nell'ambito del progetto Interreg IIB "Genmedoc" (2004-2006) furono effettuati studi di biologia della conservazione di unità tassonomiche endemiche della Sardegna. Tali protocolli consentirono, sia di valutare la qualità del lotto conservato e la sua longevità nel tempo, sia di disporre delle condizioni ottimali per un eventuale coltivazione o reintroduzione in situ della specie (Bacchetta & al., 2013).

## 6 BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA

- IUCN. *About IUCN*. <https://iucn.org/about-iucn> (ultimo accesso 11/06/2024). Tratto da IUCN.
- *Acta plantarum. Schede*. [www.actaplantarum.org](http://www.actaplantarum.org) (ultimo accesso 17/07/2024). Consultato per le schede botaniche.
- Adamello-Brenta. *La geologia*. [www.pnab.it](http://www.pnab.it) (ultimo accesso: 02/05/2024). Consultato per la geologia della Val di Tovel.
- Adamello-Brenta, *Parco Naturale Adamello-Brenta*. [www.pnab.it](http://www.pnab.it) (ultimo accesso: 02/05/2024). Consultato per le caratteristiche biologiche della Val di Tovel.
- Aeschimann D., L. K. (1995). Flora Alpina. In L. K. Aeschimann D., Flora Alpina (p. vol.2-3). Zanichelli.
- ALICIA A.; ALONZI A.; ANNICCHIARICO P.; ANTONACCI D.; APRILE S.; AVANZATO D.; BACCHETTA G.; BACCHETTA L.; BAGELLA S.; BAIOTTO M. et al. (2016) - *STRUTTURE E PROCEDURE PER LA CONSERVAZIONE EX SITU in: La conservazione ex situ della biodiversità delle specie vegetali spontanee e coltivate in Italia*. ISPRA. Roma. 77-95. ISBN: 9788844804169
- Bacchetta G., Frau G., Mattana E. (2013). Studi di biologia della conservazione di specie vegetali endemiche della Sardegna nell'ambito del progetto "GENMEDOC". *Journal of Plant Taxonomy and Geography*. Vol.63, p. 293-307.
- Braun-Blanquet. (1915). *Treccani*. Fitosociologia. [www.treccani.it](http://www.treccani.it) (ultimo accesso: 20/06/2024)
- Braun-Blanquet. (1964). *Pflanzensoziologie*. Springer Verlag. Vienna.
- Carlo URBINATI, Riccardo BENETTI, Franco VIOLA & Claudio FERRARI (2004). Dinamismi della copertura forestale in Val di Tovel dal 1860 ad oggi. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol., Suppl. 2*: 39-52

- Chesnel E. (1988). La conquête végétale des champs de blocs de la Vallée de Tovel et de l'Alta Vallesinell (groupe de la Brenta, Trentin). *Studi Trentini di Scienze Naturali* , p. 15-47.
- Cortini C. (2013). CONTRIBUTO ALLA FLORA BRIOLOGICA DELLA VAL DI TOVEL (DOLOMITI DI BRENTA). *Journal of Plant Taxonomy and Geography*. Vol.15, p.601-630.
- Di Santo Andrea, Conti, Fabio Tinti, Daniela et al. Conservazione ex situ di specie vegetali a rischio della flora dell'Appennino centrale. *Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography*. XXVII: 312-316.
- *European Environment Agency. Linnaea borealis L.*  
[www.eea.europa.eu/en](http://www.eea.europa.eu/en) (ultimo accesso: 17/07/2024)
- Failo Q. (1954). Una esile, graziosa, pianta rara della nostra provincia: *Linnaea borealis* (Caprifogliacee). *Bollettino S.A.T.*, p. 11.
- Giacomini. (1961). *Treccani*. Tratto da Fitosociologia: [www.treccani.it](http://www.treccani.it) (ultimo accesso: 20/06/2024)
- Godfrey, M. *Pleurozium schreberi*. In: Ian Atherton, Sam Bosanquet e Mark Lawley. *Field Guide*. Latimer Trend. Plymouth
- Guido PEDRONI (2005). Gli Elateridi della fascia montana della Val di Tovel (Dolomiti di Brenta, Trentino) (Coleoptera Elateridae). *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 82: 5-12
- *I nomi delle piante*. (2015). Linneo e la *Linnaea*.  
[www.inomidellepiante.org](http://www.inomidellepiante.org) (ultimo accesso: 2/05/2024)
- *IUCN*. Le liste rosse. [www.iucn.it](http://www.iucn.it) (ultimo accesso: 17/07/2024)
- Jahns, H. M. (1995). *Felci, muschi, licheni d'Europa*. BLV. Monaco di Baviera.
- Kikowska, M. (2022). Application of temporary immersion system RITA® for efficient biomass multiplication and production of artificial seeds

for ex situ conservation of *Linnaea borealis* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* , p. 673-680.

- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A., Hegg O., Klötzli F., Lämmli W., ... Wohlgemuth T. (2010) *Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Ecological indicators values and biological attributes of the flora of Switzerland and the Alps. (2nd ed.)*. Haupt Verlag. Bern.
- Linné, C. v. (1737). *Flora Lapponica*. Amsterdam.
- Mazzoleni A. (2019). Gradienti altitudinali e habitat di alta quota di ungulati e galliformi nel Parco Naturale Adamello Brenta (Trentino, Alpi Centro-Orientali). Università degli studi di Firenze. Italia
- Michelucci, A. (2007). *Acta plantarum. Linnaea borealis*. [www.actaplantarum.org](http://www.actaplantarum.org) (ultimo accesso: 20/05/2024)
- *Nature Gate*. Linnée boréale. [luontoportti.com](http://luontoportti.com) (ultimo accesso: 20/05/2024)
- PAT. *WebGIS PAT*. [webgis.provincia.tn.it](http://webgis.provincia.tn.it) (ultimo accesso: 2/05/2024)
- Pedrotti. (1963). La distribuzione della *Linnaea borealis* L. nel Trentino-Alto Adige con nuove stazioni per il Tentino. *Studi Trentini di Scienze Naturali*, p. 149-165.
- Pignatti. (1982). *Flora d'Italia*. Edagricole. Bologna.
- Pignatti. (2007). *Ecological bioindication engine*. EVS. Roma.
- Pignatti. (2017). *Flora d'Italia*. Edagricole. Bologna.
- Raunkiaer C. (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, London.
- Rumsey, F. *Polytrichum juniperinum*. In: Ian Atherton, Sam Bosanquet e Mark Lawley. *Field Guide*. Latimer Trend. Plymouth

- *Steinecke K. (2007). Wie das Moosglöckchen zu seinem Namen kam - Geschichten und Gedanken zum 300. Geburtstag von Carl von Linné. Teil 1. Palmengarten, p. 55-66.*
- Susan Ivy-Ochs, Alfio Viganò, Sandro Rossato, Silvana Martin, Christof Vockenhuber, Manuel Rigo, Paolo Campedel (2018). *Reconstructing the sequence of massive rock-slope failures in Valle di Tovel, Trentino (Italy). Symposium Quaternary environments Platform Geosciences, Swiss Academy of Science, SCNAT Swiss Geoscience Meeting, p 11-14*
- TORBJØRN ALM. (2006) *Ethnobotany of Linnaea borealis (Linnaeaceae) in Norway. Botanical Journal of the Linnean Society. Volume 151, p. 437-452.*
- *Viciani, D.; Geri, F.; Agostini, N.; Quilghini, G.; Gonnelli, V.; Lastrucci, L. (2016). Definizione e Monitoraggio degli Habitat della Direttiva 92/43 CEE: il Contributo della Scienza della Vegetazione. Atti del 50° Congresso della Società Italiana di Scienza della Vegetazione - Definizione e Monitoraggio degli Habitat della Direttiva 92/43 CEE: il Contributo della Scienza della Vegetazione. Abetone.*
- WWF. WWF. Le foreste temperate. [www.wwf.it](http://www.wwf.it) (ultimo accesso: 02/06/2024)

## 7 RINGRAZIAMENTI

Per avermi dato la possibilità e avermi sempre incoraggiato nel completare il mio percorso di studi, ringrazio innanzitutto mio papà, mia mamma e mia sorella. Per avermi distratto nei momenti giusti dallo studio, per una suonata o facendo una qualche sbaraccata, ringrazio i miei amici e le mie amiche. Un dovuto ringraziamento va al Professor Giupponi Luca sempre disponibile e cortese. Ringrazio Ferruccio Valentini per avermi consigliato l'argomento della tesi e avermi reso cosciente della presenza di *Linnaea borealis* in Val di Tovel ed Ambra Agosti per l'aiuto nella progettazione del pannello divulgativo.